GEO 6

PERSPECTIVAS DEL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL

PLANETA SALUDABLE GENTE SALUDABLE

ONU programa para el medio ambiente 50 1972-2022



PERSPECTIVAS DEL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
GEO-6
PLANETA SALUDABLE, GENTE SALUDABLE

Editado por

Paul Ekins
Copresidente mundial
Perspectiva del medio ambiente
University College London

Joyeeta Gupta
Copresidenta mundial
Perspectiva del medio ambiente
University of Amsterdam

Pierre Boileau
Oficial Senior de
Asuntos Medioambientales

Original English version: *Global Environment Outlook, GEO-6: Healthy Planet, Healthy People* © (2022) United Nations Environment Programme. All rights reserved. ISBN: 978-92-807-3939-8.

While reasonable efforts have been made to ensure that the contents of this publication are factually correct and properly referenced, UNEP does not accept responsibility for the accuracy or completeness of the contents and shall not be liable for any loss or damage that may be occasioned directly or indirectly through the use of, or reliance on, the contents of this publication, including its translation into languages other than English. In case of inconsistencies, the English version will prevail.

© UN Environment 2019
Primera publicación 2019

Esta publicación podrá ser reproducida total o parcialmente y en cualquier formato para servicios educativos o sin ánimo de lucro sin autorización especial del titular de los derechos de autor, siempre que se cite la fuente.

ONU Medio Ambiente agradecería recibir una copia de cualquier publicación que utilice esta publicación como fuente.

Está prohibido utilizar esta publicación para su reventa o para cualquier otro fin comercial sin la autorización previa y por escrito de la ONU Medio Ambiente. Las solicitudes de dicha autorización, con una declaración del propósito y el alcance de la reproducción, deben dirigirse al Director de la División de Comunicaciones, ONU Medio Ambiente, P.O. Box 30552, Nairobi 00100, Kenya.

Todas las versiones de esta obra pueden contener contenidos reproducidos bajo licencia de terceros. El permiso para reproducir los contenidos de terceros debe obtenerse directamente de ellos.

Las denominaciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte de ONU Medio Ambiente sobre el estatus legal de ningún país, territorio o ciudad o de sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites. Para obtener orientación general sobre asuntos relacionados con el uso de mapas en las publicaciones, visite http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm

Este documento deberá ser citado de la siguiente manera: UN Environment (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. Nairobi. DOI 10.1017/9781108627146.

Número de trabajo: DEW/2437/NA

© Mapas, fotos, e ilustraciones según lo especificado

Diseño de la portada: Joseph Shmidt-Klingenberg y Sebastian Obermeyer

Diseño gráfico: Joseph & Sebastian

Diagramación: Jennifer Odallo y Catherine Kimeu (UNON Publishing Services Section – ISO 14001-certified)

Traducido por: Susy Serrano-González y Jaimie Brzezinski

Revisión de traducción: Sofia Mendez Mora

Descargo de responsabilidad

La mención de una empresa comercial o de un producto en este documento no implica la promoción por parte de ONU Medio Ambiente o de los autores. No se permite el uso de la información de este documento con fines publicitarios. Los nombres y símbolos de las marcas comerciales se utilizan de forma informativa sin intención de infringir las leyes de marcas comerciales o de derechos de autor.

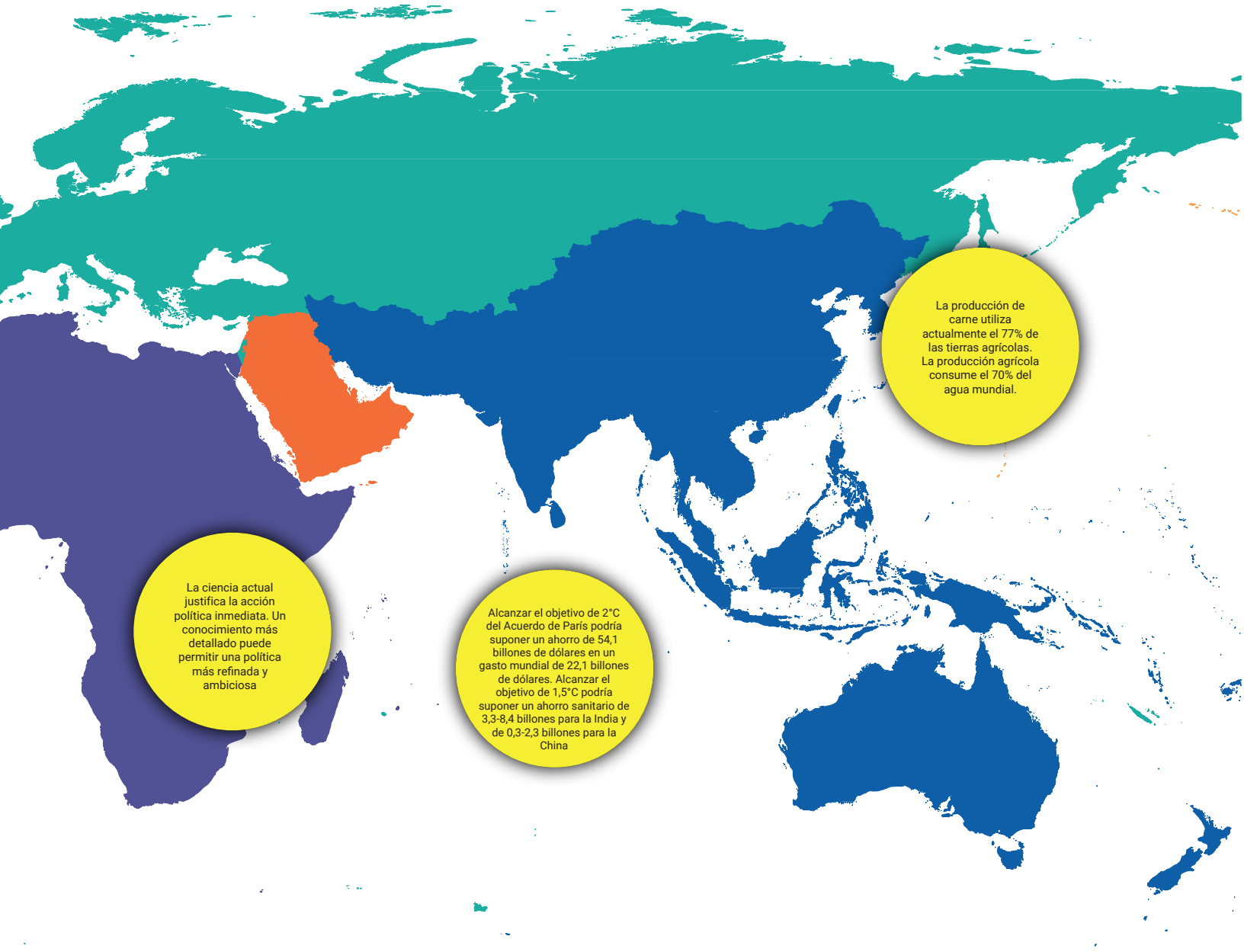
Cambridge University Press no se responsabiliza de la persistencia o exactitud de las URL de los sitios web externos o de terceros a los que se hace referencia en esta publicación, y no garantiza que el contenido de dichos sitios web sea, o siga siendo, exacto o apropiado.

ONU Medio Ambiente promueve prácticas ecológicas a nivel mundial y en sus propias actividades. Este informe está impreso en papel certificado por el Consejo de Administración Forestal (FSC, por su sigla en inglés), el cual es procedente de bosques sostenibles y con tintas no tóxicas. Nuestra política de distribución tiene como objetivo reducir la huella de carbono de ONU Medio Ambiente.

PERSPECTIVAS DEL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL
GEO-6
PLANETA SALUDABLE, GENTE SALUDABLE




Un planeta sano es importante para la salud y el bienestar de todas las personas. Es el soporte directo de las vidas y los medios de subsistencia del 70% de la población de la Tierra
Los 10 primeros países emisores generan el 45% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, mientras que el 50% restante solo emite el 13%.
La exposición a la contaminación del aire y del agua en interiores y exteriores cuesta al menos 9 millones de vidas al año


La producción de carne utiliza actualmente el 77% de las tierras agrícolas. La producción agrícola consume el 70% del agua mundial.
La ciencia actual justifica la acción política inmediata. Un conocimiento más detallado puede permitir una política más refinada y ambiciosa
Alcanzar el objetivo de 2°C del Acuerdo de París podría suponer un ahorro de 54,1 billones de dólares en un gasto mundial de 22,1 billones de dólares. Alcanzar el objetivo de 1,5°C podría suponer un ahorro sanitario de 3,3-8,4 billones para la India y de 0,3-2,3 billones para la China

Agradecimientos

El Sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) es el resultado de la generosa dedicación y la extraordinaria inversión de numerosas personas, cuyos conocimientos, experiencia y perspicacia han contribuido a dar forma a este importante cuerpo de trabajo. ONU Medio Ambiente agradece las contribuciones realizadas por muchos gobiernos, individuos e instituciones para la preparación y publicación de este informe. En los anexos de esta publicación se incluye una lista más completa de los nombres de las personas e instituciones que han participado en el proceso de evaluación. Hacemos un agradecimiento especial a:

Grupo Consultivo Intergubernamental de Alto Nivel y de Partes Interesadas (HLG, por su sigla en inglés)

Nassir S. Al-Amri, Hæge Andenæs, Juan Carlos Arredondo, Sara Baisai Feresu, Benon Bibbu Yassin, Simon Birkett, Gillian Bowser, Joji Carino, Fernando E.L.S. Coimbra, Marine Collignon (suplente), Victoria de Higa Rodriguez, Laksmi Dhewanthi, Noasilalaonomenjahary Ambinintsoa Lucie, Arturo Flores Martinez (suplente), Sascha Gabizon, Prudence Galega, Edgar Gutiérrez Espeleta, Keri Holland (suplente), Pascal Valentin Houénou (Vice-presidente), Yi Huang (Co-presidente), Ingeborg Mork-Knutsen (suplente), Melinda Kimble, Asdaporn Krairapanond, Yaseen M. Khayyat, Pierluigi Manzione, Veronica Marques (suplente), Jock Martin, John M. Matuszak, Megan Meaney, Naser Moghaddasi, Bedrich Moldan, Roger Roberge, Najib Saab, Mohammed Salahuddin, Jurgis Sapijanskas (suplente), Paolo Soprano (Co-Presidente), Xavier Sticker, Sibylle Vermont (Vice-Presidente), Andrea Vincent (suplente), Terry Yosie.

Grupo Consultivo Científico

Asma Abahussain, John B.R Agard, Odeh Al-Jayyousi, Paulo Eduardo Artaxo Netto, Rosina M. Bierbaum, Enrico Giovannini, Sarah Green (Co-Presidente), Torkil Jønch Clausen, Ahmed Khater, Nicholas King (Co-Presidente), Paolo Laj, Byung-Kook Lee, Alastair Charles Lewis, Franklyn Lisk, Majid Shafiepour Motlagh, Carlos Afonso Nobre, Toral Patel-Weynand, Anand Patwardhan, N.H Ravindranath (Vice-Presidente), Wendelin Stark, Danling Tang, Maria del Mar Viana Rodriguez (Vice-Presidente), Naohiro Yoshida.

Miembros del Grupo de Trabajo sobre Metodologías de Evaluación, Datos e Información;

Maria Andrzejewska, Ousséni Arouna, Sandra De Carlo (Co-presidente), Rosario Gomez, Wabi Marcos, Reza Maknoon, Graciela Metternicht, Thy Nguyen Van, Nicolas Perritaz (Co-Presidente), Qurat ul Ain Ahmad, Mathis Wackernagel, Fei Wang.

Co-presidentes and Vice-presidentes de la evaluación

Co-Presidentes: Paul Ekins, Joyeeta Gupta.
Vice-Presidentes: Jane Bemigisha, Kejun Jiang.

Autores Coordinadores Principales (CLA, por su sigla en inglés)

Ghassem Asrar, Elaine Baker, Tariq Banuri, Graeme Clark, John Crump, Florence Mayocyoc-Daguitan, Jonathan Davies, Phillip Dickerson, Nicolai Dronin, Mark Elder, Erica Gaddis, Jia Gensuo, Anna Maria Grobicki, Cristina Guerreiro, Andrés Guhl, Peter Harris, Rowena Hay, Steve Hedden, Klaus Jacob, Mikiko Kainuma, Terry Keating, Peter King, Pali Lehohla, Christian Loewe, Paul Lucas, Diana Mangalagiu, Diego Martino, Shanna McClain, Catherine McMullen, Adelina Mensah, Indu K. Murthy, Charles Mwangi, John Muthama Nzioka, Jacob Park, Laura Pereira, Fernando Filgueira Prates, Walter Rast, Jake Rice, Joni Seager, William Sonntag, Peter Stoett, Michelle Tan, Detlef van Vuuren, Dimitri Alexis Zenghelis.

Editores de revision

Amr Osama Abdel-Aziz, Ahmed Abdelrehim, Majdah Aburas, Mohammad Al Ahmad, Chandani Appadoo, Michael Brody, Louis Cassar, William W. Dougherty, Manal Elewah, Amr El-Sammak, Elsa Patricia, Galarza Contreras, Jose Holguin-Veras, Muhammad Ijaz, Joy Jadam, Emmanuel Dieudonné Kam Yogo, Yoon Lee, Clever Mafuta, Simone Maynard, Joan Momanyi, Jacques André Ndione, Washington Odongo Ochola, Renat Perelet, Linn Persson, Jan Plesnik, Ariana Rossen, Mayar Sabet, John Shilling, Binaya Raj Shivakoti, Asha Singh, Asha Sitati, Lawrence Surendra, Paul C. Sutton, Khulood Abdul Razzaq Tubaishat; Emma Archer van Garderen, Lei Yu, Samy Mohamed Zalat.

Financiadores del GEO-6

La elaboración de una evaluación de esta envergadura requiere muchas contribuciones generosas. Las siguientes organizaciones aportaron financiación directa o indirecta al Sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial: El Gobierno de Noruega, la Unión Europea, los Gobiernos de Italia, Singapur, China, México, Suiza, Dinamarca, Egipto y Tailandia. Junto con el Fondo para el Medio Ambiente y el Presupuesto Ordinario de ONU Medio Ambiente, estas contribuciones permitieron la producción del GEO-6 y el Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas que lo acompaña, así como las posteriores actividades de divulgación.



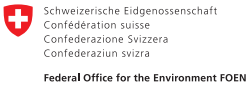


















Socios GEO-6

GEO-6 también se benefició de las generosas contribuciones de varios socios, entre ellos GRID-Arendal, el World Conservation Monitoring Centre (WCMC), el Centre for Environment and Development in the Arab Region and Europe (CEDARE), el Big Earth Data Science Engineering Program (CASEarth), la European Space Agency (ESA), el Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), el Freie Universität Berlin y el Massachusetts Institute of Technology (MIT).

















The sixth Global Environment Outlook Production Team

Equipo principal del GEO-6
Pierre Boileau (Jefe de la Unidad GEO), Minang Acharya, Yunting Duan, Sandor Frigyik, Orlane Jadeau, Caroline Kaimuru, Jian Liu, Caroline Mureithi, Franklin Odhiambo, Brigitte Ohanga, Adele Roccato, Sharif Shawky, Simone Targetti Ferri, Brennan Van Dyke, Edoardo Zandri.

Coordinadores de Capítulos
Joana Akrofi, Hilary Allison, Jennifer Bailey, Pierre Boileau, Jillian Campbell, Kilian Christ, John Crump, Valentin Foltescu, Jason Jabbour, Hartwig Kremer, Maarten Kappelle, Patrick M'Mayi, Franklin Odhiambo, Mohamed Sessay, Michael Stanley-Jones, Simone Targetti Ferri, Kaisa Uusimaa, Clarice Wilson.

Producción y Soporte de Datos
Misha Alberizzi, Matthew Billot, Alexandre Caldas, Jillian Campbell, Ludgarde Coppens, Ananda Dias, Angeline Djampou, Dany Ghafari, Virginia Gitari, Florence Kahiro, Isabell Kempf, Sera Kinoyan, Ian Magero, Nada Matta, Pascil Muchesia, Josephine Mule, Jane Mureithi, Theuri Mwangi, Immaculate Mwololo, Samuel Opiyo, Audrey Ringler, Jinhua Zhang.

Sistema de revisión por pares y base de datos
Ahmed Abdelrehim (CEDARE), Tesfaye Demissie (UNECA), Clever Mafuta (GRID-Arendal), Mayar Sabet (CEDARE), Ayman Soliman (CEDARE), Viola Sawiris (CEDARE), Youssef Younis (CEDARE).

Mapas y gráficos
Fang Chen (CASEarth/RADI), Pouran Ghaffarpour (UNON Publishing), Catherine Kimeu (UNON Publishing), Samuel Kinyanjui (UNON Publishing), Jie Liu (CASEarth/RADI), Jennifer Odallo (UNON Publishing), Audrey Ringler, Jinita Shah (UNON Publishing), Zeeshan Shirazi (CASEarth/RADI), Lei Wang (CASEarth/RADI).

Equipo editorial
Markus MacGill (Green Ink Limited), Clare Pedrick (Green Ink Limited), Anne Sweetmore (Green Ink Limited), Tim Woods (Green Ink Limited).

Diseño y diagramación
Jennifer Odallo, Catherine Kimeu (UNON Publishing Services Section), Audrey Ringler (ONU Medio Ambiente)

Tabla de contenido

Agradecimientos . . . viii

Preámbulo . . . xxviii

Preámbulo . . . xxix

Preámbulo de los Co-presidentes . . . xxx

Mensaje de los Co-presidentes . . . xxxi

Referencias . . . xxxiii

PREPARANDO EL TERRENO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO . . . 03

1.1 GEO-6: Planeta Sano, Gente Sana - el desafío transformador de la humanidad . . . 04
1.2 La evaluación insignia del PNUMA destinada a cumplir la dimensión ambiental de la Agenda 2030 . . . 07
1.3 El GEO-6 en un contexto global cambiante . . . 08
1.4 Gobernanza ambiental . . . 11
1.5 La dimensión ambiental de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de la gobernanza global medio ambiental y de los acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente . . . 11
1.6 El GEO-6 en el contexto de otras evaluaciones ambientales . . . 12
1.7 Enfoque del GEO-6, teoría del cambio y estructura . . . 13
Referencias . . . **17**

CAPÍTULO 2: LAS FUERZAS MOTRICES DEL CAMBIO AMBIENTAL . . . 21

Resumen ejecutivo . . . 22
2.1 Introducción y contexto . . . 24
2.2 Cambios desde la última evaluación . . . 24
2.3 Población . . . 25
2.4 Urbanización . . . 31
2.5 Desarrollo económico . . . 36
2.6 Tecnología, innovación y sostenibilidad mundial . . . 40
2.7 Cambio climático . . . 43
2.8 Descifrando las fuerzas motrices y sus interacciones . . . 48
Referencias . . . **52**

CAPÍTULO 3: ESTADO ACTUAL DE NUESTROS DATOS Y CONOCIMIENTO . . . 57

Resumen ejecutivo . . . 58
3.1 Introducción . . . 59
3.2 La demanda de estadísticas y datos medio ambientales . . . 59
3.3 Historia de las estadísticas ambientales . . . 59
3.4 Mejores datos para un planeta sano con gente sana . . . 60
3.5 Intersección entre género y entorno socio-ambiental . . . 64
3.6 Equidad e interacciones entre el ser humano y el medio ambiente . . . 66
3.7 Sistemas de datos existentes . . . 68
3.8 Conclusión . . . 71
Referencias . . . **72**

CAPÍTULO 3: TEMAS TRANSVERSALES . . . 75

Resumen ejecutivo . . . 76
4.1 Introducción . . . 78
4.2 Gente y medios de subsistencia . . . 78
4.3 Entornos cambiantes . . . 85
4.4 Recursos y materiales . . . 91
4.5 Conclusiones . . . 97
Referencias . . . **98**

PART A: ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

CAPÍTULO 5: AIRE 107

Resumen ejecutivo 108
5.1 Introducción 109
5.2 Presiones: emisiones 110
5.3 Estado: composición atmosférica y clima 117
5.4 Impactos 125
5.5 Respuesta: políticas y gobernanza 129
Referencias **134**

CAPÍTULO 6: BIODIVERSIDAD 141

Resumen ejecutivo 142
6.1 Introducción 144
6.2 Nuevos análisis desde la quinta edición de las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5) 145
6.3 Fuerzas motrices 146
6.4 Presiones 146
6.5 Estado mundial y tendencias de biodiversidad 153
6.6 Impactos en los biomas del mundo 158
6.7 Respuestas 164
6.8 Conclusión 167
Referencias **168**

CAPÍTULO 7: OCÉANOS Y COSTAS 175

Resumen ejecutivo 176
7.1 Introducción 178
7.2 Presiones 180
7.3 Estado 181
7.4 Impactos 186
7.5 Respuesta 191
7.6 Conclusiones 193
Referencias **195**

CAPÍTULO 8: TIERRA Y SUELO 201

Resumen ejecutivo 202
8.1 Los recursos de la tierra y los Objetivos de Desarrollo Sostenible 204
8.2 Preparando el escenario para el GEO-6: el legado del GEO-5 204
8.3 Fuerzas motrices y presiones 204
8.4 Estado y tendencias principales 209
8.5 Impactos principales 217
8.6 Respuestas políticas 224
Referencias **229**

CAPÍTULO 9: AGUA DULCE 235

Resumen ejecutivo 236
9.1 Introducción y temas prioritarios 238
9.2 Presiones sobre el agua dulce 238
9.3 Agua y uso de la tierra 240
9.4 Estado y tendencias mundiales del agua dulce 240
9.5 Calidad hídrica 244
9.6 Ecosistemas de agua dulce 250
9.7 Infraestructura del agua 252
9.8 Impactos 255
9.9 Respuestas políticas 257
9.10 Conclusiones 263
Referencias **265**

PART B: POLÍTICAS, METAS, OBJETIVOS Y GOBERNANZA AMBIENTAL: UNA EVALUACIÓN DE SU EFECTIVIDAD

CAPÍTULO 10: ENFOQUE DE LA EVALUACIÓN SOBRE LA EFICACIA DE LAS POLÍTICAS ... 273

10.1 El Contexto ... 274
10.2 Política medio ambiental y gobernanza ... 274
10.3 Instrumentos políticos ... 275
10.4 Combinación de políticas y coherencia ... 275
10.5 Metodología adoptada para evaluar la eficacia de las políticas ... 277
10.6 Metodología de la evaluación descendente ... 278
10.7 Metodología de evaluación ascendente ... 279
10.8 Contenido de la Parte B ... 280
Referencias ... **281**

CAPÍTULO 11: TEORÍA Y PRÁCTICA DE LAS POLÍTICAS ... 283

Resumen ejecutivo ... 284
11.1 Introducción ... 285
11.2 Diseño de políticas ... 285
11.3 Integración de políticas ... 289
11.4 Eficacia de la gobernanza internacional y multinivel ... 294
11.5 Conclusiones ... 296
Referencias ... **297**

CAPÍTULO 12: POLÍTICAS SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE ... 301

Resumen ejecutivo ... 302
12.1 Introducción ... 303
12.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad ... 303
12.3 Indicadores ... 315
12.4 Debate y conclusiones ... 319
Referencias ... **320**

CAPÍTULO 13: POLÍTICA SOBRE BIODIVERSIDAD ... 323

Resumen ejecutivo ... 324
13.1 Introducción ... 325
13.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad ... 326
13.3 Indicadores: Política de biodiversidad ... 338
13.4 Conclusiones ... 342
Referencias ... **344**

CAPÍTULO 14: POLÍTICA DE OCÉANOS Y COSTAS ... 349

Resumen ejecutivo ... 350
14.1 Introducción ... 351
14.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad ... 351
14.3 Indicadores ... 362
14.4 Debate y conclusiones ... 366
Referencias ... **367**

CAPÍTULO 15: POLÍTICA SOBRE TIERRA Y SUELO ... 373

Resumen ejecutivo ... 374
15.1 Introducción ... 376
15.2 Principales políticas y enfoques de gobernanza ... 377
15.3 Indicadores ... 389
15.4 Conclusiones ... 393
Referencias ... **395**

CAPÍTULO 16: POLÍTICA SOBRE AGUA DULCE ... 399

Resumen ejecutivo ... 400
16.1 Introducción ... 401
16.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad ... 401
16.3 Indicadores (relación con los ODS y los MEA) ... 412
16.4 Discusión y conclusiones ... 419
Referencias ... **420**

CAPÍTULO 17: ENFOQUES SISTÉMICOS DE LAS POLÍTICAS SOBRE TEMAS TRANSVERSALES 425
Resumen ejecutivo 426
17.1 Cuestiones en materia de políticas transversales y cambio sistémico 428
17.2 Actores clave, políticas y enfoques de gobernanza 428
17.3 Adaptar sistemas socioeconómicos más resistentes al cambio climático 429
17.4 Creación de un sistema agroalimentario sostenible 432
17.5 Descarbonización de los sistemas energéticos 436
17.6 Hacia una economía más circular 439
17.7 Conclusiones 446
Referencias 448

CAPÍTULO 18: CONCLUSIONES SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LAS POLÍTICAS 453
18.1 Resumen de los resultados 454
18.2 Conexiones con la política futura 456
18.3 Brechas en el conocimiento 456
18.4 Lecciones clave del análisis 457
Referencias 458

PART C: PERSPECTIVAS Y VÍAS PARA CONSEGUIR UN PLANETA SANO CON PERSONAS SANAS

CAPÍTULO 19: PERSPECTIVAS EN EL GEO-6 463
Resumen ejecutivo 464
19.1 Introducción 465
19.2 Elementos importantes de las perspectivas medio ambientales orientadas al futuro 465
19.3 Un nuevo marco para combinar los métodos de análisis descendentes y ascendentes 466
19.4 El papel de la escala 467
19.5 Hoja de ruta para la Parte C del GEO-6 467
Referencias 469

CAPÍTULO 20: VISIÓN A LARGO PLAZO PARA EL 2050 471
Resumen ejecutivo 472
20.1 Introducción 473
20.2 La dimensión medio ambiental de los ODS 473
20.3 Una visión integrada de los ODS 473
20.4 Una visión a largo plazo: metas e indicadores seleccionados 476
20.5 Conclusiones 481
Referencias 482

CAPÍTULO 21: DESARROLLOS A FUTURO SIN POLÍTICAS ESPECÍFICAS 485
Resumen ejecutivo 486
21.1 Introducción 488
21.2 Escenarios medio ambientales mundiales 488
21.3 El logro de los ODS y de los MEA conexos en los escenarios tendenciales 490
21.4 ¿Estamos alcanzando las metas? 504
Referencias 506

CAPÍTULO 22: VÍAS HACIA EL DESARROLLO SOSTENIBLE 511
Resumen ejecutivo 512
Resumen ejecutivo 512
22.1 Introducción 514
22.2 Definición de las vías 514
22.3 Vías para alcanzar los objetivos 514
22.4 Un enfoque integrado 532
22.5 Conclusiones y recomendaciones 537
Referencias 539

CAPÍTULO 23: INICIATIVAS ASCENDENTES Y ENFOQUES PARTICIPATIVOS PARA LAS PERSPECTIVAS 545

Resumen ejecutivo 546
23.1 Introducción 548
23.2 Integración de las evaluaciones mundiales y los análisis ascendentes 548
23.3 Evaluaciones subglobales en un contexto multinivel 548
23.4 Futuros ascendentes basados en las prácticas locales actuales 550
23.5 Justificación y enfoque metodológico 550
23.6 Investigar el amplio panorama de las iniciativas ascendentes 551
23.7 Iniciativas participativas del GEO-6 552
23.8 Evaluaciones regionales en el GEO-6 553
23.9 Conclusiones de un enfoque ascendente 553
23.10 Síntesis de la evaluación regional del GEO 566
23.11 Intervenciones regionales sobre las perspectivas y las iniciativas ascendentes 570
23.12 Condiciones favorables para las transformaciones 572
23.13 Mensajes clave 573
23.14 Intervenciones clave y necesidad crítica de reconocer la justicia distributiva dadas las desigualdades y la inequidad globales 576
Referencias **577**

CAPÍTULO 24: EL CAMINO A SEGUIR 581

Resumen ejecutivo 582
24.1 Enfoques de la política medio ambiental: estratégicos y transformadores 583
24.2 Cambio transformador 584
24.3 Componentes para la transformación 584
24.4 Planeta Sano, Gente Sana: reto y oportunidad 587
Referencias **590**

PART D: DATOS PENDIENTES Y BRECHAS DE CONOCIMIENTO

CAPÍTULO 25: DATOS A FUTURO Y NECESIDADES DE CONOCIMIENTO 597

Resumen ejecutivo 598
25.1 Introducción 599
25.2 Nuevas herramientas de evaluación ambiental 599
25.3 Vigilancia ambiental para el futuro 612
25.4 Conclusión: Retos, brechas y oportunidades 615
Referencias **618**

ANEXOS

Anexo 1-1: Misión del sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 622
Anexo 1-2: Serie de evaluaciones ambientales integradas en las que se basa el sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 623
Anexo 1-3: Teoría del cambio para el sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) 625
Anexo 1-4 : Estructura y justificación de las declaraciones de confianza utilizadas en el sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial 627
Anexo 4-1: Hacia el seguimiento de la dimensión medio ambiental de los ODS 631
Anexo 6-1: Los principales convenios relacionados con la biodiversidad 639
Anexo 9-1: Contaminantes acuáticos y ocurrencia 640
Anexo 13-1 Conservación de la biodiversidad y acuerdos ambientales internacionales (AAI) 643
Anexo13-2: Panorama de la evolución de las políticas y las respuestas de la gobernanza a nivel mundial 644
Anexo 23-1: Plataformas relacionadas con Iniciativas Ascendentes y Resultados 645

OBJETIVOS, ALCANCE Y PROCESO 665

Cronología 666
Alianzas y colaboración 667
Proceso de revisión 667
GEO-6 órganos consultivos 668
Proceso de la consulta 668
Apéndice 670
Acrónimos y Abreviaturas 672
Colaboradores 677
Glosario 687

Figuras

Introducción y Contexto

Figura 1.1: Decisiones que deben tomarse para lograr un planeta sano para gente sana . . . 06
Figura 1.2: Uso del enfoque FPEIR en el GEO-6 . . . 13
Figura 1.1: Decisiones que deben tomarse para lograr un planeta sano para gente sana . . . 15

Las Fuerzas Motrices del Cambio Ambiental

Figura 2.1: Población mundial, emisiones y fertilidad . . . 26
Figura 2.2: Emisiones per cápita ségun demografía . . . 27
Figura 2.3: Población mundial proyectada . . . 28
Figura 2.4: Desigualdad entre las naciones en la distribución de consumo y las presiones ambientales asociadas . . . 29
Figura 2.5: Distribución y composición de la población mundial . . . 30
Figura 2.6: Prevalencia de anticonceptivos y fertilidad total . . . 30
Figura 2.7: Educación secundaria femenina y tasas globales de fertilidad . . . 31
Figura 2.8: Crecimiento de la población urbana mundial impulsado por las ciudades . . . 32
Figura 2.9: Tasas de crecimiento de la ciudad . . . 32
Figura 2.10: Donde un rápido crecimiento se enfrenta a una gran vulnerabilidad . . . 34
Figura 2.11: Superficie construida vs. Población (1975–2015) . . . 35
Figura 2.12: Cómo las tasas de crecimiento de los países en desarrollo empezaron a superar a las de los países desarrollados . . . 37
Figura 2.13: Crecimiento del comercio mundial . . . 38
Figura 2.14: Curva del Elefante del Milanovic . . . 39
Figura 2.15: La Industria 4.0 representa la visión de la producción industrial del futuro . . . 43
Figura 2.16: Concentración media de CO_2 atmosférico . . . 43
Figura 2.17: Crecimiento mundial de emisiones de GEI por región económica . . . 44
Figura 2.18: Tendencias de emisión en diferentes países entre 1990-2015. Las líneas naranjas muestran el crecimiento, mientras que las líneas azules muestran las reducciones . . . 45
Figura 2.19: La crisis del carbono . . . 45
Figura 2.20: Indicadores múltiples e independientes de un clima global cambiante . . . 46
Figura 2.21: El diagrama de las brasas ardientes ofrece una perspectiva global de los riesgos relacionados con el clima . . . 47
Figura 2.22: Tendencia en número de pérdidas causadas por fenómenos naturales . . . 48
Figura 2.23: Relación entre las fuerzas motrices . . . 50

Estado Actual de nuestros Datos y Conocimiento

Figura 3.1: Marco sobre datos y conocimientos de los ODS . . . 60
Figura 3.2: Estado de los indicadores de los ODS . . . 60
Figura 3.3: Indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente por objetivo y nivel . . . 61
Figura 3.4: Principales brechas de datos del GEO-6 organizadas por capítulo respectivo . . . 61
Figura 3.5: Trabajo de cuidado no remunerado . . . 65
Figura 3.6: Preguntas sobre equidad en los datos y el conocimiento . . . 66

Temas transversales

Figura 4.1: Impacto económico y humano de los desastres en los últimos diez años . . . 80
Figura 4.2: Distribución porcentual de la carga de recolección de agua en 61 países . . . 81
Figura 4.3: Competencias clave y desempeño del ciudadano sostenible . . . 82
Figura 4.4: Tendencias de urbanización mundial . . . 84
Figura 4.5: Anomalías térmicas mundiales por año (en relación con el promedio a largo plazo entre 1981-2010) . . . 85
Las etiquetas se refieren a diversos conjuntos de datos; para una mayor explicación, consulte la fuente . . . 85
Figura 4.6: Edad y extensión del hielo marino Ártico . . . 87
Figura 4.7: Intensificación química entre 1955-2015 . . . 88
Figura 4.8: Tráfico ilegal de desechos a nivel mundial . . . 90
Figura 4.9: Recursos hídricos no convencionales de Asia Occidental (por año) . . . 91
Figura 4.10: Ejemplo de disminución de la ley del mineral a lo largo del tiempo para la minería del cobre, mostrando su producción mundial anual y la estimación anual de los residuos generados . . . 92
Figura 4.12: Rangos de costo nivelado de electricidad para diferentes tecnologías de generación de energía renovable, 2014 y 2025 . . . 94
Figura 4.11: Brechas tecnológicas para lograr la la ruta del 2°C . . . 94
Figura 4.13: Distribuciones subglobales y estado actual de las variables de control para: A) los flujos biogeoquímicos del fósforo; B) los flujos biogeoquímicos del nitrógeno . . . 96

Aire

Figura 5.1: Vínculos primarios entre las presiones, el estado y los impactos del cambio atmosférico . . . 109
Figura 5.2: Vínculos entre los cambios en la composición atmosférica y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible . . . 110
Figura 5.3: Tendencias en kilotones de las emisiones anuales entre 1990 a 2014 por contaminantes, regiones y sectores . . . 111
Figura 5.4: Cuota mundial de combustible en la generación de electricidad en 2015 . . . 113
Figura 5.5: Rendimiento mundial de las refinerías de petróleo por producto (millones de toneladas) . . . 114
Figura 5.6: Generación mundial de electricidad por combustible (horas de teravatios)
Figura 5.7: Concentraciones medias anuales de $MP_{2,5}$ en 2016 comparadas con la Guía de Calidad del Aire de la OMS y los objetivos intermedios . . . 118
Figura 5.8: Concentración media estacional de O_3 ponderada por la población en 2016 por estación, con niveles máximos de ozono por país . . . 119
Figura 5.9: Niveles medios anuales de MP_{10} en megaciudades de más de 14 millones de habitantes según datos disponibles para el periodo 2011-2015 . . . 119

Figura 5.10: Estimaciones basadas en modelos de las fuentes de $MP_{2,5}$ observadas en varias ciudades de cada uno de los tres países muestran que las concentraciones locales de $MP_{2,5}$ están fuertemente influenciadas por las partículas secundarias procedentes de fuentes transfronterizas. Las fuentes de emisión se dividen en naturales, internacionales (emitidas fuera del país), nacionales (emitidas dentro del país, pero fuera de la zona urbana), urbanas (emitidas dentro de la ciudad) y callejeras (emitidas en las inmediaciones de la observación) y los objetivos intermedios 120
Figura 5.11: El cinturón de polvo 121
Figura 5.12: Distribución mundial para 2015 de la concentración media anual de mercurio elemental gaseoso en el aire de la superficie (arriba) y el flujo de deposición húmeda (abajo), simulado en un conjunto de modelos 122
Figura 5.13: Perfiles verticales sobre las tendencias medias anuales del O_3 en la zona 35°-60°N promediadas sobre todas las observaciones disponibles (negro) para los periodos de disminución de las SAO estratosférico (izquierda) y aumento de las SAO (derecha), con las correspondientes tendencias modelizadas solo para los cambios de SAO (rojo), solo para los cambios de GEI (azul) y juntos (gris) 123
Figura 5.14: Muertes por cada 100.000 habitantes en 2016 atribuibles a la contaminación atmosférica por $MP_{2,5}$ en el ambiente; datos estandarizados por edad 126
Figura 5.15: Porcentaje de muertes relacionadas con $MP_{2,5}$ para la región indicada en la columna según (a) las emisiones producidas o (b) los bienes y servicios consumidos en la región indicada según la fila 127
Figura 5.16: Mapa sobre las agrupaciones de los acuerdos multilaterales regionales en materia de contaminación atmosférica 131

Biodiversidad

Figura 6.1: Esquema descriptivo de la Plataforma Intergubernamental Científico-Político sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos sobre los principales elementos y relaciones que vinculan la naturaleza, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, el bienestar humano y el desarrollo sostenible. (En este diagrama las fuerzas motrices antropogénicas equivalen a las presiones descritas en la Sección 6.3) 144
Figura 6.2: Interconexiones entre las personas, la biodiversidad, la salud de los ecosistemas y la presración de servicios ecosistémicos, con indicación de las fuerzas motrices y las presiones 146
Figura 6.3: Ejemplos de la distribución global de las presiones sobre (a) la intensidad de la amenaza (H: alta; L: baja; M: media; VH: muy alta; VL: muy baja) proveniente de las especies exóticas invasoras terrestres y (b) la intensidad de las capturas accidentales acumuladas en las pesquerías de aves, mamíferos marinos y tortugas marinas, por todos los tipos de artes (red de enmalle, palangre y arrastre) 147
Figura 6.4: Porcentaje de especies de anfibios, aves y mamíferos amenazados (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) y casi amenazados según el tipo de amenaza principal 148
Figura 6.5: Mapa de la huella humana mundial en 2009 (con combinación de presiones de infraestructura, cobertura terrestre y acceso humano a zonas naturales, utilizando una escala colorida de frío a calor de 0 a 50) (a), y cambio absoluto en la huella humana media entre 1993 y 2009 a escala de ecorregión (b) 149
Figura 6.6: Mecanismo de impacto de las expecies exóticas invasoras sobre las especies amenzadas en Europa 150
Figura 6.7: Número registrado de rinocerontes cazados furtivamente en Sudáfrica entre 2007-2015. En 2011, la población de rinocerontes en Sudáfrica escasamente superaba los 20.000 ejemplares 151
Figura 6.8: Mapa mundial de las especies vulnerables al cambio climático 152
Figura 6.9: Proporciones de razas animales locales, clasificadas como en riesgo, sin riesgo o con un nivel de riesgo de extinción desconocido 153
Figura 6.10: Número acumulado de especies con secuencias completas de genoma (2000-2016) 154
Figura 6.11: Proporción de especies que figuran en cada categoría de riesgo de extinción según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 155
Figura 6.12: Índice de la Lista Roja de Supervivencia de las Especies para aves, mamíferos, anfibios, corales, y cícadas y un agregado (en verde claro) para todas las especies 155
Figura 6.13: Índice Planeta Vivo 156
Figura 6.14: Índice de Integridad de la Biodiversidad Terrestre 156
Figura 6.15: Mecanismo de colapso ecosistémico y síntomas del riesgo de colapso 157
Figura 6.16: Porcentaje medio de cambio para cada tipo ampliado de hábitat según imágenes satelitales: (a) cambio en el tipo original de superficie entre 2001 y 2012; (b) medición de productividad de la vegetación generada por el Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés) entre los años 2000-2004 y 2009-2013 158
Figura 6.17: Tendencias globales sobre el estado de las poblaciones marinas mundiales 1975-2015 159
Figura 6.18: Riesgo de extinción de la fauna mundial de agua dulce por grupo taxonómico 160
Figura 6.19: Capacidad montañosa para la provisión de servicios ecosistémicos 163
Figura 6.20: Áreas protegidas del mundo 165

Océanos y Costas

Figura 7.1: Esquema general de fuerzas motrices y presiones que afectan al medio ambiente marino 179
Figura 7.2: El mapa muestra el máximo estrés térmico durante el periodo 2014-2017 (aún en curso en el momento de escribir este artículo) del evento global de blanqueo de corales 181
Figura 7.3: Producción mundial de pesca de captura y acuicultura 182
Figura 7.4: Estado de las poblaciones de peces y mortalidad por pesca según la influencia de diversos factores de la ciencia, la gestión y la gobernanza. Las puntuaciones relativas más altas en el eje vertical reflejan un mejor estado de las poblaciones en relación con una gestión teóricamente "ideal". 183
Figura 7.5: Biomagnificación y bioacumulación de metilmercurio en la cadena alimentaria 185
Figura 7.6: Mapa mundial de la posible entrada de plástico marino a los océanos según las actividades humanas y las características de las cuencas hidrográficas 186
Figura 7.7: Basura plástica en alta mar 188

Tierra y Suelo

Figura 8.1: Diferentes perspectivas sobre la globalización de las tierras en 2007 (proyección Eckert IV) 206
Figura 8.2: El papel relativo que desempeñan los productos agrícolas frente a las manufacturas y los servicios en las tierras globalizadas (proyecciones de Eckert IV) 207
Figura 8.3: Impacto neto estimado por país de las tendencias climáticas para 1980-2008 en el rendimiento de los cultivos 208
Figura 8.4: Cambios en los bosques mundiales (arriba) y en las tierras de cultivo (abajo) de 1992 a 2015, según las series temporales de datos de la Agencia Espacial Europea sobre la cubierta terrestre 209
Figura 8.6: Asignación de la superficie mundial para la producción de alimentos 210
Figura 8.5: Áreas designadas para actividades extractivas en la región andina (América del Sur) 210
Figura 8.7: Superficie agrícola 2000-2014 211
Figura 8.8: Suministro de alimentos en el mundo(kcal/cápita por día) 211
Figura 8.9: Producción de soya en América del Sur 2000-2014 211
Figura 8.10: Producción de soya en América del Sur 2000-2014 211
Figura 8.11: Número de herbívoros y aves de corral 212
Figura 8.12: Número de cerdos, 2000 - 2014 212
Figura 8.13: Praderas permanentes y pastos (1.000 ha) 212
Figura 8.14: Tierras forestales en el mundo, 2000-2015 212
Figura 8.15: Cambio neto anual de la superficie forestal (1990-2000, 2000-2010, 2010-2015) 213
Figura 8.16: Superficie de bosque natural por regiones, 1990-2015 214
Figura 8.17: Índices de erosión costera en lugares seleccionados del Ártico 216
Figura 8.18: Estimación de la amenaza de erosión costera en el Ártico 217
Figura 8.19: Impactos potenciales del cambio climático en la seguridad alimentaria 218
Figura 8.20: Composición del total de residuos alimentarios en los países desarrollados y en desarrollo 219
Figura 8.22: Países en desarrollo: comercio neto de cereales (millones de toneladas) 219
Figura 8.21: Cuota de volumen de la producción mundial comercializada internacionalmente en 2014 219
Figura 8.23: Propiedad forestal mundial, 2002-2013 (%) 221
Figura 8.24: Mapas mundiales de acuerdos sobre tierras, número de acuerdos sobre tierras por país (arriba), superficie de acuerdos sobre tierras por país (abajo) 222
Figura 8.25: Los beneficios de la seguridad sobre la tenencia de la tierra superan los costos en tres países latinoamericanos 223
Figura 8.26: Distribución de las explotaciones agrícolas: mujeres 225
Figura 8.28: ¿Dónde deben incluirse los subsidios? 226
Figura 8.27: Precios de los fertilizantes y del maíz, 2000-2010 226
Figura 8.29: La prestación de servicios ecosistémicos a partir del capital natural: vínculos entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano 227

Agua dulce

Figura 9.1: Flujos y almacenamientos hidrológicos mundiales (expresados en 1.000 km^3 por año), con ilustración de los ciclos naturales y antropogénicos 238
Figura 9.2: La reducción del Lago Chad 239
Figura 9.3: Extracciones de agua de todas las fuentes en los Estados Unidos (1950-2010) 241
Figura 9.4: Mapa hidrogeológico mundial que ilustra varios acuíferos y recursos de agua subterránea 241
Figura 9.5: Tendencias mundiales en el aumento del uso de las aguas subterráneas 242
Figura 9.6: Ejemplos de arroyos superficiales afectados por el drenaje ácido y metalífero (DAM) y/o los vertidos de residuos. A la izquierda, el Arroyo urbano gravemente afectado por el DAM en la cuenca occidental de Witwatersrand, Johannesburgo, Sudáfrica; a la derecha, sedimento de relaves de la presa de Samarco 243
Figura 9.7: Los ríos que se originan en el Hindu-Kush del Himalaya se encuentran entre los sistemas más dependientes del agua de deshielo 243
Figura 9.8: Retroceso del casquete de hielo de Quelccaya en Perú entre 1988 (izquierda) y 2010 (derecha) 244
Figura 9.9: Escasez de agua física y económica a nivel mundial 245
Figura 9.10: Modelos de estimación sobre las tendencias de los niveles de bacterias coliformes fecales en los ríos durante 1990-1992 y 2008-2010 246
Figura 9.11: Fuentes de las cargas antropogénicas de fósforo total en los lagos (los cinco lagos más grandes por superficie en cada una de las cinco regiones de ONU Medio Ambiente), mostrando las contribuciones porcentuales medias en las cargas anuales entre 2008-2010 247
Figura 9.12: Estimaciones del modelo de tendencias sobre las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en los ríos entre 1990-1992 y 2008-2010 248
Figura 9.13: Fuente y canales de ingreso de los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCP, por sus siglas en inglés) en las aguas superficiales y subterráneas, subrayando la necesidad de mejorar la detección de aquellos productos comúnmente encontrados y sus productos de transformación 249
Figura 9.14: Estado y tendencias de los humedales en el mundo desglosados por regiones 250
Figura 9.15: Diferencias taxonómicas en la frecuencia de amenazas para 449 poblaciones de agua dulce en declive en la base de datos del Índice Planeta Vivo (IPV) 251
Figura 9.16: Los peces migratorios del Índice Planeta Vivo (IPV) muestran un descenso del 41% entre 1970 y 2012, con un reciente repunte y el IPV de agua dulce para 881 especies de agua dulce monitorizadas muestra un descenso del 81% 252
Figura 9.17: Variaciones en las tendencias de cobertura del suministro de agua potable para distintas regiones 252
Figura 9.18: Resumen de los avances mundiales en la prestación de servicios básicos de agua potable y el desproporcionado impacto en las mujeres de las zonas que aún no tienen acceso a los servicios básicos de agua potable 253
Figura 9.19: Proporción de población con instalaciones de saneamiento mejoradas en 2015 254
Figura 9.20: Localización de presas y embalses en todo el mundo. Los datos incluyen aquellas presas asociadas a los embalses con una capacidad de almacenamiento de más de 0,1 km^3. Sin embargo, pueden no reflejar las grandes presas y embalses que se han construido en años más recientes 255
Figura 9.21: Morbilidad (años de vida totales ajustados por discapacidad, AVAD) a nivel mundial por enfermedades diarreicas en mujeres de todas las edades (gráfico superior) y hombres (gráfico inferior) 256
Figura 9.22: Uso conjunto de Hermanus 261

Figura 9.23: Oferta y demanda de agua, Gran Hermanus, 1971-2001 (a) y 2002-2017 (b) 262
Figura 9.24: Designación de sitios Ramsar por año y región 263

Enfoque de la Evaluación sobre la Eficacia de las Políticas 273
Figura 10.1: Planteamiento metodológico para evaluar la eficacia de las políticas: enfoque descendente y ascendente 277
Figura 10.2: Enfoque para evaluar la efectividad de la metodología ascendente 279

Teoría y Práctica de las Políticas
Figura 11.2: Ciclo para la formulación de políticas 285
Figura 11.2: Ciclo para la formulación de políticas 286
Figura 11.3: Resultados sobre las perspectivas especializadas en materia de políticas europeas de eficiencia energética 288

Políticas sobre la Calidad del Aire
Figura 12.1: Asignación regional de emisiones acumuladas de CO_2 306
Figura 12.2: Concentración media anual de $MP_{2,5}$ ponderado por el conjunto de la población del país en 2016 316
Figura 12.3: Consumo en toneladas de sustancias que agotan la capa de ozono en 2016 317
Figura 12.4: Emisiones nacionales totales de GEI en 2014 expresadas en MtCO2e, incluyendo el cambio de uso de la tierra y las fuentes y sumideros forestales 318

Política sobre Biodiversidad
Figura 13.1: Número acumulado de países que han adoptado los EPANB en 2018 325
Figura 13.2: La pesca costera es una importante fuente de alimentación en Fiyi y la mayoría de estas zonas están bajo la tenencia tradicional de comunidades locales 327
Figura 13.3: Los Grupos Especiales de Seguridad Medio Ambiental son los enlaces directos entre las burocracias nacionales y la Oficina Central Nacional de la INTERPOL; imagen que muestra el decomiso de 114 kg de huesos de tigre 329
Figura 13.4: Uso en el tiempo de los términos 333
"biodiversidad", "econo" y "servicios ecosistémicos" en los comunicados de prensa de la cartera de medio ambiente del Gobierno australiano (n=3.553). Las barras de error muestran intervalos de confianza del 95% basados en la submuestra del marco de los servicios ecosistémicos (n=516) 333
Figura 13.5: A medio camino entre Noruega y el Polo Norte, en una isla remota del archipiélago de Svalbard, a 100 metros dentro de una montaña, se encuentra la SGSV, en donde se realiza el almacenamiento de muestras a una temperatura de -18°C 334
Figura 13.6: La ciudad de Edmonton: el sistema de parques de River Valley a lo largo del río North Saskatchewan visto desde el centro de Edmonton 336
Figura 13.8: Porcentaje de países cuyas instituciones tienen un mandato claro y/o autoridad legal para gestionar las EEI (un resultado positivo equivale a un Sí y se incluye en el porcentaje global) 339
Figura 13.7: Tendencias de la legislación nacional relativa a la prevención o el control de las especies exóticas invasoras (EEI) para 196 países que presentan informes al Convenio sobre Diversidad Biológica (1967-2016), mostrando específicamente el porcentaje de países que tienen una combinación de: (i) legislación sobre EEI; (ii) objetivos de las ENBPA sobre EEI; y (iii) objetivos sobre EEI alineados con la Meta 9 de Aichi 339
Figura 13.9: Índice de la Lista Roja (ILR) para 1980-2017 sobre la inclusión, únicamente, de especies utilizadas (mamíferos, aves y anfibios), mostrando las tendencias promovidas por su utilización 340
Figura 13.10: La Huella Ecológica mundial por componente (tipo de terreno) entre 1961 y 2013, medido por el número de Tierras 342

Política de Océanos y Costas
Figura 14.1: Cobertura de las áreas marinas protegidas 362
Figura 14.2: Zonas pronosticadas de ecosistemas marinos vulnerables en aguas profundas 365
Figura 14.3: La pesca de arrastre de fondo y los EMV cerrados (2006 a 2016) 365

Política sobre tierra y suelo
Figura 15.1: Relación entre la meta 15.3 de los ODS relacionada con la tierra y otros ODS 376
Figura 15.2: La extensión de la Gran Muralla Verde en el norte de China 381
Figura 15.3: Tendencias de la degradación y restauración de la tierra a nivel mundial 390
Figura 15.4: Superficie terrestre protegida como porcentaje de la superficie total por país (1990-2014) 391
Figura 15.5: Relación entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población por región y período (1990-2015) 392

Política sobre Agua Dulce
Figura 16.1: Mapa que muestra la ubicación y el estado de todas las Áreas de Preocupación de los Grandes Lagos de Estados Unidos y Canadá 404
Figura 16.2: Cambio en la población mundial por fuente de agua potable, 1990-2015 (en miles de millones) 415
Figura 16.3: Tendencias regionales en la proporción de la población nacional que practica la defecación en espacios abiertos (2000-2015) 415
Figura 16.4: Progreso hacia los servicios universales de saneamiento básico (2000-2015) entre los países en los que al menos el 5% de la población no tenía servicios básicos en 2015 416
Figura 16.6: Proporción del agua total extraída para la agricultura 417
Figura 16.5: Tendencias en la extracción mundial de agua por sectores entre 1900 y 2010 (km^3 por año) 417
Figura 16.7: Cambios a lo largo del tiempo en la demanda bruta de agua para cultivos a nivel mundial 418

Enfoques Sistémicos de las Políticas sobre Temas Transversales
Figura 17.1: Financiamiento climático para la adaptación 430
Figura 17.2: Salud y sostenibilidad de la ingesta alimentaria del país X 436
Figura 17.3: Un sistema energético ilustrativo 437
Figura 17.4: Construyendo una economía circular 440
Figura 17.5: Diagrama en circuito cerrado del flujo de materiales de las 6R y las cuatro etapas del ciclo de vida 441
Figura 17.6: Esquema de una economía circular 443

Figura 17.7: Extracción doméstica y consumo doméstico de materiales . . . 445
Figura 17.8: Compromiso de los ciudadanos con el uso compartido: el porcentaje de encuestados de 2013 que habían participado en un plan de uso compartido, ya sea formal o informal en los 12 meses anteriores . . . 446

Perspectivas en el GEO-6

Figura 19.1: Marco conceptual de los capítulos de la Parte C del GEO-6, cómo se relacionan y cómo contribuyen a un análisis y evaluación holística de los sistemas Tierra-Hombre para identificar vías de desarrollo transformadoras . . . 468

Visión a largo plazo para el 2050

Figura 20.1: Un marco para la clasificación y agrupación de los ODS . . . 474

Desarrollos a Futuro sin Políticas Específicas

Figura 21.1: Objetivos seleccionados y sus grupos relacionados, según análisis realizado en este capítulo . . . 490
Figura 21.2: Proyecciones futuras de la población mundial (izquierda) y de urbanización (derecha) . . . 491
Figura 21.3: Proyecciones a futuro del PIB total por región según el SSP2 (izquierda) y del PIB mundial según el SSP2 y el SSP3 (derecha) . . . 491
Figura 21.4: Proyecciones futuras del rendimiento mundial promedio de los cultivos (arriba a la izquierda), producción de cultivos (arriba a la derecha), superficie agrícola (abajo a la izquierda), y superficie de bosques y otras tierras naturales (abajo a la derecha) . . . 493
Figura 21.5: Proyecciones futuras de la población mundial con desnutrición . . . 494
Figura 21.6: Proyecciones futuras de la riqueza relativa de especies locales para una serie de escenarios de estabilización climática y de la abundancia media de especies (MSA) para los usos del suelo SSP2 y SSP3 . . . 494
Figura 21.7: Proyecciones futuras del consumo mundial de energía primaria (panel izquierdo) y por vector energético en el escenario . . . 495
Figura 21.8: Aumento previsto de las emisiones mundiales de CO_2 (izquierda) y de las emisiones totales de GEI (derecha) . . . 496
Figura 21.9: Aumento de la temperatura media mundial . . . 497
Figura 21.10: Proyecciones futuras de las emisiones de los contaminantes atmosféricos SO_2, NOx y CN . . . 498
Figura 21.11: Proyección de la tasa de mortalidad de menores de cinco años en 2030 . . . 502

Vías hacia el Desarrollo Sostenible

Figura 22.1: Los escenarios del Camino desde el estudio de Río+20 . . . 514
Figura 22.2: Medidas seleccionadas y sus grupos relacionados examinados en este capítulo . . . 515
Figura 22.3: Cambio porcentual en la producción de cultivos no energéticos versus el cambio porcentual en la superficie de cultivos no energéticos de 2010 a 2030 y 2050 . . . 517
Figura 22.4: Emisiones globales de CO_2 y aumento de la temperatura media global asociado a la línea de referencia del SSP2 y a los escenarios derivados que son coherentes con el objetivo del Acuerdo de París de mantenerse muy por debajo del aumento de 2°C . . . 521
Figura 22.5: Tasa de reducción de la intensidad energética en 2010-2050 y proporción de las tecnologías de baja emisión de gases de efecto invernadero en la combinación energética total de los escenarios incluidos en la base de datos del SSP . . . 522
Figura 22.6: Diferentes vías que conducen a un aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C . . . 523
Figura 22.7a: Emisiones globales proyectadas de SO_2, NO_x y carbono negro bajo diferentes políticas climáticas y de contaminación atmosférica . . . 525
Figura 22.7b: Diferencias en las emisiones de contaminación atmosférica entre varios escenarios de mitigación del clima y la línea de referencia del SSP2 . . . 525
Figura 22.8: Porcentaje de la población expuesta a concentraciones de partículas de menos de 2,5 µm de diámetro ($MP_{2,5}$) según la directriz de la OMS y el objetivo provisional para 2050 . . . 527
Figura 22.9: Análisis rápido de las sinergias y compensaciones entre las medidas y objetivos seleccionados . . . 534
Figura 22.10: Aumento de la temperatura media global en 2100 frente al uso de bioenergía en varios escenarios de referencia de la SSP y escenarios derivados de mitigación . . . 536

Iniciativas ascendentes y enfoques participativos para las perspectivas

Figura 23.1: Esquema de cómo los enfoques ascendentes de este capítulo complementan las conclusiones descendentes de los Capítulos 21 y 22 y cómo, en conjunto, pueden ofrecer ideas políticas para el Capítulo 24 . . . 551
Figura 23.2: Cantidad de iniciativas incluidas en una muestra de plataformas que cuentan con iniciativas de sostenibilidad ascendente (véase el Anexo 23-1 para una breve descripción de las plataformas) . . . 555
Figura 23.3: Representación proporcional de los ODS según su cobertura por parte de las plataformas de iniciativas de sostenibilidad ascendentes seleccionadas. Algunas iniciativas tienen un alcance más limitado y se refieren estrictamente a uno, dos o tres ODS, mientras que otras son diversas y abarcan una gama más amplia de ODS (cuatro o más) (véase el Anexo 23-1 para una breve descripción de las plataformas de iniciativas) . . . 555
Figura 23.4: ODS a los que se dirigen el total de los talleres semillas y el total de propuestas del Climate CoLab . . . 556
Figura 23.5: Tipos de actores representados por el total de semillas y el total de propuestas de Climate CoLab . . . 557
Figura 23.6a: Cubrimiento regional de las propuestas de Climate CoLab . . . 557
Figura 23.6b: Desglose regional de las propuestas de Climate CoLab . . . 557
Figura 23.7: Cómo está representada cada teoría del cambio por el total de semillas y propuestas . . . 558
Figura 23.8: Mapa de calor sobre los talleres de semillas, mostrando los emparejamientos de las medidas/intervenciones específicas y los ODS . . . 561
Figura 23.9: Mapa de calor de las propuestas del Climate CoLab que muestran los emparejamientos de las medidas/intervenciones ylos ODS . . . 562
Figura 23.10: Emparejamiento entre grupos a través de las propuestas de semillas y Climate CoLab . . . 563
Figura 23.11: Número total de talleres de semillas y propuestas de Climate CoLab que abordan cada intervención en el grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad (las semillas y las propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas) . . . 564
Figura 23.12: Número total en el grupo de energía, clima y aire (las semillas y propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas) . . . 565
Figura 23.13: Número total de semillas de talleres y de propuestas de Climate CoLab que abordan cada intervención en los grupos combinados para el agua dulce y los océanos (las semillas y las propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas) . . . 565

Figura 23.14: Número total de semillas y propuestas del Climate CoLab que abordan cada intervención en el grupo de bienestar humano (las semillas y las propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas) . . 566
Figura 23.15: Intervenciones destacadas en los capítulos de perspectivas de las Evaluaciones Regionales del GEO 567
Figura 23.16: Número de regiones que hacen hincapié en las intervenciones por los grupos temáticos identificados en el Capítulo 22 569
Figura 23.17: Semillas y propuestas por grupo 570
Figura 23.18: Recuento del número de emparejamientos de "otras" medidas con al menos una intervención de un grupo temático principal 571
Figura 23.19: Marco conceptual para una retroalimentación mutuamente beneficiosa entre los enfoques descendente y ascendente a fin de generar escenarios sostenibles 575

El camino a seguir
Figura 24.1: Diferentes enfoques en materia de política 583

Datos a futuro y necesidades de conocimiento
Figura 25.1: Algunos beneficios de la ciencia ciudadana 599
Figura 25.2: Niveles de ciencia ciudadana según aumento en el grado de participación 600
Figura 25.3: Un ejemplo de ciencia ciudadana que demuestra su necesidad y cómo puede replicarse 601
Figura 25.4: Alumnos de GLOBE en la escuela católica St. Scholastica de Nairobi recogiendo y registrando la cantidad de precipitaciones para la campaña de campo de la Misión Satélite GPM 602
Figura 25.5: Científicos ciudadanos recogiendo datos medio ambientales 603
Figura 25.6: El modelo marco de datos PPSR-Core 604
Figura 25.7: Características de los big data y el rol de la analítica 605
Figura 25.8: Pronóstico de la calidad del aire en los distritos de la India 607
Figura 25.9: Comparación del conocimiento indígena/tradicional y la ciencia Occidental 609
Figura 25.10: Reconocimiento de los pueblos indígenas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible 611
Figura 25.11: Las tierras/territorios de los pueblos indígenas son la base de sus conocimientos 611
Figura 25.12: Los pueblos indígenas como guardianes del medio ambiente 612
Figura 25.13: La evolución en el panorama de los datos 614

Anexos
Figura A.1: Teoría del Cambio del GEO-6 625
Figura A.2: Modelo de cuatro casillas para la comunicación cualitativa de la confianza 627
Figura A.3: Escala de probabilidad para la comunicación cuantitativa de la probabilidad relacionada con la ocurrencia de un resultado 628
Figura A.4: Progreso relativo en los indicadores de los ODS 632
Figura A.5: Dimensión Medio Ambiental de los ODS – Tarjeta de puntaje 633

Tablas

Las Fuerzas Motrices del Cambio Ambiental

Tabla 2.1: Interrelaciones entre las fuerzas motrices . . . 49

Aire

Tabla 5.1: Algunos componentes químicos atmosféricos . . . 109
Tabla 5.2: Acuerdos mundiales sobre medio ambiente relacionados con temas de cambio climático, agotamiento del O_3 estratrosférico y PBT . . . 130
Tabla 5.3: Guía de la OMS sobre calidad del aire y los objetivos intermedios . . . 132

Océanos y Costas

Tabla 7.1: Estimaciones del valor económico, empleo y principales impactos ambientales de las industrias relacionadas con el océano . . . 180
Tabla 7.2: Evolución del empleo en la pesca de captura a nivel mundial . . . 192

Enfoque de la Evaluación sobre la Eficacia de las Políticas

Tabla 10.1: Tipología política . . . 276

Teoría y Práctica de las Políticas

Tabla 11.1: Etapas habituales de evaluación del impacto normativo . . . 290

Políticas sobre la Calidad del Aire

Tabla 12.1: Tipología de las políticas y enfoques de gobernanza descritos en este capítulo . . . 303
Tabla 12.2: Resumen de los criterios de evaluación: Las Políticas de energía y clima del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte . . . 305
Tabla 12.3: Resumen de los criterios de evaluación: Exceso de emisiones de diésel en Europa . . . 308
Tabla 12.4: Resumen de los criterios de evaluación: cocinas mejoradas en Kenia . . . 310
Tabla 12.5: Resumen de los criterios de evaluación: AirNow, datos y previsiones de la calidad del aire en tiempo real . . . 312
Tabla 12.6: Resumen de los criterios de evaluación: Acuerdo de la ASEAN sobre la Contaminación Transfronteriza Causada por la Calima . . . 314

Política sobre Biodiversidad

Tabla 13.1: Tipología de las políticas y enfoques de gobernanza descritos en este capítulo . . . 326
Tabla 13.2: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso sobre las Áreas Marinas Gestionadas Localmente (LMMA, por su sigla en inglés) en Fiyi . . . 328
Tabla 13.3: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso del Proyecto Predator . . . 330
Tabla 13.4: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso *"Working for Water"* . . . 332
Tabla 13.5: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso sobre la Bóveda Global de Semillas de Svalbard . . . 335
Tabla 13.6: Resumen de los criterios de evaluación: Política para los Sistemas de las Áreas Naturales en Edmonton . . . 337
Tabla 13.7: Indicadores relevantes para la política . . . 338

Política de Océanos y Costas

Tabla 14.1: Ejemplo de enfoques de gobernanza e instrumentos políticos para abordar la decoloración de los corales, los desechos marinos y la sobrepesca . . . 351
Tabla 14.2: Gran Barrera de Coral Australiana . . . 352
Tabla 14.3: Plan Regional de Gestión de la Basura Marina en el Mediterráneo . . . 354
Tabla 14.4: Pesqueras chilenas . . . 356
Tabla 14.5: Pesquería de British Columbia . . . 359
Tabla 14.6: Resoluciones en materia de cooperación internacional . . . 361

Política sobre tierra y suelo

Tabla 15.1: Hitos recientes en la gobernanza de la tierra y el desarrollo sostenible . . . 377
Tabla 15.2: Tipología de las políticas y enfoques de gobernanza descritos en este capítulo . . . 378
Tabla 15.3: Resumen de los criterios de evaluación de las inversiones extranjeras . . . 379
Tabla 15.4: Resumen de los criterios de evaluación en la lucha contra la desertificación y el polvo en China . . . 381
Tabla 15.5: Resumen de los criterios de evaluación de la descontaminación de tierras en Vietnam . . . 384
Tabla 15.6: Resumen de los criterios de evaluación para la aplicación de la SD en Australia . . . 386
Tabla 15.7: Resumen de los criterios de evaluación sobre el Pacto de Política Alimentaria Urbana de Milán y sus impactos en México . . . 388
Tabla 15.8: Indicadores para evaluar la eficacia de la política de la tierra y para medir el progreso hacia la consecución de los objetivos medio ambientales globales . . . 389

Política sobre Agua Dulce

Tabla 16.1: Enfoques políticos y estudios de caso . . . 401
Tabla 16.2: Evaluación de la eficacia del Acuerdo sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos . . . 403
Tabla 16.3: Evaluación sobre la eficacia de la gestión adaptativa de la presa de Glen Canyon . . . 406
Tabla 16.4: Evaluación de la eficacia de la política de gestión del riesgo de inundación en Inglaterra . . . 408
Tabla 16.5: Tres opciones para el suministro básico gratuito de agua . . . 410
Tabla 16.6: Evaluación de la eficacia de los incentivos económicos a través de la Política de Agua Básica Gratuita . . . 411
Tabla 16.7: Evaluación de la eficacia del Marco de Contabilidad del Agua en la industria minera australiana . . . 413
Tabla 16.8: Escala de servicios del JMP para el agua potable . . . 414

Enfoques Sistémicos de las Políticas sobre Cuestiones Transversales

Tabla 17.1: Componentes del sistema agrícola, producción, pérdida y desechos de alimentos, consumo . . . 435
Tabla 17.2: Ingesta recomendada para una dieta sana y sostenible . . . 436
Tabla 17.3: Ejemplos de políticas enfocadas a alcanzar los elementos esenciales de una economía circular . . . 442

Visión a largo plazo para el 2050
Tabla 20.1: Objetivos e indicadores seleccionados para el bienestar humano 477
Tabla 20.2: Metas e indicadores seleccionados para la base de los recursos naturales 479
Tabla 20.3: Metas e indicadores seleccionados para el consumo y la producción sostenible 480

Desarrollos a Futuro sin Políticas Específicas
Tabla 21.1: Porcentaje de países por región destinados a alcanzar algunas metas de los ODS para el 2030 503
Tabla 21.2: Tendencias pasadas y futuras relacionadas con las metas seleccionadas (véase la Sección 20.4) 504
Tabla 21.3: Tendencia histórica y en un escenario sin cambios en materia de eficiencia en el uso de recursos, consumo y producción sostenibles 505

Vías hacia el Desarrollo Sostenible
Tabla 22.1: Tendencias en la eficiencia del uso de los recursos: línea de referencia (Capítulo 21) frente a las vías para alcanzar las metas (capítulo actual) 532
Tabla 22.2: Medidas con importantes sinergias o compensaciones entre los objetivos seleccionados. 533

Iniciativas ascendentes y enfoques participativos para las perspectivas
Tabla 23.1: Diferentes tipos de modelo de evaluación. 551
Tabla 23.2: Dimensiones de categorización 553
Tabla 23.3: Resumen de condiciones favorables y disruptivas para la adecuada ampliación, salida y profundización de las innovaciones potencialmente transformadoras 573

Datos a futuro y necesidades de conocimiento
Tabla 25.1: Algunos proyectos y sitios web relacionados con la ciencia ciudadana 602
Tabla 25.2: Investigación y estudios del Pulse Lab 605
Tabla 25.3: Ejemplos de alianzas público - privadas 609
Tabla 25.4: Estudios que combinan los conocimientos tradicionales con la ciencia Occidental 610
Tabla 25.5: Estudios sobre el potencial del conocimiento tradicional para el desarrollo sostenible 611

Anexos
El GEO-6: Extrae e integra las conclusiones de las principales evaluaciones ambientales mundiales, como el IPCC y la IPBES, entre otras. 623
Tabla A.2: Fuentes de baja fiabilidad 630
Tabla A.3: Descripción de las metas e indicadores de los ODS relevantes para el medio ambiente en el Marco de Indicadores Globales de los ODS. 634
Tabla A.4: Lista de Acuerdos Ambientales internacionales firmados entre 2010 y 2015 643

Recuadros

Introducción y Contexto

Recuadro 1.1: El concepto de bienestar . . . 08
Recuadro 1.2: Aspectos multidimensionales del análisis . . . 14

Las Fuerzas Motrices del Cambio Ambiental

Recuadro 2.2: El dividendo demográfico. . . . 25
Recuadro 2.1: Relación entre el aumento de la población y una tasa de crecimiento del consumo y uso de los recursos . . . 25
Recuadro 2.3: Desechos electrónicos . . . 41
Recuadro 2.4: Tecnologías asociadas a la agricultura de precisión . . . 42
Recuadro 2.5: Identidad IPAT . . . 51

Estado Actual de nuestros Datos y Conocimiento . . . 57

Recuadro 3.1: Declaración de Ban Ki Moon, 2015 . . . 59
Recuadro 3.2: Estadísticas de género . . . 64
Recuadro 3.3: Preguntas basadas en género . . . 65
Recuadro 3.4: Declaración del Secretario General de las Naciones Unidas . . . 69
Recuadro 3.5: Artículo 76 de la Agenda 2030 . . . 70

Aire

Recuadro 5.1: Resolución 3/8 del PNUMA . . . 132

Biodiversidad

Recuadro 6.1: Biodiversidad, enfermedad y Una Salud . . . 145
Recuadro 6.2: Amenazas para la biodiversidad de los desechos marinos y los microplásticos . . . 151
Recuadro 6.3: Fenómenos extremos - más presiones sobre la biodiversidad . . . 152
Recuadro 6.4: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). . . . 155
Recuadro 6.5: Agrodiversidad y género . . . 161
Recuadro 6.6: Importancia de las prácticas y los conocimientos tradicionales en la conservación de los polinizadores . . . 161
Recuadro 6.7: El cambio climático y la necesidad de una adaptación basada en ecosistemas - El Hindu Kush del Himalaya . . . 163
Recuadro 6.8: El comercio internacional de especies silvestres y la CITES. . . . 165
Recuadro 6.9: Conservación de la biodiversidad y pobreza . . . 166
Recuadro 6.10: Mujeres guardabosques en Sudáfrica. . . . 166

Océanos y Costas

Recuadro 7.1: La industria pesquera en los océanos polares . . . 184
Recuadro 7.2: El mercurio en el medio ambiente marino . . . 184
Recuadro 7.3: Extracción de arena de la costa . . . 189
Recuadro 7.4: Minería en aguas profundas . . . 190
Recuadro 7.5: Ruido oceánico antropogénico. . . . 190
Recuadro 7.6: Ejemplos de compromisos políticos globales existentes para una pesca sostenible con . . . 192

Tierra y Suelo

Recuadro 8.1: Impacto en los medios de supervivencia en la región del Ártico . . . 216
Recuadro 8.2: La crisis de Siria: as sequías y la degradación de la tierra como factores . . . 218
Recuadro 8.3: Valores culturales y conservación en Bhután . . . 223

Agua dulce

Recuadro 9.1: Impactos del cambio climático en la desaparición de lagos y humedales . . . 239
Recuadro 9.2: Impacto de la minería en la calidad del agua. . . . 243
Recuadro 9.3: Jordania se enfrenta a una crisis combinada de refugiados y agua . . . 257
Recuadro 9.4: Cómo enfrentan las ciudades la escasez de agua . . . 259
Recuadro 9.5: Hermanus, cerca de Ciudad del Cabo, provincia del Cabo Occidental, Sudáfrica. Un estudio de caso sobre el desarrollo y la gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas . . . 261

Teoría y Práctica de las Políticas

Recuadro 11.1: Fijación del precio del carbono como parte de la evaluación política del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte . . . 291

Política sobre Biodiversidad

Recuadro 13.1: Reconocimiento mundial del vínculo entre la salud humana y la biodiversidad . . . 325
Recuadro 13.2: Aspectos destacados de las dimensiones de género y equidad en las políticas de biodiversidad . . . 326
Recuadro 13.3: La importancia de los pueblos indígenas y las comunidades locales. . . . 331

Política sobre tierra y suelo

Recuadro 15.1: Los conceptos de tierra y suelo . . . 376
Recuadro 15.2: Declaración de la CNULD sobre el sistema alimentario. . . . 387

Enfoques Sistémicos de las Políticas sobre Temas Transversales

Recuadro 17.1: Estudio de caso: Programa en Vietnam: "Vivir con las inundaciones". . . . 431
Recuadro 17.2: Estudio de caso: Pérdidas y desperdicio de alimentos: múltiples enfoques políticos en Japón . . . 434
Recuadro 17.3: Estudio de caso: Apoyo a las energías renovables en Alemania: tarifas de alimentación. . . . 438
Recuadro 17.4: Estudio de caso: Gestión de la demanda en la India: luces LED asequibles para todos . . . 439
Recuadro 17.5: Gestión sostenible de los materiales. . . . 441
Recuadro 17.6: Estudio de caso: Fundación Ellen MacArthur - Un conjunto de herramientas para los responsables de la formulación de políticas en la aplicación de la economía circular . . . 443

Desarrollos a Futuro sin Políticas Específicas
Recuadro 21.1: Los residuos como causa importante de la degradación del medio ambiente. . . . 488
Recuadro 21.2: Las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas . . . 489
Recuadro 21.3: La necesidad de coordinación entre las evaluaciones medio ambientales . . . 489
Recuadro 21.4: Impactos del cambio climático en la agricultura. . . . 492
Recuadro 25.1: Logro a nivel de país de determinadas metas de los ODS . . . 503

Vías hacia el Desarrollo Sostenible
Recuadro 22.1: Caminos a Rio+20 . . . 515
Recuadro 22.2: Contribución de las opciones de mitigación basadas en el uso de la tierra a las políticas climáticas . . . 523
Recuadro 22.3: La Coalición para el Clima y el Aire Limpio . . . 525
Recuadro 22.4: Posible sinergia entre la mitigación del clima y la reducción de la contaminación atmosférica en China. . . . 526
Recuadro 22.5: Resumen de las interrelaciones entre las medidas y objetivos seleccionados . . . 533

Iniciativas ascendentes y enfoques participativos para las perspectivas
Recuadro 23.1: La IPBES y los procesos de los escenarios ascendentes . . . 549
Recuadro 23.2: Climate CoLab . . . 552
Recuadro 23.3: El portal para la Acción Climática Mundial . . . 554
Recuadro 23.4: Ganadores del Climate CoLab . . . 559
Recuadro 23.5: Sistemas urbanos . . . 560
Recuadro 23.6: Estudio de caso: sistemas alimentarios . . . 572

El camino a seguir
Recuadro 24.1: Los beneficios para la salud superan los costos de la aplicación del Acuerdo de París . . . 588

Datos a futuro y necesidades de conocimiento
Recuadro 25.1: Ejemplos de sistemas abiertos de datos . . . 606
Recuadro 25.2: Ejemplos de tecnologías web y geoespaciales que utilizan big data . . . 606
Recuadro 25.3: Previsión exhaustiva de la calidad del aire en la India mediante big data . . . 607
Recuadro 25.4: Algunos retos al usar big data. . . . 608
Recuadro 25.5: Usos complementarios del conocimiento tradicional y la ciencia occidental . . . 610





Preámbulo



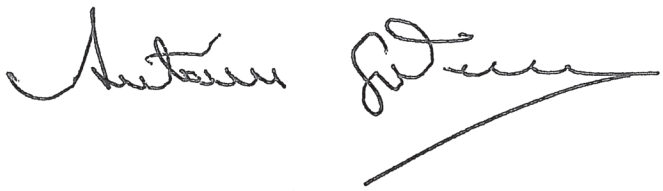
El Sexto informe *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial* es una revisión esencial para nuestro planeta. Como todo buen examen médico, incluye un claro pronóstico sobre lo que pasará si continuamos actuando como hasta ahora y un conjunto de acciones recomendadas para hacer lo correcto. El GEO-6 proporciona tanto una declaración de los problemas como una guía de cómo avanzar en el camino establecido en la Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El tema, "Planeta Sano, Gente Sana", subraya el vínculo inextricable entre el medio ambiente y nuestra supervivencia y progreso. Los retos señalados son múltiples: desde el cambio climático hasta la extinción de especies, pasando por unas economías demasiado dependientes del despilfarro de recursos y una presión sin precedentes sobre los ecosistemas terrestres y marinos, nos encontramos en un momento decisivo en nuestro papel como guardianes del planeta.

Sin embargo, no todo son malas noticias. Muchos indicadores señalan avances en cuestiones como el hambre en el mundo, el acceso al agua potable, el saneamiento y la energía limpia. También podemos ver algunos signos de desvinculación de la degradación medio ambiental y el uso insostenible de los recursos del crecimiento económico, así como una innovación tecnológica sin precedentes.

El mensaje general, sin embargo, es que necesitamos un cambio de trayectoria significativo, de hecho, el mismo tipo de cambio transformacional prescrito por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en su reciente informe sobre la limitación del calentamiento global a 1,5 grados.

El GEO-6 detalla tanto los peligros de retrasar la acción como las oportunidades que existen para hacer realidad el desarrollo sostenible. Tenemos la orientación política necesaria y la ciencia que la sustenta. El único ingrediente que falta para el éxito es nuestra determinación colectiva.



António Guterres
Secretario-General de las Naciones Unidas

Enero 2019

Preámbulo



"Crecer ahora, limpiar después". Lamentablemente, ese ha sido el modelo de negocio de gran parte del mundo desde la revolución industrial. Es como si el cuidado del medio ambiente fuera una simple distracción, pero al fin y al cabo un buen complemento cuando las economías marchan bien y es posible permitirse lujos.

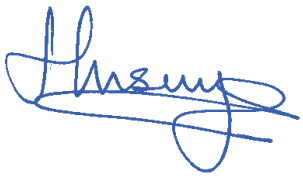
El informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, en su sexta edición, ha sido uno de los principales impulsores del cambio de mentalidad. Basado en la mejor ciencia disponible y en estudios de casos del mundo real, subraya el hecho de que un planeta sano es un requisito previo para la salud de las personas, que a su vez es la base de cualquier economía sana. Y lo más importante, muestra cómo es posible ganar en todos los frentes.

En este impulso hacia una economía verde, una mayor sostenibilidad y la esperanza de que podamos prosperar en lugar de simplemente sobrevivir, nunca ha habido un momento más crítico como el actual. La ciencia y los datos son muy claros en cuanto a la multitud de retos a los que nos enfrentamos, pero también la pequeña ventana de oportunidad que tenemos para cambiar las cosas.

El informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial es, por tanto, una hoja de ruta para lograr la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, en la que el hambre y la pobreza pasen a la historia, y en la que la biodiversidad, los océanos, la tierra y el agua dulce se protejan y recuperen su salud.

El documento deja claro que para lograrlo es necesario transformar los estilos de vida y las actividades productivas de los seres humanos: nuestra industria, agricultura, edificios, transporte y el sistema energético que los alimenta. Significa que las energías renovables, como la eólica y la solar, deben ser la nueva norma, al igual que los edificios y el transporte eficientes desde el punto de vista energético. Al mismo tiempo, este trabajo abre enormes oportunidades económicas: una nueva y mejor revolución industrial.

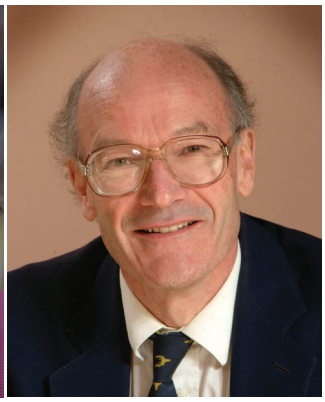
La tarea puede ser enorme, pero también debemos inspirarnos. Acciones medio ambientales globales como el Protocolo de Montreal, nuestra innovadora defensa contra el agujero de la capa de ozono, demuestran que tenemos las instituciones y la capacidad de unirnos. La cuestión de la contaminación por plásticos ha demostrado que diversas comunidades de todo el mundo -escolares de Bali, residentes de la costa de Mumbai o surfistas de Cornualles- pueden unirse. Al fin y al cabo, hacer del mundo un lugar mejor y limpiar nuestros actos es una causa no partidista y unificadora que todos podemos apoyar.



Joyce Msuya
Director Ejecutivo interino, ONU Medio Ambiente

Preámbulo de los Co-presidentes





¿Cuáles son las perspectivas para la humanidad? Este sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) muestra claramente que nuestra especie se encuentra ahora en una encrucijada. Puede elegir un camino difícil, pero navegable, hacia una nueva edad de oro del desarrollo sostenible, tal como se prevé en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, en la que el hambre y la pobreza humana pasarán a la historia gracias al uso sostenible de los recursos de la Tierra y del entorno natural sin dejar a nadie atrás. O puede continuar con las tendencias y prácticas actuales, lo que llevará a una lucha perdida contra las perturbaciones ambientales, que amenazan con abrumar a grandes partes del mundo.

El GEO-6 identifica claramente los problemas que hay que abordar si se quiere evitar este último resultado. Pero también señala las soluciones a estos problemas, las formas en que las aspiraciones de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) pueden ser realizadas y el aire, la biodiversidad, los océanos, la tierra y el agua dulce pueden ser restaurados para la salud, para el beneficio incalculable de la población del planeta: Planeta Sano, Gente Sana, el título de GEO-6.

El GEO-6 deja claro que el logro de los ODS requerirá una transformación de los estilos de vida y las actividades productivas de los seres humanos: la industria, la agricultura, los edificios, el transporte y el sistema energético que los alimenta. Esta transformación necesaria en las próximas décadas representa una enorme oportunidad económica para aquellos países, responsables políticos y empresas que muestren el espíritu emprendedor e innovador para poner en marcha las tecnologías, las prácticas sociales y las instituciones que puedan hacer realidad el desarrollo sostenible.

Como Co-Presidentes de la sexta edición de Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, hemos supervisado el trabajo de los incansables autores y expertos que han contribuido a este análisis. La integridad científica del proceso ha sido supervisada por el Grupo de Asesoramiento Científico. El Grupo de Alto Nivel nos ayudó a encontrar el lenguaje adecuado para comunicarse con los responsables de la formulación de políticas. La Secretaría aportó la fuerza necesaria para garantizar que todo el proceso se desarrollara sin problemas. Algunos Estados aportaron la financiación necesaria, nos animaron y acogieron algunas de nuestras reuniones. Así, consideramos que el GEO-6 ha reunido la evidencia que demuestra qué debe hacerse y qué puede hacerse. Respetuosamente presentamos estas pruebas a los responsables de la toma de decisiones en el mundo, y les pedimos que afronten y aborden estos retos, por el bien de todos nosotros y de las generaciones futuras.



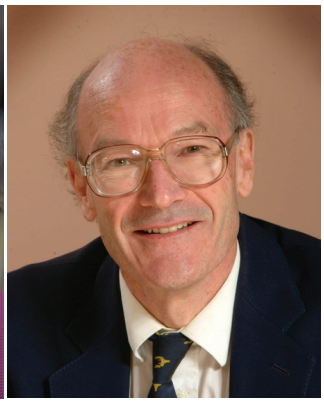
Joyeeta Gupta



Paul Ekins

Mensaje de los Co-presidentes





El Sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) de ONU Medio Ambiente ha examinado el estado de la salud del medio ambiente, así como la salud de las personas, y los pronósticos para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU. Como Co-Presidentes, resaltamos seis mensajes clave del informe:

En primer lugar, un planeta sano favorece la salud de las personas: Un planeta sano es importante para la salud y el bienestar de todas las personas. Apoya directamente la vida y los medios de subsistencia del 70% de la población de la Tierra que vive en la pobreza [SPM 2.2.2; 6, 6.3.4 6.6.3; Recuadros 6.5, 13.2], en particular de aquellos muy pobres, y proporciona la base para la producción de los bienes y servicios que son necesarios para la economía formal mundial, la cual tuvo un valor de PIB mundial de 75 billones de dólares en 2017. En general, la biosfera es esencial para la supervivencia humana y la civilización, por lo que su valor para los seres humanos es efectivamente infinito. Sin embargo, para algunos fines es útil calcular el valor monetario de los bienes y servicios de los ecosistemas; como ejemplo, el total de los servicios de los ecosistemas a nivel mundial se ha valorado en 125 billones de dólares (2007) al año [1.3.1]. Esta cifra no recoge los beneficios de, por ejemplo, un clima adecuado para la agricultura o cómo el deshielo de los glaciares afecta a la seguridad hídrica de más de mil millones de personas [4.2.2], de manera que es claramente una subestimación. El valor de los servicios ecosistémicos perdidos entre 1995 y 2011 se ha estimado en 4-20 billones de dólares (Costanza *et al.* 2014). Más concretamente, el valor de los polinizadores, que proporcionan servicios cruciales para la producción de alimentos comerciales y no comerciales, se ha estimado en 351 mil millones al año para el sector comercial (Lautenbach *et al.* 2012).

En segundo lugar, un planeta poco saludable conduce a personas poco saludables: El planeta es cada vez más insalubre debido a los efectos negativos de la pérdida de biodiversidad (incluidos los polinizadores, los arrecifes de coral y los manglares), el cambio climático y otros tipos de contaminación atmosférica, la contaminación del agua, la contaminación y el agotamiento de los océanos, y el cambio en el uso del suelo. Un planeta insalubre supone un enorme costo social en términos de salud y bienestar humanos, así como en la economía formal y los medios de subsistencia en todo el mundo. Al igual que ocurre con los bienes y servicios de los ecosistemas, estos costos son difíciles de expresar de forma exhaustiva en términos monetarios o de otro tipo. Sin embargo, el GEO-6 ofrece datos que ilustran el tipo de costos involucrados. Por ejemplo, la exposición a la contaminación del aire interior/exterior y del agua cuesta al menos 9 millones de vidas al año [4.1.1], incluidas 300.000 en los países del G7 en 2015 (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2017). Alrededor de 2,8 millones de personas murieron en 2015 por la contaminación del aire en interiores [5.3.1] y unos 2,8 millones dependen de la biomasa tradicional impura [21.2.3]. Muchos más millones sufren de mala salud y pérdida de medios de subsistencia. Los gastos relacionados con la contaminación se han estimado en 4,6 billones de dólares anuales [1.3.1]. El 29% de la tierra está degradada, lo que afecta la vida y los medios de subsistencia de entre 1.300 y 3.200 millones de personas [8.3.2] y las catástrofes de aparición lenta están provocando migraciones [9.3.4; 9.7.3]. En 2016, 24,2 millones de personas se vieron desplazadas internamente en 118 países como consecuencia de desastres repentinos [4.1.2]. Estas catástrofes no solo afectaron a los países pobres, sino también a los ricos, como Estados Unidos y Japón. Entre 1995 y 2015, 700.000 personas murieron y 1.700 millones se vieron afectadas por fenómenos meteorológicos extremos que costaron 1,4 billones de dólares [4.1.2; Figura 4.2] (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters y United Nations Office for Disaster Risk Reduction 2015).

Entre 2010 y 2016, aproximadamente 700 fen menos extremos anuales costaron un promedio de 127.000 millones de d lares al año. Mientras que el 90% de las pérdidas procedían de países de renta alta y media-alta, el menos del 1% de las pérdidas de los países de renta baja ascendían a alrededor del 1,5% de su PIB, una proporción mucho mayor que en los países de renta alta, y casi todas no estaban aseguradas (Watts *et al.* 2017). Los daños de la variabilidad y el cambio climáticos en algunas pequeñas regiones insulares son del orden de entre el 1% y el 8% del PIB en promedio durante el período 1970-2010 (United Nations Environment Programme [UNEP] 2016a); si el calentamiento global medio no se limita a 1,5°C, los pequeños estados insulares y las poblaciones costeras pueden enfrentarse a amenazas existenciales. Se calcula que los costos sanitarios relacionados con el agua ascienden a unos 140.000 millones de dólares en pérdidas de ingresos y 56.000 millones de dólares en costos sanitarios anuales (LiXil, Water Aid y Oxford Economics 2016). Es probable que estos impactos agraven las desigualdades dentro de los países y entre ellos, en lugar de reducirlas en consonancia con el ODS 10.

En tercer lugar, hay que abordar los factores que conducen a un planeta insalubre: Las fuerzas motrices y las presiones son el resultado de la continua incapacidad de internalizar los impactos ambientales y sanitarios en los procesos de crecimiento económico, las tecnologías y el diseño de las ciudades. Las presiones surgen del uso masivo de productos químicos (muchos de ellos con implicaciones tóxicas para la salud y el medio ambiente); de los enormes flujos de residuos (muchos de ellos sin gestionar); de los impactos comprometidos y cada vez más intensos del cambio climático y de la desigualdad, que contribuye a los cambios demográficos y a otros impulsores y presiones. La huella medio ambiental de los ricos es significativamente mayor que la de los pobres. Por ejemplo, las emisiones mensuales per cápita en los países ricos son en su mayoría superiores a las emisiones anuales per cápita en los países más pobres (Ritchie y Roser 2018). Los países más ricos consumen 10 veces más materiales por persona en comparación con los países más pobres (UNEP 2016b). Aunque las ideas en torno a una economía verde, saludable e inclusiva pretenden abordar estos desafíos, aún no se han reflejado sistemáticamente en las políticas nacionales existentes. El informe 1,5°C del IPCC destaca el escaso tiempo que

queda para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la medida necesaria para limitar el calentamiento medio del planeta a este nivel, evitando así los costos de adaptación, que podrían ser muy costosos, y que de otro modo serían necesarios (Intergovernmental Panel on Climate Change 2018).

En cuarto lugar, la ciencia actual justifica la acción política en este momento, pero un conocimiento más detallado puede permitir una política más refinada y preventiva. El conocimiento existente es suficiente para movilizar la acción inmediata [1,2, 4-9]. Los nuevos conocimientos, incluidos los datos desglosados de la observación de la Tierra, los datos *in situ*, la ciencia ciudadana, la verificación del terreno y los conocimientos indígenas y locales, son necesarios en la política nacional y en la contabilidad en general [3]. Los sistemas de contabilidad que registran los detalles sobre quién causa el daño al medio ambiente, cómo y por qué; cuál es el alcance de las contribuciones de la naturaleza a los seres humanos, la pérdida de bienes y servicios de los ecosistemas; y quién se ve afectado, aportan grandes beneficios [Figura 3.6]. Las estadísticas y los sistemas de contabilidad también deben reconocer las realidades de las personas predominantemente pobres de la economía informal, que a menudo dependen especialmente de las contribuciones de la naturaleza a las personas y, por tanto, son más vulnerables a la degradación medio ambiental.

En quinto lugar, la política medio ambiental es necesaria, pero inadecuada por sí misma para abordar los problemas ecológicos sistémicos, cuyas soluciones requieren un enfoque más holístico. Las actuales políticas (inter) nacionales no están en condiciones de abordar los principales retos medio ambientales de forma eficaz y equitativa, en consonancia con las aspiraciones de los ODS. Las consideraciones medio ambientales deben integrarse en todos los ámbitos políticos, de modo que las implicaciones potenciales y reales para los recursos naturales y el medio ambiente se incluyan de forma sólida en las políticas de crecimiento económico, desarrollo tecnológico y diseño urbano, a fin de que exista una disociación efectiva a largo plazo entre el crecimiento económico, el uso de los recursos y la degradación del medio ambiente. La mitigación del cambio climático debe ir acompañada de una política de adaptación equitativa al cambio climático comprometido. Las políticas sólo serán efectivas si están bien diseñadas, implicando objetivos claros y combinaciones flexibles de políticas, incluido el seguimiento de instrumentos destinados a lograrlos [12-17] y cuando se dispone de acceso a recursos judiciales [23.3; 23.11; 24.2]. Este enfoque holístico no tiene por qué requerir costos económicos adicionales. Si se invierte el 2% del PIB mundial en el mantenimiento y la restauración del capital natural, se podría obtener el mismo resultado de crecimiento económico en comparación con una inversión similar en la línea actual [18.1].

Los beneficios para la salud derivados de la reducción de la contaminación atmosférica que supondría alcanzar el objetivo de los 2°C podrían ser entre 1,4 y 2,5 veces el costo de la mitigación, y la cifra más alta supondría unos beneficios de 54,1 billones de dólares para un gasto mundial de 22,1 billones de dólares. Pasar de un objetivo de 2°C a uno de 1,5°C generaría otros beneficios sustanciales para la salud de China e India [Recuadro 24.1]. La seguridad alimentaria podría mejorar si se redujera el desperdicio de alimentos, que actualmente es del 33% a nivel mundial [SPM 2.2.4].

En sexto lugar, la salud de las personas, la salud del planeta y la salud de la economía pueden apoyarse mutuamente: las dietas (menos carne) y los estilos de vida saludables, las ciudades sostenibles y con una buena gestión de los residuos (dos de cada cinco personas carecen de acceso a los servicios de eliminación de residuos [SPM 2.2.6; 4.4.1]) y el uso de infraestructuras verdes en las zonas edificadas, así como una movilidad sostenible, pueden aumentar la productividad del trabajo, reducir la necesidad de tierras para la agricultura (por ejemplo, la producción de carne utiliza actualmente el 77% de las tierras agrícolas [SPM 2.2.4; 8.5.1, 8.5.3]) y reducir los costos asociados a la congestión urbana y a la contaminación relacionada con el transporte, así como abordar las posibles compensaciones entre la tierra para alimentos/biocombustibles y la protección de la biodiversidad (OECD 2017). La innovación tecnológica y social que respalda el desarrollo económico respetuoso con el medio ambiente ofrece una alternativa viable y atractiva a las prácticas de "crecer ahora, limpiar después" del pasado. Asimismo, un enfoque de personas sanas requiere la aplicación de los derechos de acceso al agua potable y a los alimentos, los derechos de tenencia y a la igualdad de género. Millones de vidas podrían salvarse y los medios de subsistencia mejorarse con el acceso al aire limpio, el agua, el combustible y los alimentos. La seguridad de los derechos de tenencia para los pobres y los indígenas aumentaría su capacidad de proteger la biodiversidad y los diferentes ecosistemas que los sustentan; por ejemplo, los indígenas y los pobres viven en el 22% de la tierra que sustenta el 80% de la biodiversidad mundial (Sobrevila 2008) generando miles de millones de dólares en secuestro de carbono, reducción de la contaminación, agua limpia, control de la erosión, etc. (SPM 2.2.4; 8.5.3). Si se promueve la igualdad de género, incluido el derecho a heredar y poseer la tierra, se podrían abordar mejor la seguridad alimentaria y muchos problemas de salud relacionados especialmente con las mujeres y los niños [4.1.12]. Adoptar los cambios urgentes y transformadores que se requieren para acelerar la transición hacia una economía más equitativa y ambientalmente sostenible, y una sociedad más sana, a través de orientaciones políticas descendentes e iniciativas ascendentes, sustentará el bienestar y la prosperidad de los países y sus habitantes ahora y en el futuro.



Joyeeta Gupta



Paul Ekins

Referencias

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters and United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2015). *The Human Cost of Weather-Related Disasters 1995-2015.* https://www.unisdr.org/files/46796_cop21weatherdisastersreport2015.pdf.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I. *et al.* (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26, 152-158. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). *Global Warming of 1.5 °C an IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty.* http://www.ipcc.ch/report/sr15/.

Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebscher, J. and Dormann, C.F. (2012). Spatial and temporal trends of global pollination benefit. *PLOS ONE* 7(4), e35954. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035954.

LiXil, Water Aid and Oxford Economics (2016). *The True Cost of Poor Sanitation.* https://www.lixil.com/en/sustainability/pdf/the_true_cost_of_poor_sanitation_e.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2017). *Healthy People, Healthy Planet: The Role of Health Systems in Promoting Healthier Lifestyles and a Greener Future.* Paris. https://www.oecd.org/health/health-systems/Healthy-people-healthy-planet.pdf.

Ritchie, H. and Roser, M. (2018). CO_2 and other greenhouse gas emissions. 23 November. Our World in Data https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions.

Sobrevila, C. (2008). *The Role of Indigenous Peoples in Biodiversity Conservation: The Natural but Often Forgotten Partners.* Washington, D.C.: World Bank. https://siteresources.worldbank.org/INTBIODIVERSITY/Resources/RoleofIndigenousPeoplesinBiodiversityConservation.pdf.

United Nations Environment Programme (2016a). *GEO-6 Regional Assessment for Asia and the Pacific.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7548/GEO_Asia_Pacific_201611.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2016b). *Global Material Flows and Resource Productivity: Assessment Report for the UNEP International Resource Panel.* Schandl, H., Fischer-Kowalski, M., West, J., Giljum, S., Dittrich, M., Eisenmenger, N. *et al.* (eds.). http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21557/global_material_flows_full_report_english.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M. *et al.* (2017). The lancet countdown on health and climate change: From 25 years of inaction to a global transformation for public health. *The Lancet* 391(10120), 581-630. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9.



Preparando el terreno

1. Introducción y contexto
2. Las Fuerzas Motrices del Cambio Ambiental
3. Estado Actual de nuestros Datos y Conocimiento
4. Temas Transversales



Capítulo 1

Introducción y Contexto



© Shutterstock/xtock

Autores coordinadores principales: Mark Elder (Institute for Global Environmental Strategies), Christian Loewe (German Environment Agency)

1.1 GEO-6: Planeta Sano, Gente Sana - el desafío transformador de la humanidad

Ofrecer una vida digna y bienestar a casi 10.000 millones de personas para 2050, sin comprometer aún más los límites ecológicos de nuestro planeta y sus bondades, es uno de los desafíos y responsabilidad más serios que ha enfrentado la humanidad. Poblaciones alrededor del mundo dependen del buen funcionamiento de los sistemas de apoyo a la vida natural en la Tierra, de diferentes maneras y contextos, por lo cual un planeta sano es la base necesaria para el bienestar general y el avance de la humanidad (United Nations 2015a; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2017a).

El sexto informe Perspectiva del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) es una evaluación integrada que aborda de manera holística diversas perspectivas y contribuciones científicas de todo el mundo, en esta oportunidad bajo el concepto de "Planeta Sano, Gente Sana". Esta evaluación insta a los encargados de la formulación de políticas a nivel mundial, así como a todos los ciudadanos, a aplicar los principios de desarrollo sostenible para ayudar a garantizar que el medio ambiente de nuestro planeta continúe siendo fundamento de la sociedad, del bienestar y resiliencia de la población.

Este informe busca dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el estado del medio ambiente mundial?, ¿cómo está cambiando? y ¿cuáles son las fuerzas motrices y los factores más importantes, tanto positivos como negativos, que promueven esos cambios?
- ¿De qué manera las personas y sus medios de subsistencia afectan y se ven afectadas por los cambios ambientales en términos de salud, bienestar económico, equidad social, seguridad alimentaria y bienestar en general?
- ¿Se distribuyen equitativamente los beneficios, las responsabilidades y los riesgos ambientales entre las diferentes regiones, grupos socio-económicos y géneros?
- ¿Cuáles son las principales respuestas y decisiones políticas que se han adoptado en distintos niveles para fortalecer la protección del medio ambiente y la gobernanza? ¿qué tan efectivas han sido en términos de mejorar la calidad del medio ambiente y la eficiencia de los recursos?
- ¿Cuáles son las posibles rutas, las oportunidades y las políticas más importantes, incluidos los Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (MEA) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), para transformar el sistema socioecológico global con el fin de que sea más sostenible y contribuya con el logro de un planeta sano para gente sana?, ¿cuáles son las consecuencias más probables si no se toman medidas adicionales?

Las tres primeras preguntas mencionadas son abordadas en los capítulos introductorios y en la Parte A de este informe. En los capítulos de la Parte B se examina el cuarto punto, referente a la eficacia de las políticas y, el último punto, relacionado con las sendas futuras más prometedoras, es abordado en la Parte C.

El GEO-6 surge en un momento de gran incertidumbre sobre el actual rumbo del desarrollo humano mundial (United States National Intelligence Council 2017). Una razón importante es que, durante las últimas décadas, ciertas actividades humanas impulsoras del cambio climático, así como otros impactos humanos en los ecosistemas, han transformado los sistemas naturales terrestres, sobrepasando su capacidad y perturbado sus mecanismos de autorregulación, lo cual ha generado consecuencias irreversibles para la humanidad (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014) que se ha visto gravemente afectada por actuales cambios sistémicos ecológicos, tales como el cambio climático y el cambio en el uso del suelo (especialmente la deforestación). Estos han repercutido en que los pilares ecológicos de la sociedad humana y los sistemas naturales que sustentan a otras especies y proporcionan servicios inestimables para los ecosistemas, afronten un gran peligro (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Las actividades humanas están causando una cantidad cada vez mayor de contaminación, hasta el punto de ser, hoy en día, reconocidas como el mayor riesgo individual para la salud humana en todo el mundo (Landrigan *et al.* 2018). Por lo cual, continuar viviendo al límite o por fuera de los límites ecológicos, desde lo global hasta lo local, dificultará enormemente el logro de la prosperidad, la justicia, la equidad y una vida sana para todos (Crutzen y Stoermer 2000; Crutzen 2002; Steffen, Crutzen y McNeill 2007; Steffen *et al.* 2011; Steffen *et al.* 2015; Steffen *et al.* 2018). La necesidad de que la humanidad permanezca dentro de los límites de un espacio operativo seguro para el planeta, junto con la necesidad de erradicar la pobreza y acelerar el desarrollo social y económico están vinculadas por el concepto de "un espacio seguro y justo para la humanidad" (Raworth 2012).

Hacer frente a esta gama de daños inducidos por el hombre, entre los que se tienen el cambio climático, la deforestación, la desertización, la pérdida de biodiversidad, la escasez de recursos naturales, la contaminación y los consiguientes impactos naturales y ambientales asociados, es un gran desafío. Si bien es cierto que muchos antiguos y nuevos conflictos y confrontaciones sociales deben resolverse simultáneamente (Beck 2009; Beck 2015; Raskin 2016), estos desafíos acumulativos y omnipresentes deben abordarse como el reto transformador de la humanidad (Beck 2009), mediante la creación de oportunidades que hagan posible un mayor desarrollo humano y, por ende, mayor bienestar. Esto es, en donde los principios de sostenibilidad aplicados universalmente rigen el camino hacia un "Planeta Sano, Gente Sana", sin que nadie sea dejado atrás y tratando de llegar primero a quien más lejos se encuentre (United Nations 2015a).

El GEO-6 asume este desafío transformador, el cual es abordado en la Agenda de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible 2030 (Agenda 2030) y sus 17 ODS. La transformación hacia la sostenibilidad de las interacciones entre el hombre y el medio ambiente (y las interacciones humano-humano relacionadas), especialmente en aspectos como los modelos de consumo y producción y los estilos de vida, requiere de una mejor base de información y un conocimiento nuevo y diversificado de los sistemas planetarios (Steffen 2000; Schellnhuber *et al.* eds. 2004) y de procesos de transformación dentro de los sistemas sociales y económicos globalizados (Schneidewind 2013). Esto incluye la dinámica cultural, el fundamento ético de las percepciones humanas y la comprensión de la "naturaleza y la sostenibilidad ambiental" (Morton 2009; Lammel et al. 2013; Díaz et al. 2015; Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES] 2015; Pascual et al. 2017).

El creciente conjunto de evaluaciones ambientales a escala mundial realizadas por organizaciones internacionales en colaboración con la comunidad científica mundial y los Estados Miembros de las Naciones Unidas, proporciona los conocimientos necesarios para comprender las interconexiones vitales y la dinámica acelerada de los ecosistemas naturales, los sistemas socioecológicos y la dependencia de la vida humana respecto de ecosistemas sanos y naturales. El creciente uso de técnicas de observación de la Tierra, desde el espacio exterior y desde su interior, en combinación con nuevas herramientas de análisis de datos, disciplinas tales como la contabilidad medio ambiental (ver Kim y Kim eds. 2016) y la economía medio ambiental (Siebert 2008; Wiesmeth 2012; Ghosh *et al.* eds. 2016), han revolucionado nuestra capacidad para reconocer los patrones sobre cuáles son las causas del cambio medio ambiental y de qué forma impactan a la vida (Chuvieco ed. 2008; Tomás y Li 2017; Mathieu y Aubrecht eds. 2018).

Los enfoques integrados y basados en sistemas, es decir, los que tienen en cuenta múltiples beneficios de forma simultánea, permiten explorar los vínculos cruzados y gestionar sus efectos, de modo que las políticas puedan apoyar eficazmente una serie de objetivos sociales, económicos y ambientales en pro del bienestar humano, asegurando que se den diversas condiciones previas para ese bienestar. Estos nuevos enfoques y métodos científicos incluidos el estudio de las relaciones intersectoriales entre varias esferas, facilitan la preparación de respuestas políticas más apropiadas, equitativas y eficaces, incluida la reorientación de la inversión, la producción, la distribución y el consumo hacia enfoques más sostenibles y el desarrollo de mejores capacidades de gobernanza en múltiples niveles. La evaluación del GEO-6 se esfuerza en apoyar una visión igualitaria en términos de oportunidades para la prosperidad y el bienestar de todos, dentro de los límites ecológicos de la Tierra, lo cual será posible mediante caminos de desarrollo sostenible compartidos y discutidos a nivel mundial.

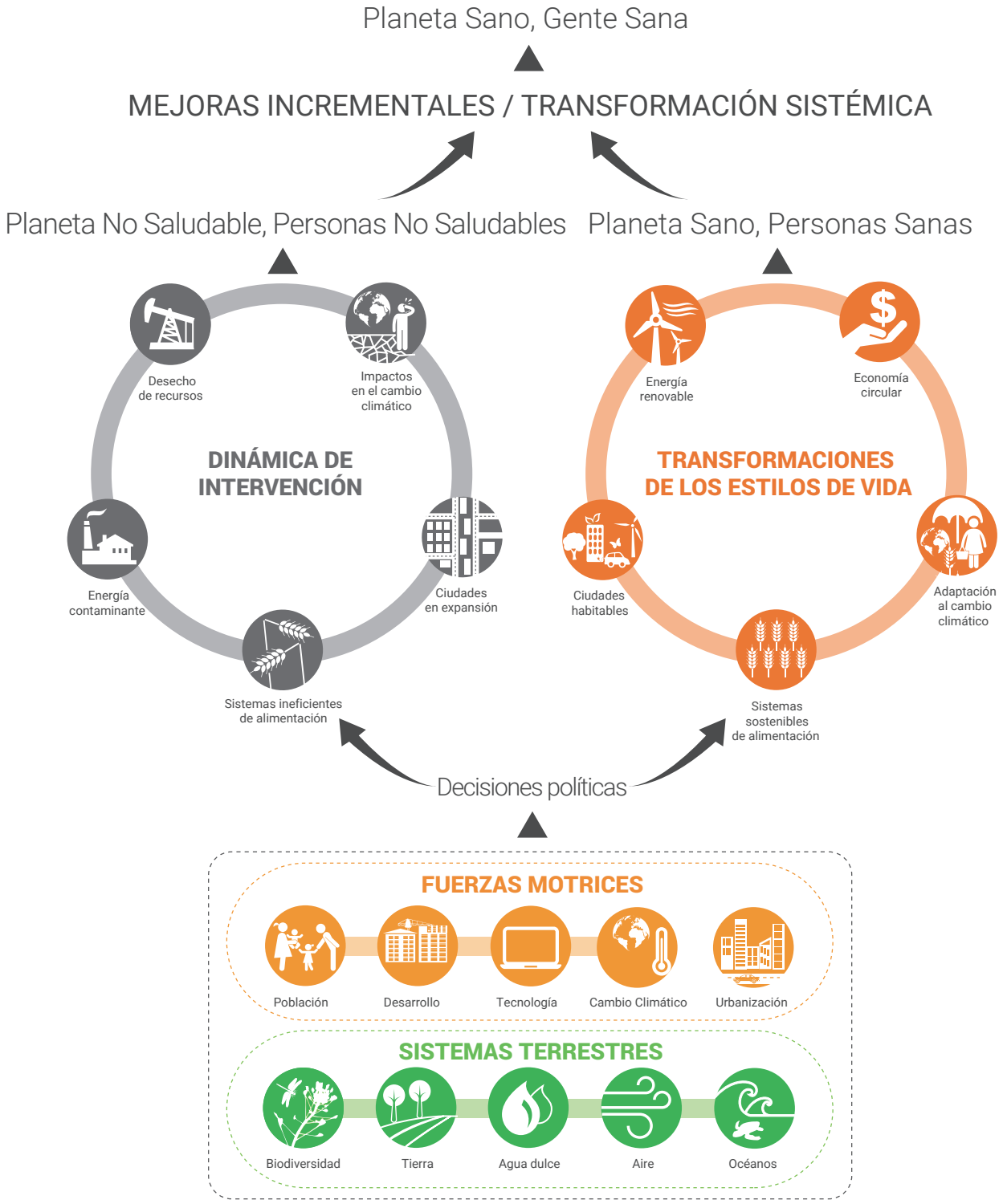
Mediante el uso de perspectivas multidisciplinarias en diversos campos científicos y de soluciones basadas en hechos y estadísticas, el GEO-6 proporciona un marco interpretativo e introduce casos que incluyen éxitos, fracasos y aspiraciones que buscan ayudar a las personas, a los gobiernos y al trabajo de la comunidad mundial, con el fin de prevenir y reparar los daños ambientales y responder más eficazmente a sus cambios y oportunidades. El GEO-6 destaca la evidencia existente de estos cambios ambientales, así como examina las posibles rutas y las oportunidades cruciales para la transformación del sistema mundial humano-ambiental, con miras a que sea más sostenible a mediano y largo plazo (2030/2050).

Este informe titulado "Planeta Sano, Gente Sana", es un enfoque conceptual que tiene en cuenta las dimensiones humanas en la consecución de un planeta sano, al mismo tiempo que subraya la importancia de mantener la integridad de los ecosistemas y el reconocimiento de sus interacciones con los sistemas socioeconómicos. Así, enfatiza que un planeta sano es la base necesaria para el bienestar y la salud física, psicosocial, social, económica y emocional de los seres humanos y, por tanto, resulta fundamental para el logro de todos los ODS.



Raissa Lala Lütolf/Unsplash

Figura 1.1: Decisiones que deben tomarse para lograr un planeta sano para gente sana



La **Figura1.1** ilustra cómo un planeta sano contribuye directamente a la salud de las personas, al fomentar estilos de vida más saludables, a la vez que muestra que el deterioro del medio ambiente aumenta la sobrecarga de enfermedades debido a la exposición a contaminantes nocivos, así como a la reducción en el acceso a las contribuciones de los ecosistemas naturales. Para evitar estos problemas será necesario proteger el capital natural mediante la desintoxicación, la descarbonización, la desmaterialización y la restauración de los ecosistemas, con el fin de mejorar el bienestar planetario y humano.

Un planeta sano necesita de la protección y la gestión sostenible del capital natural, en forma de contribuciones de la naturaleza para las personas y del capital humano. Las oportunidades con que cuentan los seres humanos en la vida se ven afectadas por su propia capacidad para generar una prosperidad económica y social sostenible a largo plazo, soportada en los activos físicos y humanos, el grado de degradación del medio ambiente, el agotamiento de los recursos, la contaminación y los impactos climáticos, además de las disparidades de ingresos y riqueza.

Dado lo anterior, este informe reconoce que las dimensiones ambientales, económicas y de equidad social están íntegramente vinculadas, al igual que lo están los ODS, con su objetivo principal: "No dejar a nadie atrás", ya que todos estos objetivos están arraigados con los derechos humanos y la dignidad. Más aún, muchos de los ODS cuentan con objetivos ambientales que, en algunos casos, integran componentes de equidad. El GEO-6, a lo largo de su desarrollo, presenta evidencia de cómo las contribuciones de la naturaleza a las personas respaldan la salud y el bienestar de los seres humanos, así como los ODS reconocen que la desigualdad, incluida la pobreza y la discriminación de género, dan lugar a un considerable despilfarro de la productividad y la prosperidad humana, a la vez que limitan el alcance de una gobernanza cívica eficaz y responsable, lo cual se encuentra bastante alejado de la dimensión ética de lo justo y la posibilidad de contar con oportunidades. Existe un desaprovechamiento de los recursos humanos que está impidiendo el alcanzar la totalidad de la innovación humana requerida para ayudarnos a vivir de manera sostenible, un ejemplo de ello es la pobreza continua en muchas partes del mundo que la Agenda 2030 busca erradicar (World Bank 2016a). Los ODS también reconocen que las disparidades en el acceso a los recursos, los servicios ecosistémicos, los ingresos y la riqueza, desempeñan un papel importante en la configuración de las oportunidades de vida (Whitmee *et.al*. 2015; OECD 2017), afectando de manera desproporcionada a las mujeres y las niñas, así como a la gente de escasos recursos.

1.2 La evaluación insignia del PNUMA destinada a cumplir la dimensión ambiental de la Agenda 2030

El reconocimiento de estos importantes desafíos ha permitido a los gobiernos comprender mejor las interrelaciones con la dimensión ambiental de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y, así, solicitar la elaboración de la sexta edición del informe "Perspectivas del Medio Ambiente Mundial"

1.2.1 El mandato

Los Estados Miembros asistentes a la primera sesión de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA-1) celebrada en Nairobi, en junio de 2014, solicitaron:

> ... dentro del marco del programa de trabajo y del presupuesto y con el apoyo del UNEP Live, el Director Ejecutivo emprenderá la preparación de la sexta edición del informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6), siendo el alcance, los objetivos y los procedimientos de GEO-6 los que se definan mediante una consulta mundial transparente y compuesta por pares intergubernamentales y plurales de partes interesadas, que esté basada en el documento UNEP/EA.1/INF/14. Esto tendrá como resultado un GEO-6 científicamente creíble y revisado por pares, así como un resumen adjunto para los responsables de la formulación de políticas, que deberá ser aprobado por la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente a más tardar en 2018.

Conforme a lo solicitado por los Estados Miembros (UNEP/EA.1/4) y sobre la base de la decisión (UNEP/IGMS.2 Rev.2) adoptada por la Consulta Mundial Intergubernamental y de Múltiples Partes Interesadas, celebrada en Berlín del 21 al 23 de octubre de 2014, el GEO-6 está basado en seis evaluaciones regionales realizadas de manera similar al proceso mundial de dicho informe, que fueron puestas en marcha en mayo-junio de 2016. Adicionalmente los principales resultados del GEO-6 se recopilan en un Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas, que se adjunta, el cual es redactado por los autores del informe principal y negociado por los gobiernos. Para más detalles sobre el mandato del Medio Ambiente de las Naciones Unidas para producir el sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, véase el Anexo 1-1.

Finalmente, reconociendo que la fecha del cuarto período de sesiones de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA-4) se cambiaría del 11 al 15 de marzo de 2019, los Estados Miembros decidieron en la UNEA-3:

> ... (Solicitar) al Director Ejecutivo que publique el sexto informe sobre las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, por lo menos tres meses antes de la cuarta sesión de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Asimismo, (solicitar) al Director Ejecutivo que programe las negociaciones sobre el Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas al menos seis semanas antes de la cuarta sesión de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y que presente el sexto informe sobre las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, cuyo resumen es adjuntado para los responsables de la formulación de políticas, para su examen y posible aprobación por parte de la Asamblea para el Medio Ambiente en su cuarto período de sesiones.

Con estas decisiones, la fecha de entrega de la versión a la espera de publicación del informe principal es la semana del 5 de diciembre de 2018, y la fecha de entrega de la versión adoptada y traducida del Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas es el 28 de enero de 2019.

1.2.2 Rol del GEO-6

El GEO-6 se produce en un momento crítico para el desarrollo mundial y se fundamenta en los conocimientos y la experiencia adquirida en los informes anteriores que han sido publicados sobre el tema. Las anteriores ediciones del GEO han aportado evidencia sustancial sobre la degradación del medio ambiente que ha socavado el desarrollo actual, y el futuro, amenazando diferentes aspectos del bienestar humano, incluso dentro de los límites planetarios que le permiten a la Tierra apoyar a la civilización humana (United Nations Environment Programme [UNEP] 2007; UNEP 2012a).

Este informe examina con más detalle algunos temas con el fin de mostrar las interrelaciones entre los desafíos ambientales y las problemáticas geopolíticas, económicas, industriales, sociales, tecnológicas y culturales, al tiempo que se consideran las posibles vías y políticas de desarrollo sostenible, que resultan transformadoras para el logro de los ODS y otros Objetivos Ambientales Internacionalmente Acordados (IAEG, por sus siglas en inglés). De esta forma, el GEO-6 busca implementar una discusión más amplia sobre la seguridad del medio ambiente a nivel mundial (Matthew *et al.* 2010; UNEP *et al.* 2010; UNEP *et al.* 2013).

Recuadro 1.1: El concepto de bienestar

Se asume que el bienestar humano tiene múltiples componentes entre los que se incluyen:

- Los elementos básicos para una buena vida, tales como la seguridad y los medios adecuados de supervivencia
- Suficiente comida diaria, un techo, ropa y acceso a bienes
- Salud, que incluye el sentirse bien y contar con un entorno físico saludable, es decir que sea aireado, con acceso a agua potable, buenas relaciones sociales, incluyendo cohesión social, respeto mutuo y la habilidad de ayudar a los otros y proveer para los niños
- Seguridad, incluido un acceso seguro a los recursos naturales y a los recursos de otro tipo, seguridad personal y seguridad frente a desastres naturales y a aquellos provocados por el hombre; libertad de elección y de acción, incluida la posibilidad de lograr aquello que una persona valora hacer y ser.

La libertad de elección y de acción se ve influenciada por otros componentes del bienestar (así como por otros factores, en particular la educación) y es también una condición previa para alcanzar otros componentes para un buen vivir, en particular aquellos que competen a la equidad y la justicia.

Fuente: Evaluación de los Ecosistemas de Milenio 2005.

Adicionalmente, el GEO-6 busca fortalecer aún más la comprensión de la macroperspectiva de los sistemas socioecológicos (incluido el económico), así como utilizar un enfoque más centrado en las personas (UNEP 2016a). El GEO-6 destaca que las personas forman parte de los ecosistemas y dependen de ellos, subrayando la importancia de conservar la naturaleza no sólo por su valor intrínseco, sino también porque es crucial para el bienestar de la humanidad. Ese enfoque es requerido urgentemente a fin de ayudar a hacer frente a la vulnerabilidad y a las diferentes condiciones y capacidades que permiten a las personas reaccionar ante los peligros y las perturbaciones de la vida cotidiana (resiliencia) (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Con esto en mente, confiamos en que las personas se animen a enfrentar el reto, al hacer un cambio en su comportamiento como ciudadanos, consumidores, votantes, políticos, líderes religiosos y empresariales (UNEP 2016b).

El GEO-6 pone en relieve una comprensión actualizada de la relación entre el medio ambiente y la economía, lo cual constituye uno de los fundamentos del enfoque centrado en las personas. Esto acentúa la contribución de la naturaleza en las personas, las funciones ambientales que respaldan el bienestar humano (incluidos los beneficios de las inversiones, innovaciones y tecnologías ambientales), así como los elevados costos de la inacción, de continuar con la dinámica de siempre, así como de los activos abandonados.

Más aún, la perspectiva del GEO-6 ayuda a tomar mejores decisiones políticas normativas para el futuro, abordando los complejos impactos distributivos y los conflictos, como una nueva línea de base para diseñar políticas de desarrollo sostenible y sistemas de gobernanza que estén asociados con la implementación de la Agenda 2030 (World Bank 2016b). La creación de ese conocimiento y el fundamento que aporta esta evidencia ayudará a comunicar mejor las políticas, las medidas y las inversiones que pueden utilizar los gobiernos, así como otros actores interesados, por ejemplo, los ciudadanos, para hacer frente a los problemas actuales y futuros de desarrollo, así como para explicar los beneficios de la adopción de estas. La forma cómo dicha perspectiva es incluida en el análisis del GEO-6 es estudiada en la Sección 1.7.

1.3 El GEO-6 en un contexto global cambiante

El mundo se está enfrentando a una amplia gama de desafíos económicos, sociales, culturales y de seguridad política/militar (World Economic Forum 2017). A pesar de los importantes progresos mundiales en materia de desarrollo económico y reducción de la pobreza en algunas regiones, una gran parte de la población de varias zonas afronta una pobreza, en muchos casos extrema; muchas personas que aún no están en dicha situación, manifiestan una gran preocupación por la seguridad económica y las oportunidades a futuro para la vida. Algunas áreas están experimentando tensión social, una creciente desigualdad, baja gobernanza, erosión cultural, reacciones opuestas a la globalización, inestabilidad política, grandes números de refugiados, incremento en los procesos migratorios y conflictos internos violentos, producto de estas inseguridades económicas, sociales, de injusticia y corrupción.

Muchos de estos problemas de seguridad económica, social y político-militar a nivel mundial están relacionados con el medio ambiente en términos de causas, impactos y posibles soluciones. Asimismo, algunos conceptos científicos recientes de protección ambiental para la sociedad, tales como los límites planetarios (Rockström *et al.* 2009; Steffen *et al.* 2011; Steffen *et al.* 2015), explican que el medio ambiente es la base de la vida humana en la Tierra. Los métodos actuales para generar prosperidad material han socavado la salud de los ecosistemas, causando daños ambientales masivos y superando varios de estos límites planetarios, hasta el punto de poner en peligro el desarrollo de las sociedades humanas y el "espacio operativo seguro" para la vida humana en la Tierra. Dentro del marco de los límites planetarios, los problemas ambientales son considerados como problemas sistémicos inherentes a la transformación de la naturaleza por parte de los seres humanos y a las dinámicas culturales en curso, resultando así no solo como daños colaterales propios del desarrollo de la sociedad (Steffen 2000). La biodiversidad también es de vital importancia para el bienestar del ser humano (Secretariat of the Convention on Biological Diversity [CBD] 2014), así como los servicios ecosistémicos en general (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Claramente, las funciones de la política ambiental se han expandido hasta el punto que en la actualidad contribuyen a la seguridad política/militar, económica y social, así como a otras actividades de desarrollo. De la misma manera, otras de esas áreas políticas también tienen una gran influencia en el estado del medio ambiente. Por lo tanto, una consecuencia clave de estas interrelaciones es la necesidad de un enfoque integrado que aborde los problemas ambientales, económicos y sociales de forma holística (United Nations 2015b; Jetzkowitz *et al.* 2018). El GEO-6 busca articular estos enlaces entre el medio ambiente, la seguridad social y económica, la justicia global y el bienestar humano, para así promover un nuevo marco de sostenibilidad que sea parte integral de todos los aspectos de desarrollo global, regional y nacional (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO] 2014a; Lehmann *et al.* 2015; UNEP 2016a; UNESCO 2016).

1.3.1 Oportunidades y desafíos ambientales y económicos

El medio ambiente está estrechamente relacionado, tanto de forma positiva como negativa, con cuestiones económicas claves como la pobreza, la prosperidad, el empleo, las pautas de producción, la innovación y la disponibilidad o la escasez de recursos. Por una

parte, la economía es una causa importante de problemáticas ambientales, mientras que estos causan cada vez más pérdidas económicas. Artículos recientes han señalado que "las pérdidas de bienestar derivadas de la contaminación se estiman en 4,6 billones de dólares al año", lo que supone "alrededor del 6,2% de la producción económica mundial" (Landrigan *et al.* 2018. p.462). Desde el punto de vista económico, los países suelen seguir guiándose por el enfoque de "crecer primero, limpiar después", lo cual, como se mostrará en este informe, es simplemente insostenible en un mundo que ya cruza las fronteras planetarias en varias dimensiones, situación que, de no abordarse, amenaza con socavar el crecimiento económico. Adicionalmente, dicho enfoque es muy probable que resulte más costoso para muchos países, ya que en la mayoría de los casos es más costosa la limpieza posterior, que la prevención inicial de los daños. Eso conduce al abandono de bienes que pierden su valor, lo que conlleva unos impactos negativos irreversibles, incluyendo algunos para la salud humana. A su vez, esto se traduce en una economía improductiva y no competitiva, en comparación con un enfoque flexible y proactivo, capaz de gestionar la transición a una economía sostenible, innovadora y eficiente en el uso de los recursos que puede aprovechar las oportunidades de los mercados nacionales y de exportación en aquellos mercados de rápido crecimiento con conciencia medio ambiental.

Por otra parte, la protección del medio ambiente, así como la prevención y la disminución de los efectos de la contaminación, son también importantes fuentes de oportunidades económicas, ya que proporcionan puestos de trabajo, reducen la pobreza, impulsan la innovación y abordan el tema de la disponibilidad, la escasez y el agotamiento de los recursos. Las sinergias positivas entre la economía y el medio ambiente son en la actualidad más ampliamente reconocidas (Porter y van der Linde 1995; The Economics of Ecosystems and Biodiversity [TEEB] 2010; OECD 2011; UNEP 2011a; UNEP 2011b; Hepburn y Bowen 2012; United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific [UNESCAP] y Korea International Cooperation Agency [KOICA] 2012; Global Commission on the Economy and Climate 2014; Altenburg y Assmann 2017; OECD 2017b), en comparación con la opinión de que existen compensaciones entre estos dos.

En 2011, el valor económico a nivel global de los servicios ecosistémicos fue estimado en cerca de $125 billones de dólares (valor en esta moneda para el 2007[1]) (Costanza *et al.* 2014). Aun así, es necesario un mayor esfuerzo para comunicar este mensaje sobre las sinergias positivas, ya que la perspectiva de las compensaciones entre la economía y el medio ambiente, sigue estando reforzada por los métodos actuales para calcular el crecimiento económico, que generalmente externalizan los impactos ambientales y hacen hincapié en las perspectivas a corto plazo, en lugar de aquellas a largo plazo. Especialmente en naciones/regiones en las cuales la gente se preocupa por sus puestos de trabajo, sus salarios y la prosperidad económica, existe el riesgo de disminuir el apoyo a la protección ambiental y a los MEA si no se comprenden bien los nexos existentes entre estas preocupaciones. Por ello, el GEO-6 pretende contribuir con una evaluación más exhaustiva de los costos y beneficios, así como de la rentabilidad de las políticas y prácticas medio ambientales, cómo estas se encuentran distribuidas en la sociedad.

Actualmente, muchas empresas a nivel mundial comprenden que los problemas ambientales plantean importantes retos para sus operaciones y abordarlos representa importantes oportunidades de negocio, por ejemplo, mediante el uso de prácticas empresariales de economía circular (véase el Capítulo 17), en el contexto de consumo y producción sostenible (Lacy y Rutqvist 2015; Ghisellini, Cialani y Ulgiati 2016; Murray, Skene y Haynes 2017; Hopkinson, Zils y Hawkins 2018, véase la Sección 17.5 de este informe), además de permitir un aumento en la productividad y la rentabilidad (al menos en las fases iniciales de reducción de residuos y mejoramiento de la eficiencia). Esto también evita mayores responsabilidades y cargas para las generaciones futuras, de ahí que destacados grupos empresariales, como el Consejo Empresarial Mundial de Desarrollo Sostenible y el Pacto Mundial de las Naciones Unidas, promuevan la sostenibilidad del medio ambiente en todos los niveles de la sociedad y en la adopción de decisiones.

La protección del medio ambiente y las empresas de este sector también pueden ser importantes fuentes de empleo (International Labour Office [ILO] 2016). En el sector energético mundial, las fuentes de energía renovables están creciendo mucho más rápido de lo previsto y la inversión anual mundial en estos sistemas es ahora mayor que la inversión en combustibles fósiles (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [REN21] 2018). Se ha sugerido que la energía "limpia" (energía renovable y baja en carbono) y la eficiencia energética pueden tener más potencial de creación de empleo que el carbón y el gas natural (Wei, Patadia y Kammen 2010; Garrett-Peltier 2017; International Renewable Energy Agency [IRENA] 2018; Yihdego, Salem y Pudza 2017). De forma más reciente, en los Estados Unidos, la industria solar aporta más del doble de puestos de trabajo que los provenientes de la industria del carbón (United States Department of Energy 2017).

Aun así, muchas tendencias económicas plantean retos para abordar los problemas medio ambientales y muchos gobiernos se enfrentan con dificultades para obtener ingresos, mientras que las iniciativas de desregulación suelen centrarse en debilitar las normas/regulaciones medio ambientales (Castree 2008; Steinebach y Knill 2017). La Agenda de Acción de Addis Abeba, por medio de la cual se abordan de forma general los medios de aplicación del desarrollo sostenible, incluidos los ODS, sugiere formas de ayudar a los gobiernos a reforzar su capacidad de financiación nacional (United Nations 2015c).

La globalización ha sido una tendencia general durante varias décadas y sus posibles efectos ambientales ha sido uno de los principales focos de investigación. Sin embargo, la interrelación entre desarrollo económico y el ambiental ha sido muy compleja y difícil de sintetizar e incluso algunos aspectos de la globalización pueden empeorar los problemas ambientales, mientras que otros pueden resultar benéficos (Boyce 2004; Gallagher 2009; Clapp y Dauvergne 2011; Newell y Roberts eds. 2016). La identificación de dichas compensaciones y de sinergias es un elemento importante de la evaluación del GEO-6 (véase los Capítulos 4 y 17).

1.3.2 Oportunidades y retos, sociales y medio ambientales

Los temas medio ambientales están estrechamente relacionados con aspectos sociales tales como: el hambre, los patrones de consumo, la salud, la educación, la desigualdad, las brechas de género, los residuos y el saneamiento, los refugiados, la migración, los conflictos y la intolerancia. Por ejemplo, el hambre y la alimentación, abordados en el ODS 2, están vinculados a la agricultura, que a su vez está relacionada con el medio ambiente, especialmente con la meta 2.4 de los ODS sobre agricultura sostenible. Así, mientras la contaminación ambiental perjudica a la agricultura, contar con un medio ambiente más limpio ayudará a mejorarla, así como también contribuirá con la nutrición y la salud (Landrigan *et al.* 2018).

La educación promueve un medio ambiente saludable y viceversa (UNESCO 2014b; UNEP 2017a). Por esto, la contaminación ambiental, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático son causas importantes de los problemas de salud y de las enfermedades ambientales, las cuales, a su vez, pueden tener un efecto negativo en la educación y el aprendizaje, especialmente en niños, e igualmente puede ser un obstáculo para el empleo en los adultos (Mohai *et al.* 2011; Zhang y Zhang 2018). Por el contrario,

1 A menos que se indique lo contrario, todos los valores de este informe son valores nominales de mercado.

limpiar, evitar la contaminación, proteger y restaurar los hábitats, son oportunidades importantes para mejorar la salud, ya que ayuda a las personas a llevar una vida más plena y productiva. Las enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica causaron 9 millones de muertes prematuras en 2015, lo que representa el 16% de todas las muertes a nivel mundial (Landrigan *et al.* 2018), al mismo tiempo que, en algunos países, la peligrosa contaminación atmosférica ha obligado al cierre de las escuelas (Sastry 2002; Li *et al.* 2014; British Broadcasting Corporation [BBC] 2016; Reuters 2017).

El medio ambiente también está relacionado con una creciente desigualdad social, incluida la desigualdad de género, la cual puede, de muchas maneras, suponer una carga para las personas pobres o socialmente desfavorecidas. Entre ellas pueden figurar el acceso desigual a los recursos, por ejemplo, al suelo, al agua, a los alimentos, a las semillas; una distribución desigual de los efectos de la degradación ambiental, tales como los efectos en la salud del cambio climático y de los desechos; la creación y pérdida de empleo debido al cambio en el consumo y la producción entre zonas geográficas; y la distribución desigual de las responsabilidades con respecto a la solución de los problemas ambientales. La salud de los niños es, particularmente, susceptible a los efectos negativos de los productos químicos debido a su rápido crecimiento y desarrollo, así como a una mayor exposición, en relación con el peso corporal.

En muchos casos, los impactos del medio ambiente en las personas están relacionados con sus niveles de ingresos (Moser y Kleinhückelkotten 2017) por ejemplo, las personas con mayores ingresos son más capaces de aislarse de los problemas ambientales en comparación con las personas de pocos ingresos. Los primeros cuentan con más posibilidades de contribuir a las soluciones gracias a su capacidad de contar con recursos y a las opciones de cambiar su estilo de vida (UNEP 2016b). Esto también está relacionado con la distribución geográfica, económica y social de las zonas afectadas por los problemas ambientales.

Las fuerzas motrices y las presiones del cambio ambiental, así como su estado y sus impactos, tienen aspectos que se centran en las personas y que deben tenerse en cuenta para desarrollar políticas eficaces y justas para el mundo de la Agenda 2030. Ese enfoque es requerido de forma urgente a fin de ayudar a hacer frente a la vulnerabilidad y a las diferentes condiciones y capacidades que permiten a las personas reaccionar ante los peligros y las perturbaciones de la vida cotidiana (resiliencia) (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Las personas -pobres y ricas, mujeres y hombres- afectan y se ven afectadas de manera diferente por los cambios ambientales y los riesgos conexos, lo que a su vez juega un rol fundamental en la toma de decisiones en materia de políticas (Serret y Johnstone eds. 2006; UNEP 2016b). Basados en esta perspectiva, el GEO-6 pretende entender cómo la "equidad" ambiental será experimentada por diferentes personas, de manera que pueda influir en las decisiones políticas futuras al abordar los complejos impactos y conflictos distributivos, proporcionando, una nueva base de referencia para diseñar políticas de desarrollo sostenible y sistemas de gobernanza para la implementación de la Agenda 2030 (World Bank 2016).

Esta Agenda ahora entiende el uso sostenible de los recursos ambientales y naturales como complementario y necesario para "poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todos los lugares" (ODS 1). Aproximadamente, el 70% de los pobres del mundo dependen directamente de los recursos naturales para toda o para alguna parte de su subsistencia, en particular las mujeres y las niñas, así como otros grupos marginados. Por tanto, los esfuerzos por erradicar la pobreza y asegurar la prosperidad están directamente relacionados con la mejora de la gestión, tanto del medio ambiente, como de los recursos naturales de forma integrada (TEEB 2010).

1.3.3 Retos y oportunidades en materia de medio ambiente y seguridad político-militar

Los problemas medio ambientales, como la degradación de la tierra (United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] 2017), la escasez y el agotamiento de los recursos, especialmente del agua, la energía, los alimentos y la biodiversidad, tienen el potencial de ser fuentes importantes de conflictos, así como de problemas de seguridad y migración (Homer-Dixon 1991; Homer-Dixon 1999; Barnett y Adger 2007; Gupta, Dellapenna y Heuvel 2016). Los problemas de seguridad político/militar pueden verse amplificados por los efectos del cambio climático; la seguridad del agua se ve comprometida por la contaminación y su uso insostenible, así como por la demanda que supera una oferta sostenible, la variabilidad climática, las sequías, las inundaciones, etc. El cambio climático, incluidos los fenómenos meteorológicos extremos relacionados con este y la degradación del medio ambiente, están teniendo en la actualidad una serie de efectos complejos, especialmente en los Estados y en ciertos ecosistemas frágiles. Por ejemplo, estos agravan los problemas de los inmigrantes y los refugiados (tanto dentro de los países como entre ellos), lo que a su vez repercute en un aumento de la incertidumbre y la inestabilidad política en todo el mundo. Los refugiados ambientales desplazados por la degradación de este también pueden sufrir problemas de salud y dificultades para mantener sus medios de subsistencia.

Las guerras y los conflictos son fuentes importantes de contaminación, especialmente del aire, del agua y del suelo, los desechos, los gases de efecto invernadero y la degradación de la tierra. De la misma forma, abordar los problemas ambientales puede ofrecer importantes oportunidades para ayudar a resolver los problemas de seguridad política/militar (Brown, Hammill y McLeman 2007; UNEP *et al.* 2013), entre otras cosas, ayudando a garantizar los medios de subsistencia y a reducir la necesidad de desplazamiento. La financiación internacional a los Estados devastados por la guerra, puede destinarse de forma productiva a abordar los problemas medio ambientales mediante el desarrollo de infraestructuras sostenibles, incluidas las naturales, la restauración de ecosistemas y servicios tales como la gestión de desechos, aguas residuales y recursos.

1.3.4 Disponibilidad y escasez de recursos

Los problemas de disponibilidad y escasez de recursos ilustran claramente las estrechas interrelaciones entre las cuestiones económicas, sociales, humanas, de seguridad política/militar y medio ambiental (Qasem 2010; UNEP 2011a; Pereira 2015). Estos problemas también tienen importantes repercusiones negativas para el medio ambiente e impactos sociales y sanitarios en su producción y/o uso, por ejemplo, a través de la minería u otros procesos de extracción.

Al mismo tiempo, los recursos son insumos importantes para las soluciones ambientales, para los temas económicos, de empley son usados en productos y servicios que apoyan el bienestar humano. Esto no solo se relaciona con los recursos hídricos, energéticos y alimentarios más importantes, los cuales han sido ampliamente investigados como aspectos "conexos" (UNESCAP 2013; Food and Agriculture Organization [FAO] 2014; International Resource Panel 2015). El fósforo (Cordell y White 2015) es un insumo clave para la producción de alimentos y otros recursos escasos importantes, incluyendo materiales como los metales de tierras raras (Gupta y Krishnamurthy 2004; Abraham 2015; Graedel *et al.* 2015) que se utilizan en muchas aplicaciones industriales, incluidas las tecnologías medio ambientales clave, como la energía eólica y solar, así como las baterías avanzadas. Estos materiales, así como los numerosos productos fabricados con ellos, también tienen importantes aplicaciones militares. Además de los daños ambientales que se causan por su producción, se suma como aspecto negativo, su escasez (Calvo, Valero y Valero 2017), lo

que conlleva a preocupaciones de seguridad política/militar relacionadas con garantizar su disponibilidad.

1.4 Gobernanza ambiental

La gobernanza ambiental es cada vez más importante en todos los niveles, incluidos los gobiernos del ámbito mundial, regional, nacional y local (departamental, municipal, etc.), así como a nivel empresarial y para las partes interesadas de la sociedad civil (Biermann *et al.* 2012; Biermann 2014; United Nations Economic Commission for Europe [UNECE] 2014; Patterson *et al.* 2015; Mortensen y Petersen 2017). En materia de gobernanza ambiental están surgiendo nuevos retos, tales como la apertura del Ártico y la aparición de nuevos materiales, pese a que muchos de los antiguos desafíos aún continúan sin abordarse de forma adecuada. Adicionalmente, una mayor participación de las distintas partes interesadas en este tipo de gobernanza es una tendencia mundial importante, sin embargo, son necesarias mayores sinergias entre los gobiernos y las organizaciones de la sociedad civil. Por esta razón, actualmente se han realizado muchos esfuerzos para desarrollar métodos de facilitación más eficaces que permitan esta colaboración (Ansell y Gash 2008; UNECE 2014; Pattberg y Widerberg 2016; Dodds, Donoghue y Leiva-Roesch 2017), esto incluye nuevas tecnologías, redes sociales y la ciencia ciudadana, que busca involucrar a los ciudadanos en la investigación científica (Kobori *et al.* 2016, véase la Sección 25.2), siendo esta, a veces, la única forma de conseguir cierto tipo de información. De igual forma, la gobernanza al interior del sector privado se ha convertido en un espacio importante de innovación.

Los problemas medio ambientales siempre han sido muy complejos y están estrechamente relacionados con otros ámbitos políticos (Jordan y Lenschow 2010), sin embargo, los esfuerzos por superar los límites sectoriales no han avanzado lo suficiente (Adelle y Nilsson 2015). De esta forma, ahora es más importante que nunca promover la integración y la coordinación de las preocupaciones ambientales con otros ámbitos del desarrollo, como la economía, el comercio, la salud, el agua, la energía, la educación, los sistemas alimentarios y la planificación urbana (FAO 2014; Le Blanc 2015; OECD 2015; Elder, Bengtsson y Akenji 2016; United Nations 2016; Scheyvens *et al.* 2017).

Además, los límites ecosistémicos no suelen corresponder a las fronteras geopolíticas, razón por la cual muchos problemas medio ambientales, especialmente los relacionados con la contaminación, suelen ser de carácter transfronterizo, como la contaminación atmosférica, la del agua dulce (superficial y subterránea), la marina, las aguas residuales, las fugas de contaminantes, el vertido de residuos peligrosos y nucleares, y la pérdida de especies. Dado que muchos de estos problemas transfronterizos están interrelacionados, existen amplias oportunidades para aprovechar los beneficios conjuntos de las soluciones políticas, aunque para ello se requiera de una mayor cooperación y coordinación que se extienda más allá de las fronteras políticas.

Muchos esfuerzos se han realizado para desarrollar formas que permitan mejorar la gobernanza ambiental que van desde una regulación más fuerte y políticas de apoyo a las acciones voluntarias, hasta la autogestión por parte de los actores interesados. El Estado tiene un papel importante en el fortalecimiento de este tipo de gobernanza, entre otras cosas, ratificando y aplicando los convenios ambientales, apoyando la investigación en esta área y brindando soporte a las poblaciones vulnerables. Sin embargo, al no tenerse claro cuál es el camino a seguir, la amplificación de esfuerzos es indispensable (Ansell y Gash 2008; Jordan 2008; Newig y Fritsch 2009; Biermann *et al.* 2012; Galaz *et al.* 2012; Biermann 2014; United Nations Development Programme [UNDP] 2014; Kanie, Andresen y Haas eds. 2014; Pattberg y Widerberg 2015; Pattberg y Zelli eds. 2016; Biermann, Kanie y Kim 2017).

1.5 La dimensión ambiental de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de la gobernanza global medio ambiental y de los acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente

Hasta hace unos años, la gobernanza ambiental global se ha centrado, principalmente, en los MEA (Najam, Papa y Taiyab 2006; Environment Canada, University of Joensuu y UNEP 2007; Kanie 2007), junto con muchos acuerdos regionales y bilaterales (Balsiger y VanDeveer 2012), estimándose que existen más de 1.300 de los primeros y 2.200 acuerdos ambientales bilaterales (Mitchell 2018).

A pesar de todos estos acuerdos y de los cinco informes anteriores sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, el estado del medio ambiente sigue siendo problemático y ha continuado deteriorándose en muchos aspectos (Susskind y Ali 2015; UNEP 2012b), hasta tal punto que los cimientos medio ambientales de la sociedad humana cada vez más se encuentran en peligro (Rockstrom *et al.* 2009; Steffen *et al.* 2011; Steffen *et al.* 2015). Más aún, algunos contaminantes ambientales, como los desechos plásticos, la contaminación marina, los desechos relacionados con actividades militares y los pesticidas, todavía se mantienen sin una regulación suficiente a nivel mundial. Igualmente, no se ha contado con un progreso suficiente que haga posible el logro de patrones de consumo y producción que sean sostenibles.

Algunos acuerdos y marcos internacionales están trabajando para lograr un manejo más integral de los problemas mundiales, en vez de enfocarse exclusivamente en temas ambientales. Estos combinan las dimensiones políticas, económicas, sociales y medio ambientales, al tiempo que fortalecen los elementos ambientales. Lo anterior incluye los ODS, el Acuerdo de París sobre cambio climático, el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres, la Nueva Agenda Urbana - Habitat III y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.

Los ODS y la Agenda 2030 están a la vanguardia de esta tendencia, aportando una perspectiva integrada y exhaustiva al desarrollo sostenible, al tiempo que articulan el medio ambiente con otras dimensiones del desarrollo sostenible a fin de aprovechar las sinergias y reducir al mínimo las compensaciones. Asimismo, representan un cambio importante con respecto a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). En este sentido, los ODS no son solo universales y se constituyen como un reto para todos los países, sino también cuentan con una agenda amplia en materia de sostenibilidad, que brinda la misma atención a lo social, lo económico, y los temas medio ambientales. En contraste, los ODM hicieron un especial énfasis en temas sociales, pero prestaron una atención insuficiente a los aspectos económicos y medio ambientales. Por lo tanto, el medio ambiente se incorpora en los ODS más ampliamente que en los ODM (UNEP 2016c).

Más aún, mientras que los ODM se orientaron principalmente a la reducción de la pobreza en los países en desarrollo (con el compromiso de los países desarrollados de establecer una Alianza Mundial para el Desarrollo), la Agenda 2030 es universal, con metas y objetivos que deben ser alcanzados por todos los países. Según la UNEA, la Agenda 2030 "representa un cambio de paradigma destinado a sustituir el actual modelo económico que está basado en el crecimiento, por uno nuevo, cuyo objetivo es lograr economías y sociedades sostenibles y equitativas en todo el mundo" (UNEA 2016 p.1), señalando que "los ecosistemas y los servicios que estos prestan, como los alimentarios, hídricos, de manejo de enfermedades, la regulación del clima y la realización espiritual son condiciones previa" para el desarrollo sostenible, mientras que "las pautas insostenibles de producción y consumo amenazan nuestra capacidad para lograr este tipo de desarrollo".

El medio ambiente está presente en todos los ODS, ya que más de la mitad tienen un enfoque ambiental directo o se ocupan del

uso sostenible de los recursos naturales (UNEP 2016d). Muchos objetivos están directamente relacionados con la calidad del medio ambiente físico, por ejemplo, el agua (ODS 6), el clima (ODS 13), los océanos (ODS 14), la tierra y la biodiversidad (ODS 15). Otros objetivos se relacionan de forma más indirecta con el medio ambiente físico, por ejemplo, a través de los desastres naturales (ODS 1 y 11), la alimentación, el hambre y la agricultura (ODS 2), la salud humana (ODS 3), la energía (ODS 7), el crecimiento económico y el empleo (ODS 8), la industria (ODS 9) y las ciudades (ODS 11) (International Resource Panel 2014; International Resource Panel 2015; OECD 2015; Lucas *et al.* 2016). Por ejemplo, el ODS 8 hace hincapié en el crecimiento económico sostenible y el empleo digno, mientras que una de sus metas pide desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental y mejorar la eficiencia global de los recursos en el consumo. El ODS 12 sobre consumo y producción sostenible, el ODS 16 sobre paz, justicia e instituciones sólidas y el ODS 17 sobre medios de implementación, son objetivos intersectoriales que respaldan a todos los demás objetivos y sus dimensiones ambientales. Es evidente que los SDG no pueden lograrse sin un progreso ambiental sustancial, reconocimiento también hecho en la Agenda 2030, en la que se pide expresamente un enfoque integrado del desarrollo sostenible (International Resource Panel 2015).

A pesar de que los ODS entrelazan el medio ambiente de una forma más cercana a otras áreas del desarrollo, estos no representan de una forma completa la agenda mundial medio ambiental (Wackernagel, Hanscom y Lin 2017). Algunos problemas ambientales importantes no están bien reflejados en los ODS, como la minería y la extracción de recursos naturales, así como los vínculos entre género y medio ambiente (por ejemplo, la contaminación del aire interior al cocinar; Elder y Zusman 2016). El objetivo climático (ODS 13) no cuenta con una meta o indicador directamente relacionado con el estado climático, sin embargo, hace referencia al Acuerdo de París, el cual en efecto cuenta con dicho objetivo. Más aún, los indicadores medio ambientales no se encuentran tan bien desarrollados como aquellos para otras áreas y existe una menor cantidad de información disponible para cuantificar los impactos y/o los progresos que se han obtenido en relación los objetivos conexos. Muchos de los objetivos tienen varias dimensiones y, frecuentemente, la dimensión relacionada con el medio ambiente no se encuentra incluida en el (los) indicador(es). Los ODS abordan las metas establecidas en muchos MEA, sin embargo, solo unos pocos de los muchos AIEG se mencionan directamente en estos.

Similar a los ODS, otros de los acuerdos y marcos de las Naciones Unidas más importantes, como el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres y la Nueva Agenda Urbana - Habitat III, requieren contribuciones sustanciales desde todos los sectores y todos los actores, así como una transformación significativa de las prácticas económicas y sociales. Al igual que los ODS, estos acuerdos tienen un amplio alcance y deben aplicarse utilizando un enfoque integrado.

De igual forma, los principales foros mundiales, distintos a aquellos promovidos por las Naciones Unidas (por ejemplo, el Grupo de los Veinte [G20], el Grupo de los Siete [G7] y el Foro Económico Mundial) se centran cada vez más en las cuestiones ambientales y en los riesgos asociados, especialmente en relación con los ODS. En 2015, los líderes y jefes de Estado del G7 se reunieron en Elmau, Alemania, y acordaron descarbonizar la economía mundial para finales de este siglo (G7 2015); en la Cumbre de Ise-Shima, celebrada en Japón en 2016, el G7 acordó hacer esfuerzos concertados para cumplir con sus compromisos en materia de ODS y del Acuerdo de París; en la Cumbre de Taormina de 2017, en Italia, todos los miembros del G7 ratificaron su firme compromiso de aplicar rápidamente el Acuerdo de París (con excepción de los Estados Unidos, país que estaba en proceso de revisión de sus políticas conexas). El G7, por tanto, ha venido celebrando de forma periódica reuniones de ministros de medio ambiente, al igual que ha optado por la adopción del Plan de Acción por los ODS (G20 2016).

Otras reuniones importantes de ministros de medio ambiente incluyen: los BRICS (Brasil, Federación de Rusia, India, China, Sudáfrica), la Cumbre Ministerial de Asia y el Pacífico sobre el Medio Ambiente, la Conferencia Ministerial Africana sobre el Medio Ambiente y la Reunión Tripartita de Ministros de Medio Ambiente entre China, Japón y la República de Corea. Los ODS proporcionan un marco y un lenguaje común que reúne todos estos acuerdos y acciones.

El enfoque basado en metas e indicadores, el cual fue una innovación clave de los ODM, también fue utilizado por los ODS, así como por el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, incluidas las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica las cuales fueron elaboradas en el marco del CBD (Kanie y Biermann, eds. 2017). Muchos consideraron que este enfoque contribuyó de manera importante al éxito relativo de los ODM al movilizar acciones y apoyo, aunque también tiene algunas desventajas (Fukuda-Parr, Yamin y Greenstein 2014). Si este enfoque se aplica ampliamente teniendo en consideración el espíritu y el lenguaje de los ODS, y no de una manera instrumental limitada, entonces la implementación y la rendición de cuentas pueden verse fortalecidas (Biermann, Kanie y Kim 2017). Otra innovación importante para los ODS y el Acuerdo de París es que cada país acordó traducir los objetivos y metas mundiales en metas e indicadores nacionales. Esto, sin embargo, introducirá el desafío o la oportunidad de rendir cuentas sobre los progresos realizados.

Por lo tanto, es muy importante que el GEO-6 continúe centrando la atención mundial en los acuerdos ambientales multilaterales, en los AIEG y en los nuevos enfoques de los ODS y otros foros mundiales no pertenecientes a aquellos de las Naciones Unidas. Sin embargo, la aplicación de algunos MEA también puede beneficiarse de un enfoque más integrado, posiblemente a través de mayores vínculos con los ODS.

Una de las tareas más importantes del informe GEO-6 es evaluar el progreso de los Objetivos Ambientales Internacionalmente Acordados (IEAG) que han sido establecidos con los MEA y que resaltan las brechas que existen entre los compromisos y los logros de estos acuerdos. Aún más importante, esto ayudará a orientar la respuesta mundial y crear la capacidad institucional necesaria para enfrentar la creciente complejidad e incertidumbre asociadas con los problemas ambientales, para así abordarlos mediante el desarrollo mundial. Dada la urgencia de los desafíos asociados con el medio ambiente y el desarrollo y la limitación de recursos financieros y humanos disponibles para hacerles frente, el GEO-6 se centra en un enfoque holístico e integrado de evaluación, con el fin de aprovechar las sinergias entre diversas problemáticas, reducir al mínimo compensaciones y comunicar los conocimientos obtenidos.

1.6 El GEO-6 en el contexto de otras evaluaciones ambientales

Para hacer frente de manera eficaz a los desafíos ambientales, es preciso comprender de forma adecuada los impactos más importantes sobre las personas, las economías, las sociedades, los mercados, las instituciones, la justicia, la seguridad y la cultura. El proceso del GEO-6 reconoce la necesidad de realizar evaluaciones ambientales participativas e integradas (IEA, por sus siglas en inglés); de hacer uso de herramientas y plataformas institucionalizadas que permitan empoderar a las personas, a las organizaciones y a los encargados de la toma de decisiones, mediante la obtención conjunta de información y conocimientos pertinentes relacionados con el estado y las tendencias del medio ambiente, en pro de orientar las acciones políticas y sus correspondientes respuestas (UNEP, 2015).

El GEO-6 es parte del creciente cuerpo de evaluaciones ambientales a nivel global (Mitchell *et al.* 2006; Kowarsch *et al.* 2014; Jabbour y Flachsland 2017; Kowarsch *et al.* 2017), algunas de las cuales son, o incluyen, evaluaciones regionales (por ejemplo, el Informe sobre el Estado del Medio Ambiente de la Agencia Europea del Medio Ambiente) o evaluaciones a nivel de país, mientras que otras se centran en temas específicos, como la Perspectiva Mundial sobre el Medio Ambiente en materia de Género (UNEP 2016e). Estas evaluaciones suelen ser realizadas por organizaciones y programas internacionales, como el PNUMA a través de su subprograma Medio Ambiente Bajo Revisión (UNEP 2018), creando así la evidencia de base necesaria para aportar claridad y transparencia a las principales preocupaciones que enfrenta el planeta y la humanidad. Esta evidencia incluye tanto éxitos como fracasos en el tratamiento de estos temas, además, y más importante, de ofrecer algunas opciones para las acciones que garantizan que los problemas actuales y anticipados se aborden de manera equitativa y eficaz. Este enfoque, orientado a la acción y centrado en los actores interesados, cuenta con los rasgos deseados de incorporar la retroalimentación de los encargados de la adopción de decisiones en el proceso de desarrollo de conocimiento y de reducir el tiempo de implementación de la información y conocimiento. El Anexo 1-2 enumera las IEA en las que se basa el GEO-6.

Al igual que las evaluaciones GEO, las IEA siguen una metodología y un procedimiento común para garantizar la aplicación coherente de normas de calidad pertinentes, así como también vincula a la ciencia y la política por medio de:

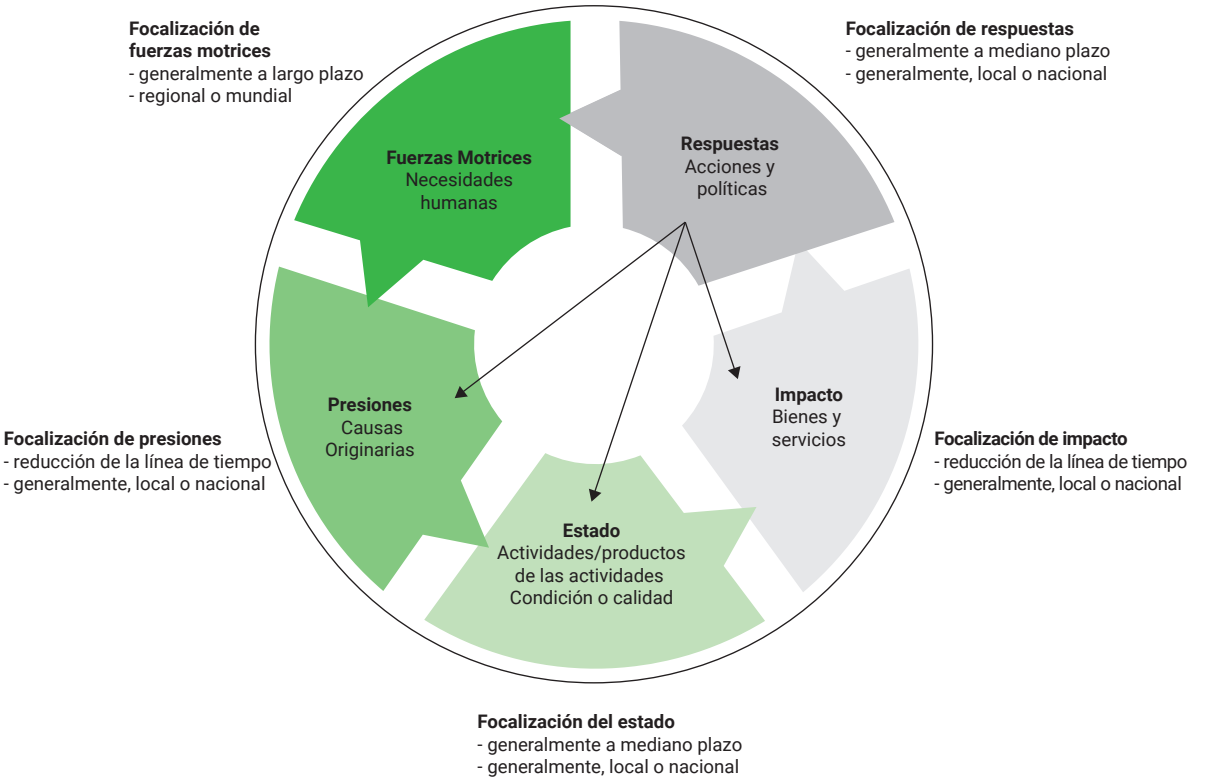
- analizar y sintetizar los datos ambientales, sociales y económicos existentes con el fin de determinar el estado del medio ambiente, por medio del uso del marco de Fuerzas Motrices, Presiones, Estado, Impacto, Respuesta (FPEIR), teniendo en cuenta todos los componentes y procesos del ecosistema (véase la **Figura 1.2**);
- determinar el riesgo y la incertidumbre en la información;
- identificar y evaluar las acciones políticas y de gestión pasadas y potenciales;
- proveer orientación a los responsables de la toma de decisiones sobre las consecuencias de diversas acciones políticas y de gestión, incluyendo, la no adopción de ningún tipo de acción (UNEP 2017b).

1.7 Enfoque del GEO-6, teoría del cambio y estructura

1.7.1 Enfoque

Históricamente, el proceso GEO se estableció como parte del seguimiento para la adopción de la Agenda 21 en 1992, con el objetivo de someter la situación del medio ambiente a una revisión permanente (UNEP 1995 - Consejo de Gobierno del UNEP en su decisión 18/27). Desde la elaboración del primer informe GEO en 1997, su enfoque y estructura han experimentado varios cambios y mejoras.

Figura 1.2: Uso del enfoque FPEIR en el GEO-6



En 1995, el PNUMA adoptó el enfoque del marco causal del FPEIR para las evaluaciones GEO. Este acoge una visión tipo sistema - análisis en el cual las fuerzas motrices del desarrollo social y económico ejercen presión sobre el ambiente, generando un cambio en su estado. Este cambio provoca impactos, por ejemplo, en el bienestar humano y la salud de los ecosistemas, lo cual a su vez genera respuestas humanas para remediarlos, tales como: controles sociales, reorientación de las inversiones y/o políticas e intervenciones políticas para influir en la actividad humana. Finalmente, estas respuestas influyen en el estado del medio ambiente, ya sea directa o indirectamente, a través de las fuerzas motrices o de las presiones. Las políticas existentes deben evaluarse cada vez más en función de cómo se enfrentan las fuerzas motrices y los impactos de los desafíos ambientales.

Fuente: PNUMA (2017b).

Recuadro 1.2: Aspectos multidimensionales del análisis

En un esfuerzo por incorporar perspectivas ambientales, sociales, económicas, políticas, geográficas y temporales para contar con diversas fuentes de evidencia y así poder responder a preguntas generales, las evaluaciones del GEO adquieren un alcance multidimensional. En el caso del GEO-6, los principales enfoques utilizados incluyen los siguientes:

- El tema "Planeta Sano, Gente Sana" enfatiza en la vital importancia que tienen los ecosistemas y un medio ambiente saludable para la salud humana. El tema de la salud humana se cubre sistemáticamente en todo el informe GEO-6, haciendo especial énfasis en los numerosos impactos directos e indirectos relacionados con la salud (por ejemplo, enfermedades, mortalidad) derivados del cambio y del deterioro del medio ambiente (véase los Capítulos 2 y 4). Adicionalmente, los objetivos relacionados con la salud se reconocen en las políticas y vías ambientales transformadoras (Parte B). Siempre que sea posible, los impactos relacionados con la salud se analizan en relación con criterios sociales como la edad y el género.
- El GEO-6 incluye dimensiones temáticas que hacen un seguimiento del estado y las tendencias del aire, el agua dulce, los océanos, la tierra y la diversidad biológica, constituyéndose así un reporte sobre el "estado del medio ambiente" (Parte A).
- El GEO-6 incluye más de 25 estudios de casos sobre políticas que destacan la importancia de la formulación de estas sobre una base casuística (Capítulos 12-16). Los casos estudiados permiten examinar cómo se diseñan políticas efectivas sin la necesidad de que sean prescriptivas.
- El GEO-6 incluye temas transversales que combinan aspectos sociales, económicos y ambientales caracterizados por complejos desafíos. A lo largo de la evaluación de los temas ambientales (Capítulo 4), el GEO-6 abarca 12 aspectos intersectoriales (por ejemplo, alimentos, energía, uso de recursos, género, salud, desastres, etc.), así como la eficacia de las políticas (Capítulo 17), estableciendo un enfoque específico a las interrelaciones entre las dimensiones ambientales y otras dimensiones de la Agenda 2030 y los ODS.
- Por primera vez, el GEO-6 analiza el cambio climático no solo como fuerza motriz (por ejemplo, el cambio climático incorporado), sino también como un aspecto transversal (por ejemplo, con sus impactos anticipados) en el contexto del desarrollo sostenible, a través de la relevancia que tienen a nivel global todos los demás aspectos de este informe (Capítulos 2 y 4).
- De forma sistemática, el GEO-6 analiza la dimensión de la equidad mediante el análisis de cuestiones de distribución, representación y procedimiento en las diversas partes de la evaluación, destacando los efectos y las posibles oportunidades de las políticas medio ambientales, así como las futuras vías de desarrollo para superar las desigualdades.
- Los capítulos de perspectivas del GEO-6 (Parte C) combinan el análisis tradicional global y basado en escenarios, con el análisis local, participativo y basado en decisiones. Esto busca proporcionar una perspectiva orientada a soluciones teniendo en consideración la pertinencia y la eficacia.
- El GEO-6 hace uso de modernas herramientas y plataformas (por ejemplo, crowdsourcing) para expandir la participación de los actores interesados en el proceso de evaluación (Capítulo 23).

Con fundamento en los principios básicos para la elaboración de evaluaciones medio ambientales integradas (UNEP 2017b), el alcance del GEO ha evolucionado y esta sexta edición cuenta con una nueva característica esencial que busca aumentar el énfasis en las interacciones y los vínculos entre el medio ambiente y la salud humana. El enfoque y la estructura cambiante de esta edición contienen las pruebas científicas más recientes y el nuevo contexto geopolítico, en particular el de la aplicación de la Agenda 2030. El GEO-6 proporciona la base empírica para abordar la dimensión ambiental de los ODS.

El proceso GEO-6 forma parte del esfuerzo por fortalecer la capacidad general dentro del sistema de gobernanza ambiental mundial, con el fin de aumentar el nivel de toma de decisiones en múltiples niveles contando con la ciencia como base (Resolución 2997 de 1972 de la Asamblea General de las Naciones Unidas). Este informe es un proceso independiente participativo, dirigido por expertos y creado para facilitar la interacción entre el entendimiento científico y el desarrollo de políticas. Para cada edición de este informe, los responsables de la formulación de políticas, al igual que una amplia gama de científicos y actores interesados, son consultados sobre el enfoque y la metodología a través del Grupo Consultivo Intergubernamental de Alto Nivel y de Partes Interesadas, el Panel Consultivo Científico y de Metodologías de Evaluación, el Grupo de Datos e Información, los cuales proporcionan asesoramiento y orientación a lo largo de su proceso de elaboración. Este proceso participativo y consultivo confiere a las evaluaciones del GEO credibilidad científica, precisión y autoridad, así como relevancia política.

En conjunto con la producción de los informes GEO, el PNUMA tiene un mandato relacionado con la construcción de capacidades, siendo esto una parte integral de su proceso y cuyo funcionamiento se da en distintos niveles y mediante el uso de diversos mecanismos. Los reportes del GEO incluyen contribuciones de destacados expertos internacionales vinculados a varias organizaciones en todo el mundo, así como de un equipo de becarios del GEO, quienes son estudiantes o profesionales recién graduados.

Las dimensiones temáticas (estado y tendencias del aire, del agua dulce, de los océanos, de la tierra y de la biodiversidad) fueron también elementos centrales de los anteriores GEO, sin embargo, todos los enfoques enumerados anteriormente son nuevos en el GEO-6.

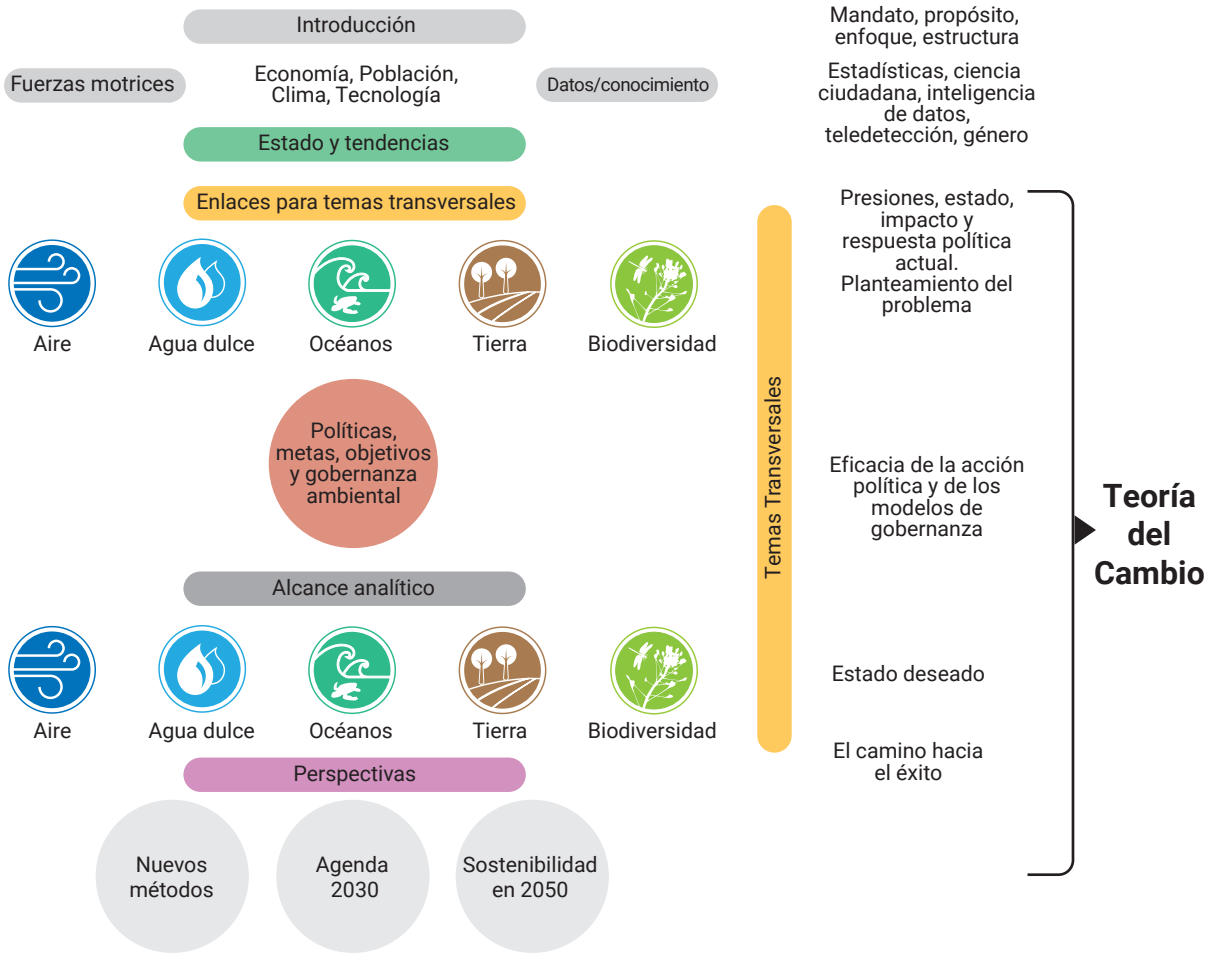
El Anexo 1-3 contiene información sobre la teoría del cambio en la que se basa el GEO-6 y el Anexo 1-4, que proporciona información sobre la forma en que los autores han establecido declaraciones de confianza para las principales conclusiones de cada uno de los capítulos. Estas declaraciones de confianza pueden encontrarse en los Resúmenes Ejecutivos de cada capítulo y se espera que ayuden a los responsables de la formulación de las políticas a comprender el alcance del material empírico que existe sobre un tema y en qué medida dicha evidencia coincide con las conclusiones presentadas en esta evaluación.

1.7.2 Estructura

Con fundamento en este mandato y alcance, los contenidos del GEO-6 están estructurados como se muestra en la **Figura 1.3.**

Hay tres capítulos que complementan el capítulo introductorio, Capítulo 2: Fuerzas motrices del cambio ambiental, Capítulo 3: El estado de Nuestros Datos y Conocimientos, y el Capítulo 4: Temas transversales. A medida que la información y los datos adquieren mayor importancia en la sociedad, en la creación y en la utilización de conocimientos, también adquieren mayor importancia en el marco del GEO-6, ya que la organización de los datos, la información y los conocimientos constituyen la base

Figura 1.1: Decisiones que deben tomarse para lograr un planeta sano para gente sana



de las evaluaciones científicamente sólidas y la adopción de decisiones de política fundamentadas. Por lo tanto, el GEO-6 realiza los mayores esfuerzos para explicar no solo las necesidades cambiantes, sino también las nuevas oportunidades relacionadas con la generación de datos, de información y de conocimientos derivados del mandato del PNUMA de dar cumplimiento a la dimensión ambiental de los ODS.

El sistema humano global cuenta con diversos senderos, profundamente arraigados que han evolucionado a lo largo del tiempo. Dado que la sociedad y la civilización se han desarrollado y evolucionado, los enlaces entre los sistemas humanos y ambientales se han hecho más complejos y dinámicos. Así, para comprender los elementos estructurales más relevantes del sistema humano, el GEO-6 examina sistemáticamente los factores generales que impulsan, por ejemplo, la población y los cambios demográficos, incluidas las causas de los procesos migratorios, las tendencias económicas actuales y la evolución tecnológica.

El Capítulo 4 contiene un nuevo elemento relacionado con los Temas Transversales, en el cual se presenta evidencia que explica cómo el estado y las tendencias del medio ambiente están impactando los sistemas humanos a diversas escalas. Así mismo, los doce temas transversales que trata el GEO hacen referencia a aspectos importantes para los ODS: salud, desastres ambientales, género, educación, urbanización, cambio climático, regiones polares y montañas, productos químicos, desechos y aguas residuales, uso de los recursos, energía y sistemas alimentarios. El GEO-6 hace uso de una matriz para abordar las cuestiones transversales, considerando a cada una de ellas dentro del contexto de los cinco temas medio ambientales (aire, biodiversidad, océanos, tierra y agua dulce). Este enfoque ayuda a mostrar la creciente necesidad de sintetizar más eficazmente nuestros conocimientos sobre la funcionalidad multidimensional del medio ambiente y cómo este afecta actualmente a los sistemas humanos.

El análisis del GEO-6 está dividido en cuatro partes: la **Parte A: El Estado del Medio Ambiente Mundial,** está compuesta de cinco capítulos temáticos que ofrecen los datos e información más reciente sobre el estado y las tendencias del aire, la biodiversidad, los océanos, la tierra, los océanos y el agua dulce. Los Capítulos 5-9 tienen una estructura común que utiliza el enfoque FPEIR junto con la inclusión de las respuestas políticas del caso.

La **Parte B**: **Políticas, metas, objetivos y gobernanza ambiental, una evaluación de su eficacia** mide la capacidad del panorama político actual, dentro de la estructura de gobernanza ambiental existente a múltiples escalas, basándose en respuestas en materia de políticas identificadas en los capítulos temáticos de la Parte A, incluyendo las cuestiones transversales (Capítulos 10-17). La metodología desarrollada para esta evaluación se basa en un enfoque combinado de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. Los resultados son usados de directriz para los encargados de la formulación de políticas, para apoyar los enfoques políticos prometedores que se abordan en la sección final de este reporte.

Basados en este análisis, esta parte también contiene la determinación sobre la necesidad de nuevas mejoras para el sistema mundial de gobernanza ambiental (Capítulo 18).

La **Parte C: Perspectivas y caminos hacia un Planeta Sano con Gente Sana,** incorpora los enfoques de las políticas más prometedoras mencionadas en la Parte B en relación con las vías de transformación. Esta combina el análisis global y basado en escenarios (Capítulos 20-22) junto con el análisis local y participativo (Capítulo 23) con miras a identificar caminos viables hacia el logro de la dimensión ambiental de los ODS y otros MEA (hasta el 2030). También evalúa las estrategias a mediano y largo plazo que son necesarias para lograr una sostenibilidad a largo plazo (hasta el 2050) (Capítulo 24). Los resultados y las conclusiones proporcionan una base de referencia para orientar la formulación de políticas y la aplicación de los ODS, así como el desarrollo de métodos más transformadores que permitan alcanzar los objetivos científicos en un plazo más largo (hasta 2050), como por ejemplo el objetivo de convertirse en una sociedad neutra, desde el punto de vista del clima, y eficiente en materia de uso de recursos. Esta perspectiva a largo plazo ayudará a orientar el desarrollo ulterior de sistemas de gobernanza mundial, regional y nacional para asegurar que los desarrollos futuros humanos se mantengan dentro de los límites ecológicos de la Tierra, y para ayudar a crear un mundo más equitativo que no deje a nadie por fuera. En la medida de lo posible, la Parte C enfatizará en los costos y beneficios económicos y sociales de diversas opciones de acción y de inacción.

La **Parte D: La brecha de datos y conocimientos aún persistente** (Capítulo 25) ofrecen una visión general de las tendencias y los problemas relacionados con los datos/conocimientos e identifican las brechas que hay que subsanar para poner en práctica los ODS y alcanzar los IAEG establecidos en los MEA. Esto se basa en la premisa de que más datos y/o conocimiento conduce a mejores y más efectivas acciones y/o soluciones. Una revolución en la tecnología de la información y las comunicaciones está creando oportunidades de información y nuevos datos significativos que superan la vigilancia y la evaluación medio ambiental tradicional. Esperamos que los lectores -ya sean responsables de la formulación de políticas, investigadores o ciudadanos- encuentren útiles los resultados del análisis y la evaluación que se presenta en los capítulos siguientes y que contribuyan a configurar los esfuerzos futuros para hacer frente a nuestros desafíos ambientales colectivos.

Referencias

Abraham, D.S. (2015). *The Elements of Power: Gadgets, Guns, and the Struggle for a Sustainable Future in the Rare Metal Age.* New Haven, CT: Yale University Press. https://yalebooks.yale.edu/book/9780300196795/elements-power.

Adelle, C. y Nilsson, M. (2015). Environmental Policy Integration. En *Encyclopedia of Global Environmental Governance and Politics.* Pattberg, P., H. y Zelli, F. (eds.). Cheltenham: Edward Elgar. chapter 58. 454-461. https://www.e-elgar.com/shop/eep/preview/book/isbn/9781782545798/.

Altenburg, T. y Assmann, C. (2017)). *Green Industrial Policy: Concept, Policies, Country Experiences.* Geneva/Bonn: United Nations Environment Programme/German Development Institute. http://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/ Green%20Industrial%20Policy_Concept%2C%20Policies%2C%20Country%20Experiences.pdf.

Ansell, C. y Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory* 18(4), 543-571. https://doi.org/10.1093/jopart/mum032.

Balsiger, J. y VanDeveer, S.D. (2012). Navigating regional environmental governance. *Global Environmental Politics* 12(3), 1-17. https://doi.org/10.1162/GLEP_e_00120.

Barnett, J. y Adger, W.N. (2007). Climate change, human security and violent conflict. *Political Geography* 26(6), 639-655. https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2007.03.003.

Beck, U. (2009). World risk society and manufactured uncertainties. *IRIS European Journal of Philosophy and Public Debate* 1(2), 291-299. http://www.fupress.net/index.php/iris/article/view/3304.

Beck, U. (2015). *The Metamorphosis of the World: How Climate Change is Transforming Our Concept of the World.* Cambridge: Polity Press. https://www.wiley.com/en-us/The+Metamorphosis+of+the+World%3A+How+Climate+Change+is+Transforming+Our+Concept+of+the+World-p-9780745690216.

Biermann, F. (2014). *Earth System Governance: World Politics in the Anthropocene.* Cambridge, MA: MIT Press. https://www.jstor.org/stable/j.ctt1287hkh.

Biermann, F., Abbott, K., Andresen, S., Backstrand, K., Bernstein, S., Betsill, M.M., Bulkeley, H., Cashore, B., Clapp, J., Folke, C. *et al.* (2012). Navigating the Anthropocene: Improving Earth system governance. *Science* 335(6074), 1306-1307. https://doi.org/10.1126/science.1217255.

Biermann, F., Kanie, N. y Kim, R.E. (2017). Global governance by goal-setting: The novel approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26-27, 26-31. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.01.010.

Boyce, J.K. (2004). Green and brown? Globalization and the environment. *Oxford Review of Economic Policy* 20(1), 105-128. https://doi.org/10.1093/oxrep/grh007.

British Broadcasting Corporation (2016). Delhi smog: Schools closed for three days as pollution worsens. https://www.bbc.com/news/world-asia-india-37887937.

Brown, O., Hammill, A. y McLeman, R. (2007). Climate change as the 'new' security threat: Implications for Africa. *International Affairs* 83(6), 1141-1154. https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2007.00678.x.

Calvo, G., Valero, A. y Valero, A. (2017). Assessing maximum production peak and resource availability of non-fuel mineral resources: Analyzing the influence of extractable global resources. *Resources, Conservation and Recycling* 125, 208-217. https://doi.org/10.1016/j. resconrec.2017.06.009.

Castree, N. (2008). Neoliberalising nature: The logics of deregulation and reregulation. *Environment and Planning A: Economy and Space* 40(1), 131-152. https://doi.org/10.1068/a3999.

Chuvieco, E. (ed.) (2008). *Earth Observation of Global Change: The Role of Satellite Remote Sensing in Monitoring the Global Environment*. Dordrecht: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9781402063572.

Clapp, J. y Dauvergne, P. (2011). *Paths to a Green World: The Political Economy of the Global Environment.* Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/paths-green-world.

Cordell, D. y White, S. (2015). Tracking phosphorus security: Indicators of phosphorus vulnerability in the global food system. *Food Security* 7(2), 337-350. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0442-0.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S. y Turner, R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions* 26, 152-158. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.

Crutzen, P.J. (2002). Geology of mankind. *Nature* 415(6867), 23. https://doi.org/10.1038/415023a. Crutzen, P.J. y Stoermer, E.F. (2000). The "Anthropocene". *Global Change Newsletter* 41, pp. 17-18. Stockholm: International Geosphere–Biosphere Programme. http://www.igbp.net/download/18.31.6f1832132347017758000140 1/1376383088452/NL41.pdf.

Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J.R., Arico, S., Báldi, A. *et al.* (2015). The IPBES Conceptual Framework – connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002.

Dodds, F., Donoghue, D. y Leiva-Roesch, J. (2017). *Negotiating the Sustainable Development Goals. 1st edition*. London: Routledge. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781315527086.

Elder, M., Bengtsson, M. y Akenji, L. (2016). An optimistic analysis of the means of implementation for Sustainable Development Goals: Thinking about goals as means. *Sustainability* 8(9), 962-986. https://doi.org/10.3390/su8090962.

Elder, M. y Zusman, E. (2016). *Strengthening the Linkages Between Air Pollution and the Sustainable Development Goals.* IGES Policy BriefsInstitute for Global Environmental Strategies. https://www.jstor.org/stable/resrep02907.

Environment Canada, University of Joensuu and United Nations Environment Programme (2007). *Multilateral Environment Agreement Negotiator's Handbook. 2nd* edition. Joensuu: University of Joensuu. https://unfccc.int/resource/docs/publications/negotiators_handbook.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014). *The Water-Energy-Food Nexus: A New Approach in Support of Food Security and Sustainable Agriculture.* Rome. http://www.fao.org/3/a-bl496e.pdf.

Fukuda-Parr, S., Yamin, A.E. y Greenstein, J. (2014). The power of numbers: A critical review of Millennium Development Goal targets for human development and human rights. *Journal of Human Development and Capabilities* 15(2-3), 105-117. https://doi.org/10.1080/19452829.2013.864622.

Group of Seven (2015). *Leaders' Declaration: G7 Summit.* 7-8 June 2015. https://www.bundesregierung.de/resource/blob/72444/436680/e077d51d67486b1df34e539f621aff8c/2015-06-08-g7-abschluss-eng-en-data.pdf?download=1.

Group of Twenty (2016). *G20 Action Plan on the 2030 Agenda for Sustainable Development.* https://www.b20germany.org/fileadmin/user_upload/G20_Action_Plan_on_the_2030_Agenda_for_Sustainable_Development.pdf.

Galaz, V., Biermann, F., Folke, C., Nilsson, M. y Olsson, P. (2012). Global environmental governance and planetary boundaries: An introduction. *Ecological Economics* 81, 1-3. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.023.

Gallagher, K.P. (2009). Economic Globalization and the environment. *Annual Review of Environment and Resources* 34(1), 279-304. https://doi.org/10.1146/annurev.environ.33.021407.092325.

Garrett-Peltier, H. (2017). Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model. *Economic Modelling* 61,439-447. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.11.012.

Ghisellini, P., Cialani, C. y Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production* 114, 11-32. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.09.007.

Ghosh, N., Mukhopadhyay, P., Shah, A. y Panda, M. (eds.) (2016). *Nature, Economy and Society: Understanding the Linkages*. New Delhi: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9788132224037.

Global Commission on the Economy and Climate (2014). *The New Climate Economy Report: Better Growth, Better Climate.* Washington, D.C.: World Resources Institute. report/2014/wp-content/uploads/sites/2/2014/08/BetterGrowth-BetterClimate_NCE_Synthesis- Report_web.pdf.

Graedel, T.E., Harper, E.M., Nassar, N.T. y Reck, B.K. (2015). On the materials basis of modern society. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(20), 6295–6300. https://doi. org/10.1073/pnas.1312752110.

Gupta, C.K. y Krishnamurthy, N. (2004). *Extractive Metallurgy of Rare Earths. 2nd* edn: CRC Press. https://www.crcpress.com/Extractive-Metallurgy-of-Rare-Earths-Second-Edition/Krishnamurthy-Gupta/p/book/9781466576346.

Gupta, J., Dellapenna, J.W. y van den Heuvel, M. (2016). Water sovereignty and security, high politics and hard power: The dangers of borrowing discourses. En *Handbook on Water Security.* Pahl-Wostl, C., Bhaduri, A. y Gupta, J. (eds.). Cheltenham: Edward Elgar. chapter 8. https://www.elgaronline.com/view/9781782548003.00014.xml.

Hepburn, C. y Bowen, A. (2012). *Prosperity with growth: Economic growth, climate change and environmental limits.* GRI Working Papers 93. London: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. https://ideas.repec.org/p/lsg/lsgwps/wp93.html.

Homer-Dixon, T. (1991). On the threshold: Environmental change as causes of acute conflict. *International Security* 16(2), 76-116. https://doi.org/10.2307/2539061.

Homer-Dixon, T. (1999). *Environment, Scarcity, and Violence.* Princeton, NJ: Princeton University Press. https://press.princeton.edu/titles/6640.html.

Hopkinson, P., Zils, M. y Hawkins, P. (2018). Managing a complex global circular economy business model: Opportunities and challenges. *California Management Review* 60(3), 71-94. https://doi.org/10.1177/0008125618764692.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Fifth assessment report: Summary for policymakers. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers.pdf.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2015). *Preliminary Guide regarding Diverse Conceptualization of Multiple Values of Nature and its Benefits including Biodiversity and Ecosystem Functions and Services: Note by the Secretariat.* IPBES/4/INF/13. Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services Fourth session. Kuala Lumpur, 22–28 February. https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/IPBES-4-INF-13_EN.pdf.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2017). *Progress Report on the guide on the production of assessments (Deliverable 2 (a)). Note by the Secretariat.* IPBES/5/INF/6. Plenary of the Intergoºernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services Fifth session. Bonn, 7-10 March. https://www.ipbes.net/system/tdf/downloads/doc/ipbes-5-inf-6.docx?file=1&type=node&id=13725.

International Labour Office (2016). *Green Jobs: Progress Report 2014-2015.* Geneva. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_502730.pdf.

International Renewable Energy Agency (2017). *Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2017.* Abu Dhabi. http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/May/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2017.pdf.

International Resource Panel (2014). *Managing and Conserving the Natural Resource Base for Sustained Economic and Social Development.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://www.resourcepanel.org/file/244/download?token=0HRPH1MH.

International Resource Panel (2015). *Policy Coherence of the Sustainable Development Goals: A Natural Resource Perspective.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://www.resourcepanel.org/file/251/download?token=678P6Zys.

Jabbour, J. y Flachsland, C. (2017). 40 years of global environmental assessments: A retrospective analysis. *Environmental Science & Policy* 77, 193-202. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.001.

Jetzkowitz, J., van Koppen, C.S.A., Lidskog, R., Ott, K., Voget-Kleschin, L. y Wong, C.M.L. (2018). The significance of meaning. Why IPBES needs the social sciences and humanities. *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 31, S38-S60. https://doi.org/10.1080/13511610.2017.1348933.

Jordan, A. (2008). The governance of sustainable development: Taking stock and looking forwards. *Environment and Planning C: Government and Policy* 26(1), 17-33. https://doi.org/10.1068/cav6.

Jordan, A. y Lenschow, A. (2010). Environmental policy integration: A state of the art review. *Environmental Policy and Governance* 20(3), 147-158. https://doi.org/10.1002/eet.539.

Kanie, N. (2007). Governance with multilateral Agreements: A healthy or ill-equipped fragmentation. En *Global Environmental Governance: Perspectives on the Current Debate Center for UN reform.* Swart, L. y Perry, E. (eds.). New York, NY: Center for UN Reform Education. 67-86. http://www.centerforunreform.org/sites/default/files/GEG_Kanie.pdf.

Kanie, N., Andresen, S. y Haas, P.M. (eds.) (2014). *Improving Global Environmental Governance: Best Practices for Architecture and Agency.* New York, NY: Routledge. https://www.routledge.com/Improving-Global-Environmental-Governance-Best-Practices-for-Architecture/Kanie-Andresen-Haas/p/book/9780415811767.

Kanie, N. y Biermann, F. (eds.) (2017). *Governing Through Goals: Sustainable Development Goals as Governance Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/governing-through-goals.

Kim, E. y Kim, B.H.S. (eds.) (2016). *Quantitative Regional Economic and Environmental Analysis for Sustainability in Korea*. Singapore: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9789811002984.

Kobori, H., Dickinson, J.L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., Kitamura, W., Takagawa, S., Koyama, K., Ogawara, T. *et al.* (2016). Citizen science: A new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research* 31(1), 1-19. https://doi.org/10.1007/s11284-015- 1314-y.

Kowarsch, M., Flachsland, C., Jabbour, J., Garard, J. y Riousset, P. (2014). *The Future of Global Environmental Assessment Making (FOGEAM): Reflecting on Past Experiences to Inform Future Choices.* Berlin: Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change. https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/C18_MCC_Publications/FOGEAM_Preliminary_Draft_Report_17102014.pdf.

Kowarsch, M., Jabbour, J., Flachsland, C., Kok, M.T.J., Watson, R., Haas, P.M., Minx, J.C., Alcamo, J., Garard, J., Riousset, P. *et al.* (2017). A road map for global environmental assessments. *Nature Climate Change* 7(6), 379-382. https://www.nature.com/articles/nclimate3307.pdf.

Lacy, P. y Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage.* New York, NY: Palgrave Macmillan. https://www.palgrave.com/gp/book/9781137530684.

Lammel, A., Gutierez, E.G., Dugas, E. y Jamet, F. (2013). Cultural and environmental changes: Cognitive adaptation to global warning. En *Steering the Cultural Dynamics: Selected Papers from the 2010 Congress of the International Association for Cross-cultural Psychology*. Kashima, Y., Kashima, E. y Beatson, R. (eds.). Melbourne: International Association for Cross Cultural Psychology. http://iaccp.org/sites/default/files/melbourne_pdf/Lammel.pdf.

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N., Baldé, A.B., Bertollini, R., Bose-O'Reilly, S., Boufford, J.I. *et al.* (2018). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet* 391(10119), 462-512. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

Le Blanc, D. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. *Sustainable Development* 23(3). https://doi.org/10.1002/sd.1582.

Lehmann, H., Rajan, S.C., Annavarapu, S., Kabel, C., Lowe, C. y Matthey, A. (2015). *Sustainable Lifestyles: Pathways and Choices for India and Germany.* Berlin: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://www.giz.de/en/downloads/giz2015-en-IGEG_3_sustainable-lifestyles.pdf.

Li, F., Liu, Y., Lü, J., Liang, L. y Harmer, P. (2014). Ambient air pollution in China poses a multifaceted health threat to outdoor physical activity. *Journal of Epidemiology and Community Health* 69(3), 201-204. http://dx.doi.org/10.1136/jech-2014-203892.

Lucas, P.L., Ludwig, K., Kok, M.T.J. y Kruitwagen, S. (2016). *Sustainable Development Goals in the Netherlands: Building Blocks for Environmental Policy for 2030.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-sustainable-development-in-the-Netherlands_1966.pdf.

Mastrandrea M.D., Field, C.B., Stocker, T.F., Edenhofer, O., Ebi, K.L., Frame, D.J. *et al.* (2010). *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties.* Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf.

Mathieu, P.-P. y Aubrecht, C. (eds.) (2018). *Earth Observation Open Science and Innovation*. New York, NY: Springer. https://www.springer.com/gb/book/9783319656328.

Matthew, R.A., Barnett, J., McDonald, B. y O'Brien, K.L. (2010). *Global Environment Change and Human Security.* Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/global-environmental- change-and-human-security.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Washington, D.C.: Island Press. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf.

Mitchell, R.B., Clark, W.C., Cash, D.W. y Dickson, N.M. (eds.) (2006). *Global Environmental Assessments: Information and Influence*. Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/global-environmental-assessments.

Mitchell, R.B. (2018). Data from Ronald B. Mitchell. 2002-2018. *International Environmental Agreements Database Project (Version 2018.1).* Oregon: University of Oregon. https://iea.uoregon.edu/. (Consultado: 13 de febrero de 2018).

Mohai P., Kweon B.S., Lee, S. y Ard, K. (2011). Air pollution around schools is linked to poorer student health and academic performance health affairs. *Health Affairs* 30(5), 852-862. https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0077.

Mortensen, F.L. y Petersen, L.K. (2017). Extending the boundaries of policy coherence for sustainable development: Engaging business and civil society. *Solutions Journal* 8(3). https://www.thesolutionsjournal.com/article/extending-boundaries-policy-coherence-sustainable-development-engaging-business-civil-society/.

Morton, T. (2009). *Ecology Without Nature: Rethinking Environmental Aesthetics.* Cambridge, MA: Harvard University Press. http://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674034853.

Moser, S. y Kleinhückelkotten, S. (2017). Good intents, but low impacts: Diverging importance of motivational and socioeconomic determinants explaining pro-environmental behavior, energy use, and carbon footprint. Environment and Behavior 50(6), 626-656. https://doi.org/10.1177/0013916517710685.

Murray, A., Skene, K. y Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics* 140(3), 369–380. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2.

Najam, A., Papa, M. y Taiyab, N. (2006). *Global Environmental Governance: A Reform Agenda.* Winnipeg: International Institute for Sustainable Development. https://www.iisd.org/pdf/2006/geg.pdf.

Newell, P. y Roberts, J.T. (eds.) (2016). *The Globalization and Environment Reader*. Oxford: Wiley-Blackwell. https://www.wiley.com/en-us/The+Globalization+and+Environment+Reader-p-9781118964132.

Newig, J. y Fritsch, O. (2009). Environmental governance: Participatory, multi-level - and effective? *Environmental Policy and Governance* 19(3), 197-214. https://doi.org/10.1002/eet.509.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2011). *Towards Green Growth.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264111318-en.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2015a). *OECD Principles on Water Governance.* Paris. http://www.oecd.org/cfe/regional-policy/OECD-Principles-on-Water-Governance-brochure.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2017a). *Healthy People, Healthy Planet: The Role of Health Systems in Promoting Healthier Lifestyles and a Greener Future.* Paris. https://www.oecd.org/health/health-systems/Healthy-people-healthy-planet.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2017b). *Investing in Climate, Investing in Growth.* Paris. http://www.oecd.org/env/investing-in-climate-investing-in-growth-9789264273528-en.htm.

Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., Watson, R.T., Başak Dessane, E., Islar, M., Kelemen, E. *et al.* (2017). Valuing nature's contributions to people: The IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26-27, 7-16. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006.

Pattberg, P. y Widerberg, O. (2015). Theorising global environmental governance: Key findings and future questions. *Millennium: Journal of International Studies* 43(2), 684-705. https://doi.org/10.1177/0305829814561773.

Pattberg, P. y Widerberg, O. (2016). Transnational multistakeholder partnerships for sustainable development: Conditions for success. *Ambio* 45(1), 42-51. https://doi.org/10.1007/s13280-015-0684-2.

Pattberg, P. y Zelli, F. (eds.) (2016). *Environmental Politics and Governance in the Anthropocene.* London: Routledge. https://www.routledge.com/Environmental-Politics-and-Governance-in-the-Anthropocene-Institutions/Pattberg-Zelli/p/book/9781138902398.

Patterson, J., Schulz, K., Barau, A., Obani, P., Sethi, M., Hissen, N. *et al.* (2015). *Transformations Towards Sustainability: Emerging Approaches, Critical Reflections, and a Research Agenda.* Earth System Governance Working Paper No. 33. Lund: Earth System Governance Project. https://ueaeprints.uea.ac.uk/54624/1/ESG_WorkingPaper_34_Patterson_et_al.pdf.

Pereira, J.C. (2015). Environmental issues and international relations, a new global (dis)order - the role of international relations in promoting a concerted international system. *Revista Brasileira de Política Internacional* 58(1), 191–209. https://doi.org/10.1590/0034-7329201500110.

Porter, M. y van der Linde, C. (1995). Green and competitive: Ending the stalemate. *Harvard Business Review* September–October 1995. Boston, MA: Harvard Business Publishing. https://hbr.org/1995/09/green-and-competitive-ending-the-stalemate.

Qasem, I. (2010). *Resource Scarcity in the 21st Century: Conflict or Cooperation?* Den Haag: Hague Centre for Strategic Studies (HCSS) and TNO. https://hcss.nl/sites/default/files/files/reports/Strategy_Change_PAPER_03_web.pdf.

Raskin, P. (2016). *Journey to Earthland: The Great Transition to Planetary Civilization.* Boston, MA: Tellus Institute. http://www.tellus.org/pub/Journey-to-Earthland.pdf.

Raworth, K. (2012). *A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live Within the Doughnut.* Oxford: Oxfam. https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-130212-en.pdf.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2018). *Renewables 2018 Global Status Report.* Paris. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf.

Reuters (2017). Schools shut in Iran capital, major cities due to high pollution. https://www.reuters.com/article/us-china-pollution/china-regions-accused-of-faking-pollution-compliance-in-new-probe-idUSKCN1MW0PM.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E. *et al.* (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society* 14(2). https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232.

Sastry, N. (2002). Forest fires, air pollution, and mortality in southeast Asia. *Demography* 39(1), 1-23. https://www.jstor.org/stable/3088361.

Schellnhuber, H.J., Crutzen, P.J., Clark, W.C., Claussen, M. y Held, H. (eds.) (2004). *Earth System Analysis for Sustainability*. Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/earth-system-analysis-sustainability.

Scheyvens, H., Shaw, R., Endo, I., Kawasaki, J., Ngoc Bao, P., Shivakoti, B.R., Samejima, H., Mitra, B.K. y Takahashi, Y. (2017). *Promoting the Landscape Approach in Asia-Pacific Developing Countries: Key Concepts and Ways Forward.* Hayama: Institute for Global Environmental Strategies. https://pub.iges.or.jp/pub_file/pb37efinalpdf/download.

Schneidewind, U. (2013). Wandel verstehen: Auf dem weg zu einer "Transformative Literacy". En *Wege aus der Wachstumsgesellschaft*. Welzer, H. y Wiegandt, K. (eds.). Frankfurt am Main: Fischer. 115-140. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/4935/file/4935_Schneidewind.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014). *Global Biodiversity Outlook 4.* Montreal. https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-en.pdf.

Serret, Y. y Johnstone, N. (eds.) (2006). *The Distributional Effects of Environmental Policy*. Paris/Cheltenham: Organisation for Economic Co-operation and Development/Edward Elgar. http://www.oecd.org/env/tools-evaluation/thedistributionaleffectsofenvironmentalpolicy.htm.

Siebert, H. (2008). *Economics of the Environment: Theory and Policy. 7th edition*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. https://www.springer.com/gp/book/9783540737063.

Steffen, W. (2000). An integrated approach to understanding Earth's metabolism. *Global Change Newsletter* 41, 9-10. Stockholm: International Geosphere–Biosphere Programme. http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf.

Steffen, W., Crutzen, P.J. y McNeill, J.R. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio* 36(8), 614-621. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2.

Steffen, W., Persson, A., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L. *et al.* (2011). The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio* 40(7), 739-761. https://doi.org/10.1007/s13280-011-0185-x.

Steffen, W., Richardson, K., Rockstrom, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., de Vries, W., de Wit, C.A. *et al.* (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347(6223), 1259855-1259855. https://doi.org/10.1126/science.1259855.

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T.M., Folke, C., Liverman, D. *et al.* (2018). Trajectories of the earth system in the anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115(33), 8252-8259. https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115.

Steinebach, Y. y Knill, C. (2017). Still an entrepreneur? The changing role of the European Commission in EU environmental policy-making. *Journal of European Public Policy* 24(3), 429-446. https://doi.org/10.1080/13501763.2016.1149207.

Susskind, L.E. y Ali, S.H. (2015). *Environmental Diplomacy: Negotiating More Effective Global Agreements. 2nd edition*. New York, NY: Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/environmental-diplomacy-9780199397990?cc=ke&lang=en&.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB.* Geneva. http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf.

Tomás, R. y Li, Z. (2017). Earth observations for geohazards: Present and future challenges. *Remote Sensing* 9(3), 194. https://doi.org/10.3390/rs9030194.

United Nations (2015a). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development.* New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf.

United Nations (2015b). *Global Sustainable Development Report: 2015 Edition, Advance Unedited Version.* New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/globalsdreport/2015.

United Nations (2015c). *Addis Ababa Action Agenda of the Third International Conference on Financing for Development.* New York, NY. http://www.un.org/esa/ffd/wp-content/uploads/2015/08/AAAA_Outcome.pdf.

United Nations (2016). *Concepts, Tools and Experiences in Policy Integration for Sustainable Development.* New York, NY. https://www.un.org/ecosoc/sites/www.un.org.ecosoc/files/publication/desa-policy-brief-policy-integration.pdf.

United Nations, General Assembly (1972). 2997 (XXVII). Institutional and Financial Arrangements for International Environmental Cooperation: Resolution adopted by the General Assembly. 15 December. A/RES/27/2997. http://www.un-documents.net/a27r2997.htm.

United Nations Convention to Combat Desertification (2017). *Global Land Outlook.* Bonn. https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf.

United Nations Development Programme (2014). *Governance for Sustainable Development: Integrating Governance in the Post-2015 Development Framework.* New York, NY. http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Democratic%20Governance/Discussion-Paper--Governance-for-Sustainable-Development.pdf.

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (2013). *Water, Food and Energy Nexus in Asia and the Pacific.* Bangkok. http://www.unescap.org/sites/default/files/Water-Food-Nexus%20Report.pdf.

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific and Korea International Cooperation Agency (2012). *Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific.* Bangkok/ Seongnam. http://www.unescap.org/sites/default/files/Full-report.pdf.

United Nations Economic Commission for Europe (2014). *The Aarhus Convention: An Implementation Guide. Second edition.* Geneva. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/Publications/Aarhus_Implementation_Guide_interactive_eng.pdf.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2014). Culture, creativity and sustainable development: Florence declaration. *Third UNESCO World Forum on Culture and*

Culture Industries. Florence, 2-4 October 2014. http://www.lacult.unesco.org/docc/ENG_Florence_Declaration_4oct.pdf.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2014). *Shaping the Future We Want: UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) Final Report.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002303/230302e.pdf.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2016). *Culture Urban Future: Global Report on Culture for Sustainable Urban Development.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002459/245999e.pdf.

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2014). *Proposed Procedures for Enhancing Future Assessment Processes: Note by the Secretariat.* 16 May. UNEP/EA.1/INF/14. http://undocs.org/UNEP/EA.1/INF/14.

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2014). *State of the Environment: Report of the Executive Director.* 11 April. UNEP/EA.1/4. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17682/K1400635.pdf?sequence=6&isAllowed=y.

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2016). *UNEA's contribution to the global follow-up and review in the 2016 High Level Political Forum (HLPF) on the work of the United Nations Environment Programme.* Nairobi. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/10554UNEA%20inputs%20to%20the%20HLPF%202016%20(Final).pdf.

United Nations Environment Programme (2007). *Global Environment Outlook 4: Environment for Development.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7646/-Global%20

Environment%20Outlook%20%204%20(GEO-4)-2007768.pdf.

United Nations Environment Programme (2011a). *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel.* Fischer-Kowalski, M., Swilling, M., von Weizsäcker, E.U., Ren, Y., Moriguchi, Y., Crane, W., Krausmann, F., Eisenmenger, N., Giljum, S., Hennicke, P. *et al.* (eds.). Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9816/-Decoupling%3a%20natural%20resource%20use%20and%20environmental%20impacts%20from%20economic%20growth%20-2011Decoupling_1.pdf.

United Nations Environment Programme (2011b). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.* Nairobi. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Full_Report_2176.pdf.

United Nations Environment Programme (2012a). *Global Environment Outlook- 5: Environment for the Future We Want.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/GEO5_report_full_en.pdf.

United Nations Environment Programme (2012b). *Global Environment Outlook- 5: Summary for Policymakers.* Nairobi. http://web.unep.org/geo/sites/unep.org.geo/files/documents/geo5_spm_english.pdf.

United Nations Environment Programme (2015a). *An Introduction to Environmental Assessment.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7557/-An_introduction_To_environmental_Assessment-2015An_introduction_to_environmental_assessment_WEB_1.pdf.pdf.

United Nations Environment Programme (2015b). *The United Nations Environment Programme and the 2030 Agenda: Global Action for People and the Planet.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9851/-The_United_Nations_Environment_Programme_and_the_2030_Agenda_Global_Action_for_People_and_the_Planet-2015EO_Brochure_WebV.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y

United Nations Environment Programme (2016a). *GEO-6 Assessment for the Pan-European Region.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7735/unep_geo_regional_assessments_europe_16-07513_hires.pdf.

United Nations Environment Programme (2016b). *A Framework for Shaping Sustainable Lifestyles: Determinants and Strategies.* Nairobi. http://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/a_framework_for_shaping_sustainable_lifestyles_determinants_and_strategies_0.pdf.

United Nations Environment Programme (2016c). Report on the implementation of the integrated approach to financing the sound management of chemicals and waste. *The Second United Nations Environment Assembly* Nairobi, 23–27 May 2016. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17557/K1601889%20INF%2018.docx.

United Nations Environment Programme (2016d). *Delivering on the Environmental Dimension of the 2030 Agenda for Sustainable Development: A Concept Note.* Nairobi. http://sdgtoolkit.org/wp-content/uploads/2017/02/Delivering-on-the-Environmental-Dimension-of-the-2030-Agenda-for-Sustainable-Development-%E2%80%93-a-concept-note.pdf.

United Nations Environment Programme (2016e). *Global Gender and Environment Outlook.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14764/Gender_and_environment_outlook_HIGH_res.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2017a). *Towards a Pollution-Free Planet: Background Report.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21800/UNEA_towardspollution_long%20version_Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2017b). *Guidelines for Conducting Integrated Assessments.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/16775/IEA_Guidelines_Living_Document_v2.pdf.

United Nations Environment Programme (2018). *Environment Under Review.* Nairobi. https://www.unenvironment.org/explore-topics/environment-under-review.

United Nations Environment Programme, United Nations Development Programme, United Nations Economic Commission for Europe, Regional Environment Center, Organization for Security and Co-operation in Europe and North Atlantic Treaty Organization (2013). *Transforming Risks into Cooperation: The Environment and Security Initiative 2003-2013.* Geneva. http://documents.rec.org/publications/ENVSECTransformingRisks_FINAL_Web.pdf.

United States Department of Energy (2017). *U.S. Energy and Employment Report January 2017.* https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/2017%20US%20Energy%20and%20Jobs%20Report_0.pdf.

United States National Intelligence Council (2017). *Global Trends: Paradox of Progress.* Washington, D.C. https://www.dni.gov/files/documents/nic/GT-Full-Report.pdf.

Wackernagel, M., Hanscom, L. y Lin, D. (2017). Making the Sustainable Development Goals Consistent with Sustainability. *Frontiers in Energy Research* 5(18). https://doi.org/10.3389/ fenrg.2017.00018.

Wei, M., Patadia, S. y Kammen, D.M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy* 38(2), 919-931. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.044.

Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A.G., de Souza Dias, B.F., Ezeh, A. *et al.* 2015. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of the Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. *Rockefeller Foundation–Lancet Commission on Planetary Health* 386(10007), 1973-2028. https://www.doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1

Wiesmeth, H. (2012). *Environmental Economics: Theory and Policy in Equilibrium.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. https://www.springer.com/gp/book/9783642245138.

World Bank (2016a). *Poverty and Shared Prosperity 2016: Taking on Inequality.* Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25078/9781464809583.pdf.

World Bank (2016b). *The Global Monitoring Report 2015/2016: Development Goals in an Era of Demographic Change.* Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/22547/9781464806698.pdf.

World Economic Forum (2017). *The Global Risks Report 2017: 12th Edition.* Geneva. http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf.

Yihdego, Y., Salem, H.S. y Pudza, M.Y. (2017). Renewable energy: Wind farm perspectives – The case of Africa. *Journal of Sustainable Energy Engineering* 5(4), 281-306. https://doi.org/10.7569/JSEE.2017.629521.

Zhang, X., Chen, X. y Zhang, X. (2018). The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115(37), 9193-9197. https://doi.org/10.1073/pnas.1809474115.

Capítulo 2

Las Fuerzas Motrices del Cambio Ambiental



© Shutterstock/Adriana Mandalova

Autores coordinadores principales: Tariq Banuri (University of Utah), Fernando Filgueira Prates (Centro de Informaciones y Estudios del Uruguay (CIESU), Diego Martino (AAE Asesoramiento Ambiental Estratégico and ORT University), Indu K Murthy (Indian Institute of Science), Jacob Park (Green Mountain College), Dimitri Alexis Zenghelis (London School of Economics)

Autor colaborador: Matthew Kosko (University of Utah)

Becaria GEO: Maria Jesus Iraola Trambauer (University College London)

Resumen ejecutivo

El crecimiento de la población será mayor en países muy pobres, que cuenten con una baja huella de carbono per cápita y una alta desigualdad de género en términos de acceso a la educación, trabajo y derechos sexuales y reproductivos *(bien establecido)*[1]. También seguirá siendo importante en los países que están pasando por dividendos demográficos tempranos o avanzados (en su mayoría, países de ingresos medios e ingresos medios-altos). Estos también son los países que han el aumento más alto de su huella de carbono per cápita – y en huellas ecológicas de manera más amplia. {2.3.1}[2]

Incluyendo el Sur Global, la población mundial envejecerá, se volverá más urbana y vivirá en hogares más pequeños *(bien establecido).* Bajo un escenario normal, todas estas tendencias contribuirán a aumentar el nivel de las emisiones. Esto es cierto incluso si, en algunos casos, los entornos urbanos muestran una relación más eficiente entre la mejora del bienestar y la huella ambiental. {2.3.3}

Entre hoy y el 2050, la población urbana mundial continuará aumentando *(bien establecido)*. Alrededor del 90% del crecimiento de las ciudades se producirá en países de bajos ingresos, principalmente en Asia y África, las regiones de más rápida urbanización del mundo. {2.4}

En muchas áreas urbanas diversos retos sociales y ambientales, producto de los procesos de urbanización, continúan sin resolverse, en particular, pero no exclusivamente, en el Sur Global *(bien establecido)*. Esos retos pueden verse agudizados por el cambio climático y el rápido crecimiento urbano en regiones y ciudades que actualmente carecen de la capacidad para hacer frente a esas crecientes presiones. {2.4.1, 2.4.2}

Por otra parte, el crecimiento de la población urbana puede considerase como una oportunidad para aumentar el bienestar de los ciudadanos, mientras disminuye su huella ecológica *(establecido, pero incompleto)*. Por consiguiente, urbanizar ciertas áreas puede considerarse una oportunidad para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante una planificación y diseño adecuados de las ciudades y las infraestructuras urbanas. {2.4.4}

En el pasado, el desarrollo económico incrementó el uso de los recursos y de los daños ambientales *(bien establecido)*. La producción de bienes que son objeto de comercio internacional representa alrededor del 30% de todas las emisiones de CO_2. El consumo de bienes y servicios en los hogares a lo largo de su ciclo de vida, representa alrededor del 60% del impacto ambiental total derivado del consumo (UNEP 2010). El desarrollo económico sigue siendo la prioridad política número uno en la mayoría de los países, debido a sus ventajas materiales y a su potencial para erradicar la pobreza, reducir las desigualdades de ingresos y riqueza entre y dentro de los países y proporcionar escenarios en el que todos ganen y que puedan facilitar la acción colectiva y la solidaridad mundial. Al mismo tiempo, el desarrollo económico debe coincidir con formas de consumo y de producción que resulten sostenibles. {2,.5.1, 2.5.4}

El logro de los ODS exigirá que los frutos del desarrollo económico sostenible se utilicen, predominantemente, para aumentar la capacidad, las aptitudes y las oportunidades de las personas menos favorecidas de las sociedades *(bien establecido)*. Educar a las niñas, mejorar la situación y las oportunidades para las mujeres y permitir una plena participación de gente de escasos recursos en la sociedad, fortalecerán tanto el crecimiento como el desarrollo económico sostenible, al tiempo que reducirán la alienación y los conflictos sociales. {2.5.2, 2.5.3}

Los avances tecnológicos han dado como resultado impactos tanto positivos como negativos *(bien establecido)*. El petróleo y otros combustibles fósiles han acelerado el desarrollo económico y han elevado el nivel de vida de miles de millones de personas tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, pero también han contribuido al cambio climático. Al mismo tiempo, existen modelos comerciales de tecnología actuales y emergentes que están contribuyendo a una economía más circular, creando procesos menos intensivos en recursos naturales y acelerando ciclos de innovación de recursos más eficaces. {2.6.1, 2.6.2}

Los avances tecnológicos han generado consecuencias no deseadas que dificultan llegar a determinar si los avances tienen impactos positivos y/o negativos a largo plazo *(establecido, pero incompleto)*. Los análisis científicos de temas tecnológicos a menudo fracasan en captar los importantes efectos negativos y de rebote de las tecnologías, así como el complejo reto político y de mercado que supone la difusión de tecnologías sostenibles en los países en desarrollo. {2.6.3, 2.6.4}

El cambio climático se ha convertido en una fuerza motora Independientemente del cambio ambiental y plantea un serio desafío para el desarrollo económico futuro *(bien establecido)*. Independiente de la acción humana, o incluso de la presencia humana en el planeta, los impactos continuarán ocurriendo. El cambio climático, por lo tanto, plantea un desafío para el crecimiento y el desarrollo. {2.7.1, 2.7.2}

El cambio climático plantea riesgos para las sociedades humanas debido a sus repercusiones en la seguridad alimentaria e hídrica *(establecido, pero incompleto)* y en la seguridad humana, la salud, los medios de subsistencia y la infraestructura. Estos riesgos son mayores para las personas dependientes de sectores con recursos naturales, tales como las comunidades costeras, agrícolas, pastorales y forestales, y aquellas que enfrentan múltiples formas de desigualdad, marginalización y pobreza al estar más expuestas a estos impactos. {2.7.3}

El cambio climático amplificará riesgos existentes y creará nuevos riesgos para los sistemas naturales y humanos *(bien establecido).* Estos riesgos están distribuidos de manera desigual y son generalmente mayores para los países en desarrollo (principalmente para los SIDS, por sus siglas en inglés) y para las personas y comunidades desfavorecidas de los países en todos los niveles de desarrollo. El riesgo de los impactos climáticos resulta de la interacción entre los peligros que surgen de éste, con la vulnerabilidad y la exposición de sistemas humanos y naturales, incluyendo su Resiliencia y capacidad de adaptación. {2.7.4}

1 Esta evaluación utiliza declaraciones de fiabilidad para informar mejor a los encargados de la formulación de políticas sobre el alcance de la evidencia empírica en un tema concreto y el nivel de acuerdo que existe en relación con esta. Las diversas declaraciones de confianza utilizadas incluyen: "bien establecido" (muchas pruebas y alto acuerdo), "sin resolver" (muchas pruebas, pero poco acuerdo), "establecido, pero incompleto" (pruebas limitadas, pero buen acuerdo) y "no concluyente" (limitada o ninguna evidencia y poco acuerdo). El Anexo 1-4 proporciona más información sobre el uso de las declaraciones de confianza.

2 Las declaraciones en los Resúmenes Ejecutivos de cada uno de los capítulos remiten a las subsecciones del capítulo en las que se encuentra el análisis y la evidencia subyacente de la declaración.

Existe una necesidad importante de limitar los posibles impactos negativos sobre la sostenibilidad de los factores que impulsan la población, el desarrollo económico y el cambio climático *(establecido, pero incompleto)*. Es probable que los efectos inciertos a largo plazo de los factores que impulsan la urbanización y la tecnología determinen si esos tres factores sirven de catalizadores de una respuesta transformadora positiva (en lugar de negativa) en forma de equidad social, resistencia ambiental y erradicación de la pobreza. {2.8, **Figura 2.23**}

2.1 Introducción y contexto

El movimiento ambiental ha pasado por muchas fases. Inicialmente, el movimiento se fundó, ampliamente, en la escuela de la conservación, que hacía hincapié en la conservación de los recursos tanto renovables como no renovables (especialmente, los bosques) para el desarrollo futuro; y, la escuela de preservación, que veía a la naturaleza como intrínsecamente valiosa (Eckersley 1992). Conjuntamente a estas preocupaciones económicas y estéticas, el movimiento ambiental moderno se refiere actualmente más al riesgo que representa la degradación ambiental para la salud y el bienestar de los seres humanos (Carson 1962; Rees 1995; Guha 1999; Lenton *et al.* 2008; Rockstrom *et al.* 2009a; Diamond 2011). Cada vez más se teme que los inmensos aumentos en la esperanza y la calidad de vida producidos desde la revolución industrial corran el riesgo de revertirse (GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators; Harari 2017).

Las cinco fuerzas motrices examinadas en este capítulo -crecimiento poblacional y demografía, urbanización, desarrollo económico, nuevas fuerzas tecnológicas y cambio climático- han dado lugar, para muchos, a una expansión de la riqueza sin precedentes, pero también han dejado atrás muchos otros, lo cual podría producir problemas futuros. Si los patrones actuales de desigualdad continúan, el 0,1% más rico de la población poseerá más riqueza que la clase media mundial para 2050 (WID 2018).

2.1.1 Descripción general de las Fuerzas Motrices

Como se señaló en la Sección 1.6, el análisis realizado en el GEO-6 utiliza el marco de FPEIR referente a Fuerzas motrices, Presión, Estado (del medio ambiente), Impacto (sobre el medio ambiente y el bienestar humano) y Respuestas[3]. Las "fuerzas motrices" son fuerzas inerciales antropogénicas: sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y políticas. Son fuerzas inerciales, en el sentido de que tienen sus propias reglas de movimiento y revertirlas exigirá tiempo y esfuerzo. El GEO-5 hizo mención de dos fuerzas motrices -la población y el desarrollo económico- a las que el GEO-6 añade tres más: la urbanización (antes incluida en la categoría de población), la tecnología y el cambio climático.

Tres de estas fuerzas motrices - población, desarrollo económico y tecnología - son omnipresentes en la literatura del FPEIR (Nelson 2005) y representan la desagregación en tres componentes del consumo humano agregado y, por lo tanto, de lo que es necesario para satisfacer la supervivencia, así como otras necesidades en materia de bienestar.

- *Población:* En igualdad de condiciones, más gente significará una presión, proporcionalmente, mayor sobre el medio ambiente. En ese escenario, la sostenibilidad a largo plazo es incompatible con el crecimiento de las poblaciones, el cual, según la literatura, seguirá creciendo a escala mundial a lo largo de este siglo. Por lo tanto, es imperativo en el presente atender a la forma en que las principales dinámicas poblaciones - incluidas las tasas de fecundidad, el envejecimiento de las poblaciones, el desplazamiento y la desigualdad entre los sexos- interactúan en múltiples escalas e inciden en la sostenibilidad del medio ambiente.
- *Desarrollo económico:* Esto se refiere a un aumento del bienestar humano, que depende del consumo material y de muchos otros factores, incluido el medio ambiente. Si bien el desarrollo económico ha estado muy correlacionado con el crecimiento económico en la era moderna, los dos son bastante distintos, empírica y conceptualmente. Se prevé que el consumo per cápita seguirá aumentando en el futuro previsible (debido al programa inconcluso de erradicación de la pobreza, atención a las necesidades de supervivencia y facilitación en la búsqueda de prosperidad para los individuos). Para desvincular el crecimiento de los efectos ambientales negativos, se necesitan pautas de consumo sostenibles y eficientes en el uso de los recursos.
- *Tecnología:* El cambio tecnológico es bien entendido como un motor de cambio, tanto negativo como positivo. Negativamente, ofrece la oportunidad de acelerar, con incentivos, el aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio del hombre; en tiempos de crisis, los incentivos favorecen en gran medida la adopción de opciones más arriesgadas y la eliminación o minimización de garantías. Positivamente, el progreso tecnológico también crea opciones más eficientes que pueden satisfacer las necesidades humanas a un costo de recursos más bajo.

En esta evaluación, la urbanización y el cambio climático se añaden como fuerzas motoras independientes dada su importancia en el cambio socioeconómico.

El proceso de urbanización se ha ido desarrollando a lo largo de la historia, pero su ritmo, escala e impacto se han acelerado bruscamente en los últimos decenios. Como tal, este se incluye, independientemente, como una cuarta fuerza motora.

Asimismo, el cambio climático se ha añadido como un quinto impulsor, aunque, en principio, podría considerarse como un resultado de los demás factores. Según el Quinto Informe de Evaluación (AR5, por su sigla en inglés) (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014), el mundo está a punto de entrar en la era del "cambio climático comprometido", es decir, que algunos impactos del cambio climático ya son irreversibles (como la extinción de especies y la pérdida de biodiversidad), independientemente de las futuras medidas de mitigación o adaptación. En otras palabras, aunque concluyera toda la actividad humana, los impactos del cambio climático continuarían manifestándose a lo largo de los próximos siglos.

En conjunto, estas cinco fuerzas motrices están provocando cambios en los sistemas naturales y sociales. Estos impactos van desde el agotamiento de los recursos hasta la pérdida de biodiversidad, escasez de agua, cambios en el ciclo hidrológico, impactos en la salud y degradación de los ecosistemas, así como contaminación. En ausencia de una respuesta adecuada, un clima cambiante podría conducir a un mundo premoderno de hambruna, peste, guerra y muerte prematura.

2.2 Cambios desde la última evaluación

Desde la quinta Evaluación Ambiental Global (GEO-5) se han producido varios cambios, que se resumen a continuación:

- *Población:* Con una población mundial estimada en 2018 de 7.600 millones de personas, las estimaciones de las Naciones Unidas indican que es probable que el pico de la población humana sea mayor de lo que se había proyectado anteriormente. El mundo también ha visto un aumento del número de migrantes y refugiados, en parte como resultado del aumento de los conflictos y la degradación ambiental. Otras variables demográficas continúan encaminadas.
- *Urbanización:* Habiendo superado el simbólico 50% de población viviendo en zonas urbanas, las tendencias indican que la migración del campo a la ciudad continuará, con una aceleración en el Sur Global. Esto representa tanto un aumento de la presión ambiental, como una oportunidad para mejorar la sostenibilidad.
- *Desarrollo económico:* La economía mundial se está recuperando lentamente de la recesión del 2008 y hay preocupación por la persistente crisis de la deuda, el aumento

3 Nótese que el marco FPEIR ha sido objeto de algunas críticas, especialmente respecto a la omisión acerca de la interdependencia entre las fuerzas motrices. En esta evaluación incluimos un examen explícito de esta interacción.

en la desigualdad de los ingresos y la incipiente inestabilidad producida por las guerras comerciales. Entre los factores compensatorios figuran el papel y la contribución cada vez mayores de las economías emergentes y la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como una nueva aspiración y orientación mundial para el desarrollo (Sección 2.5.1).

- *Tecnología:* La crisis ambiental está creando incentivos perversos para que los países y las empresas recurran a opciones tecnológicas más riesgosas para el medio ambiente, incluidas la geoingeniería y la tecnología nuclear. Sin embargo, también está proporcionando sólidos incentivos para tecnologías como la energía renovable, eficiencia energética, almacenamiento de energía y aplicación ampliada de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).
- *Cambio climático:* El IPCC-AR5 afirma que "el calentamiento del sistema climático es inequívoco, como lo demuestran las observaciones del aumento de las temperaturas mundiales, el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo y el aumento del nivel del mar". El IPCC también señala que la influencia humana en el sistema climático es clara y que "muchos aspectos del cambio climático y de los impactos asociados continuarán durante siglos, incluso aún si se detienen las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero" (IPCC 2014, p. 16).

Además de las propias fuerzas motrices, también es necesario mencionar varios desarrollos políticos desde el GEO-5, entre estos, diversos acuerdos mundiales fueron suscritos con el fin de abordar cuestiones claves que resultan pertinentes a esta evaluación, incluido un nuevo tratado integral para abordar el cambio climático; un acuerdo sobre el nueva agenda de desarrollo, incluida la adopción de los ODS; y, acuerdos sobre movilización de fondos para el desarrollo, así como sobre acción climática. Además, varios países adoptaron políticas nacionales sobre gestión del riesgo de desastres, energía renovable, urbanización, transporte, así como agua y saneamiento.

En los últimos años también ha aumentado el interés por las tecnologías capaces de acelerar los beneficios sociales y ambientales y que permitan a las personas, las instituciones y las comunidades satisfacer sus necesidades a un costo de recursos más bajo. La Sección 2.7 se centra en las interacciones entre las cinco fuerzas motrices seleccionadas y en cómo las acciones de una fuerza pueden afectar a las otras.

2.3 Población

El rápido crecimiento de la población puede socavar el desarrollo económico a nivel nacional y en el plano local se asocia con una condición social y unas oportunidades menores para las mujeres (Casey y Galor 2017; Kleven y Landais 2017). En igualdad de condiciones, mayor población significa mayor consumo, lo cual, a largo plazo, incrementa la presión sobre los recursos naturales. Esto es así a pesar de que el efecto a corto plazo de una mayor tasa de crecimiento de la población no implica una mayor tasa de crecimiento del consumo o del uso de recursos.

Si bien la fuente más importante de presión ambiental proviene del Norte Global y su alta huella de carbono per cápita, se prevé que en las condiciones actuales, el elevado crecimiento demográfico en el Sur Global refuerce las presiones ambientales y aumente la desigualdad mundial. En este caso, los países están pasando a etapas de dividendos demográficos tempranas y tardías.

Recuadro 2.1: Relación entre el aumento de la población y una tasa de crecimiento del consumo y uso de los recursos

Los países con tasas de crecimiento demográfico más altas suelen ser también más pobres, poseen huellas de carbono per cápita más bajas y experimentan un crecimiento per cápita más lento. Por esta razón, el incremento de la población no siempre conduce a un mayor consumo o uso de los recursos. La gran desigualdad y el crecimiento de la población también están íntimamente ligados. La desigualdad es una causa fundamental tanto del rápido crecimiento de la población como de la degradación del medio ambiente. Para moderar el crecimiento de la población en regiones de alto crecimiento, la gente necesita tener acceso a la planificación familiar voluntaria y a otros servicios de salud reproductiva, así como a oportunidades educativas y de empleo.

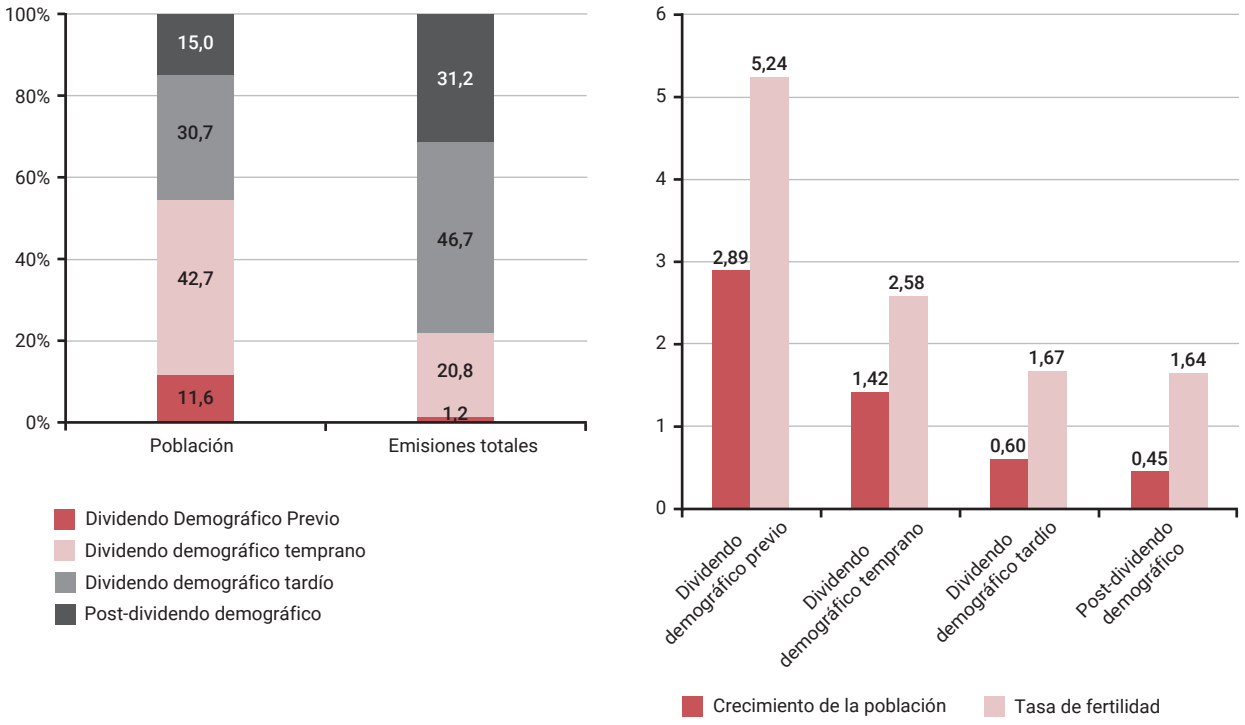
Asimismo, las altas tasas de crecimiento de la población constituyen un lastre para el proceso de desarrollo. Si bien la mayoría de los países que han podido hacer la transición a la condición de desarrollados han registrado una reducción masiva de sus tasas de fecundidad (Sinding 2009), a nivel de familias e individuos, la pobreza, por el contrario, suele estar asociada con el hecho de tener muchos hijos (Gillespie *et al.* 2007).

Por último, los países con altas tasas de crecimiento demográfico suelen caracterizarse por condiciones adversas para las mujeres, como la falta de acceso a la educación y a los servicios de salud, niveles más bajos de alfabetización y esperanza de vida, tasas más altas de mortalidad materna e infantil, los cuales son importantes

Recuadro 2.2: El dividendo demográfico

El dividendo demográfico tiene lugar cuando la tasa de dependencia disminuye, debido a una menor fertilidad y al hecho de que las sociedades aún no han envejecido. Las sociedades post-dividendos son las que ya están empezando a aumentar su tasa de dependencia, encabezadas ahora por las personas mayores. Los países que están atravesando su dividendo demográfico -también llamado la ventana de oportunidad demográfica- se benefician de un número creciente de población en edad activa (15-64 años), un número decreciente de jóvenes dependientes (0-14 años) y un pequeño número de adultos mayores (64 años y más). En términos esquemáticos, los países con dividendo demográfico previo son los más pobres; los de un inicial dividendo demográfico son países con ingresos entre bajos a medios; y, los países con un avanzado dividendo demográfico son en su mayoría países de ingresos medios altos. Los países post-dividendos son casi siempre países ricos o con algunos países de ingresos medios superiores del antiguo bloque socialista. Se prevé que los países en estados previos y tempranos de dividendo demográfico aumentarán su población con bastante fuerza. Las sociedades con dividendos tardíos también se espera que crezcan, pero de manera más moderada, y las sociedades post-dividendos aumentarán su población en los próximos años a un ritmo mucho más lento o, en algunos casos, podrían incluso disminuir su población absoluta y continuarán aumentando su población de adultos mayores. Los países con dividendos demográficos previos y tempranos tienen una menor huella de carbono per cápita y PIB. Sin embargo, como puede verse en este capítulo, tanto los países de dividendos tempranos como dividendo tardío (donde se espera que tanto la población como el PIB crezcan) han aumentado sustancialmente su huella de carbono per cápita.

Figura 2.1: Población mundial, emisiones y fertilidad



Fuente: Elaboración propia basada en los Indicadores de Desarrollo Mundial (2017) (https://data.worldbank.org/products/wdi)

obstáculos para la participación en la vida laboral y otros factores discriminatorios (Iversen y Rosenbluth 2010).

La salud sexual y reproductiva a menudo se considera un derecho universal. Si bien ningún derecho humano se enmarca en tales términos, en palabras del Fondo de Población de las Naciones Unidas [UNFPA, por sus siglas en ingles], "ningún país hoy en día -incluso los considerados más ricos y desarrollados- puede afirmar que es plenamente inclusivo, en el que todas las personas tienen las mismas oportunidades y protecciones y disfrutan plenamente de sus derechos humanos" [UNFPA 2017, p.10.) No sólo las desigualdades sexuales y reproductivas y la desigualdad económica están fuertemente correlacionadas, sino que la literatura demuestra que pueden reforzarse mutuamente (UNFPA 2017). Las mujeres pobres, en particular aquellas que tienen menos educación y viven en las zonas rurales, son a menudo quienes tienen menor acceso a los servicios de salud sexual y reproductiva. La falta de acceso a estos servicios, incluida la anticoncepción, ubica a la mujer en un mayor riesgo de embarazo no deseado, lo que se traduce en mayores riesgos para la salud y repercusiones económicas negativas para ella y sus hijos de por vida (UNFPA 2017).

El crecimiento de la población puede afectar al medio ambiente no sólo mediante el consumo y el uso de los recursos naturales, sino también mediante su impacto en otros factores. Esto incluye la presión que puede crear sobre la gobernanza, sus efectos sobre la probabilidad de conflicto sobre recursos limitados y su impacto sobre la urbanización rápida y no planificada (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD] 2016).

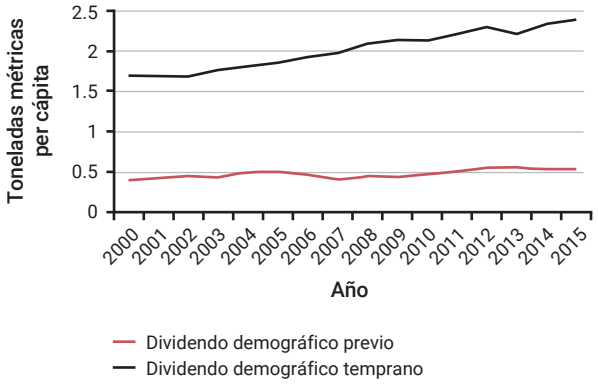
Como ejemplo, consideremos la experiencia de América Latina, que siendo una de las regiones con mayores desigualdades, experimentó una rápida urbanización y la formación de megaciudades con demasiada rapidez para que los sistemas de gobierno pudieran hacerle frente. El resultado fue una desigualdad al interior de los medios urbanos disfuncionales, haciéndolos segregados, inseguros y violentos, privándolos a su vez de recursos públicos, frenando el crecimiento económico, reduciendo los espacios cívicos, debilitando los bienes públicos y meritorios y socavando la calidad y la disponibilidad de los servicios colectivos (Filgueira 2014). Esto refuerza la desigualdad al fomentar soluciones privadas y segregadas en materia de esparcimiento, educación, seguridad, transporte y vivienda.

El siguiente análisis se centra en las tendencias demográficas mundiales y los efectos mundiales en la sostenibilidad del medio ambiente, con algunos análisis de los efectos a nivel subregional, nacional y local.

Incluso en las estimaciones más conservadoras, al menos hasta 2040, las tendencias previstas muestran que las tasas de crecimiento de la población mundial se reducirán, pero seguirán siendo positivas en todas las regiones, excepto en Europa (United Nations Department of Economic and Social Affairs [UN DESA] 2017). Esto significa que el crecimiento de la población se mantendrá bastante fuerte en muchas regiones en desarrollo. Dadas las tendencias históricas y las proyecciones aceptadas, estas regiones también aumentarán rápidamente el producto interno bruto (PIB) y el consumo per cápita. El rápido aumento de la huella de carbono per cápita de los países que se encuentran en medio de la transición demográfica (dividendo demográfico temprano y tardío) ilustra claramente los probables efectos del alto crecimiento poblacional en las emisiones agregadas de CO_2 en las circunstancias actuales (**Figura 2.2**).

La migración probablemente moverá a una gran parte de la población nacida en zonas de baja huella de carbono per cápita (zonas rurales, el Sur Global) a áreas de mayor huella de carbono

Figura 2.2: Emisiones per cápita ségun demografía



Fuente: Elaboración propia basada en los Indicadores de Desarrollo Mundial (2017) (https://data.worldbank.org/products/wdi)

(O'Neill *et al.* 2012; OECD 2016). Se trata de cambios que pueden aumentar la eficiencia en la producción de carbono por unidad de producción (la tecnología o la aglomeración reducen la presión para un determinado nivel de bienestar). Sin embargo, estos cambios también aumentan el consumo y, por tanto, aumentan las emisiones agregadas de CO_2 durante el proceso.

Por último, la población mundial que aún continúa creciendo envejecerá y vivirá en hogares más pequeños (Dalton *et al.* 2008; O'Neill *et al.* 2012; UN DESA 2017).

Estas tendencias implican (en promedio, y de nuevo, en igualdad de condiciones) una mayor huella de carbono per cápita. En la mayoría de los casos, esta lógica simplificada de crecimiento demográfico, la dinámica y el aumento de las emisiones de carbono (suponiendo una situación sin cambios - véase el Capítulo 21) se aplica también a los niveles nacionales y locales y a otras variables ambientales como la contaminación del agua y el aire, la degradación del suelo, la desertificación y la deforestación.

Cabe destacar que la dinámica de la población y el crecimiento poblacional no conducen por sí mismos a un camino ambiental insostenible. Más bien, este camino es el resultado de un crecimiento poblacional que ocurre con los patrones actuales de consumo y producción. El consumo y la producción insostenibles se ven impulsados en gran medida por una mayor desigualdad. Tanto al interior como entre los países, la desigualdad sigue siendo uno de los mayores obstáculos para la sostenibilidad ambiental (chancel y Piketty 2015; Oxfam 2015).

Hay dos efectos perjudiciales en contra de la sostenibilidad que se producen directamente por el aumento de la desigualdad:

1. Debido a la distribución altamente desigual de los recursos, el nivel de crecimiento necesario para sacar a las personas de la pobreza es mucho mayor de lo que sería en una distribución más igualitaria (Ravallion 2001; Bourguignon 2002; World Bank Group 2004). En otras palabras, el mundo no tendría que crecer a ritmos tan elevados para mejorar la vida de los más desfavorecidos si la distribución de esas ganancias se distribuyera de manera más equitativa.
2. Una alta desigualdad se asocia con una preferencia por el consumo excesivo de bienes privados y posicionales, lo cual supone un debilitamiento de los bienes públicos y meritorios (López y Palacios 2014; Samaniego *et al.* 2014).

Dado que los bienes públicos y meritorios suelen significar consumo colectivo y menores costos marginales por unidad consumida, ya que hacen parte de economías de escala, estos son mucho más eficientes que los bienes privados y posicionales en cuanto a la huella ambiental necesaria para su producción y consumo. En particular, a medida que las sociedades se vuelven más urbanas, existe una oportunidad única de ampliar los bienes colectivos (tanto los públicos, como los de mérito), como el transporte público, los servicios públicos comunes, los espacios públicos verdes para la recreación, los bici carriles para la movilidad y la preparación colectiva de alimentos en las escuelas de tiempo completo y en los entornos de trabajo (Samaniego y otros, 2014). Una comida colectiva, un autobús, una bicicleta o un parque público tiene el potencial de satisfacer necesidades (movilidad, comida, entretenimiento) con una huella significativamente menor que los vehículos privados, preparación individual de alimentos, o un centro comercial cerrado (Jorgenson *et al.* 2015). Sin embargo, una gran desigualdad conduce, precisamente, a una preferencia por los bienes y servicios privados y no por los primeros, debido al miedo, la fragmentación, la competencia por el posicionamiento social y la segregación.

Debido al inevitable crecimiento demográfico y a otras dinámicas demográficas (urbanización, hogares más pequeños y envejecimiento de la población), es fundamental desvincular estas tendencias de la presión ambiental insostenible, modificando las actuales pautas de consumo y producción.



2.3.1 Crecimiento y composición de la población mundial

Con certeza se pueden predecir cuatro tendencias: la población mundial seguirá creciendo (hasta al menos 2050; **Figura 2.3**); la edad promedio aumentará; las poblaciones se volverán más urbanas; y, el tamaño de los hogares se reducirá (United Nations 2015a). Estas tendencias son el resultado inevitable de procesos subyacentes: la industrialización, la revolución tecnológica agrícola y las pautas de tenencia de la tierra producto de esto; el paso de los hogares extendidos a los nucleares; y, la drástica disminución de la mortalidad debida a la transición epidemiológica (Lopez y Murray 1996; GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators 2016).

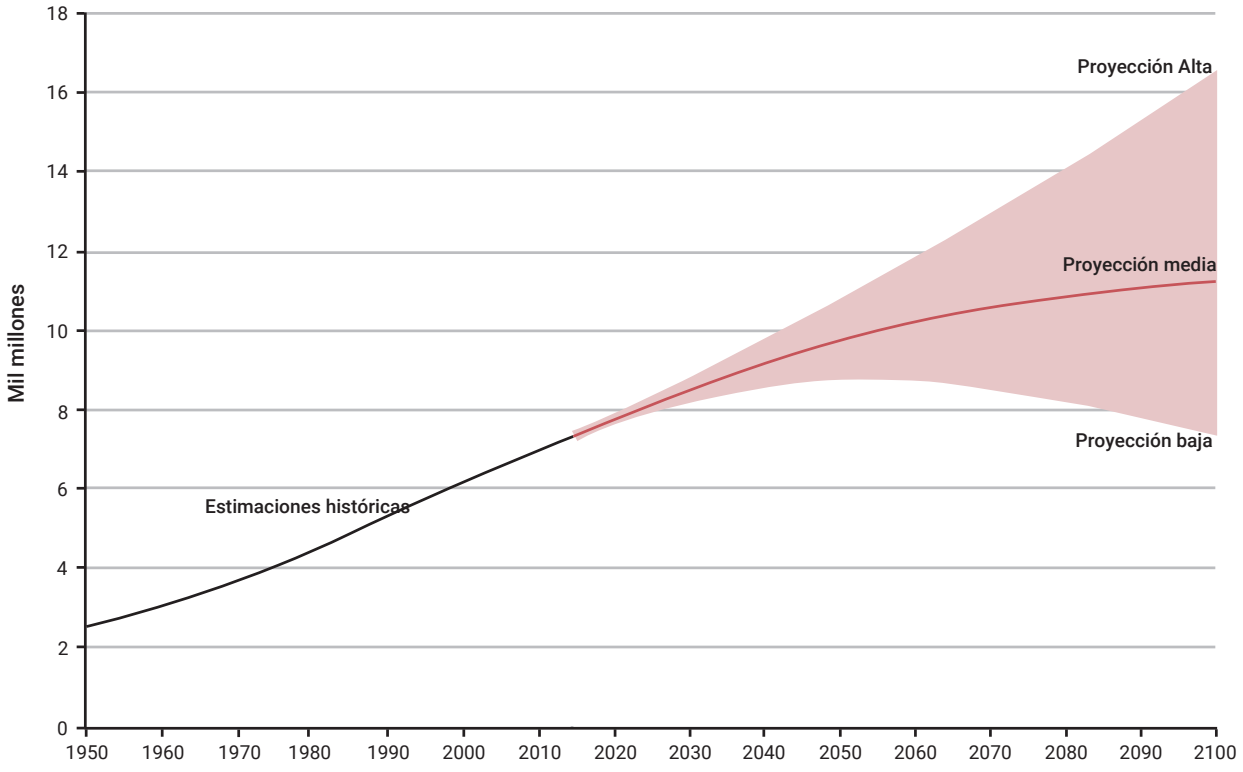
Los cambios en las políticas y de comportamiento podrían moderar el ritmo al que se producen esos cambios, pero no revertirlos. Al mantenerse igual todo lo demás, los hogares más pequeños, la urbanización y el envejecimiento generarán un mayor impacto ambiental per cápita. Dado que esas tendencias son inevitables –en mayor o menor medida–, solo hay tres posibles líneas de acción.

1. Cuando sea posible y deseable, esas tendencias pueden moderarse. Por ejemplo, debido a un mejor acceso a los anticonceptivos y a un mayor empoderamiento económico y social de la mujer, la disminución de la tasa de fertilidad es positiva para el desarrollo económico, la moderación de la desigualdad, la lucha contra la pobreza y la disminución de la presión ambiental.
2. Evitar los rápidos incrementos urbanos no planificados productos del desplazamiento desde zonas rurales proporciona un escenario en el que todos ganan, permitiendo trayectorias nacionales y procesos de urbanización más equilibrados que mejoren el bienestar, lo que podría potenciar las ecociudades y mejorar la conectividad de los ecosistemas. La expulsión rural se debe, parcialmente, a una falta de inversión en técnicas de agricultura sostenible y a la sobreexplotación en el aprovechamiento de los recursos naturales entre otras causas.
3. Las pautas de consumo y producción siguen siendo muy ineficientes en lo que respecta a la producción de CO_2 y otras presiones ambientales. Las innovaciones tecnológicas, tanto duras como blandas, (sustitutos de las fuentes de energía de los combustibles fósiles, gestión del suelo, planificación urbana, servicios de atención colectiva en los centros urbanos, transporte público, etc.) pueden cambiar drásticamente la elasticidad del consumo y la producción a unidades de presión ambiental.

2.3.2 Estimaciones de crecimiento de la población

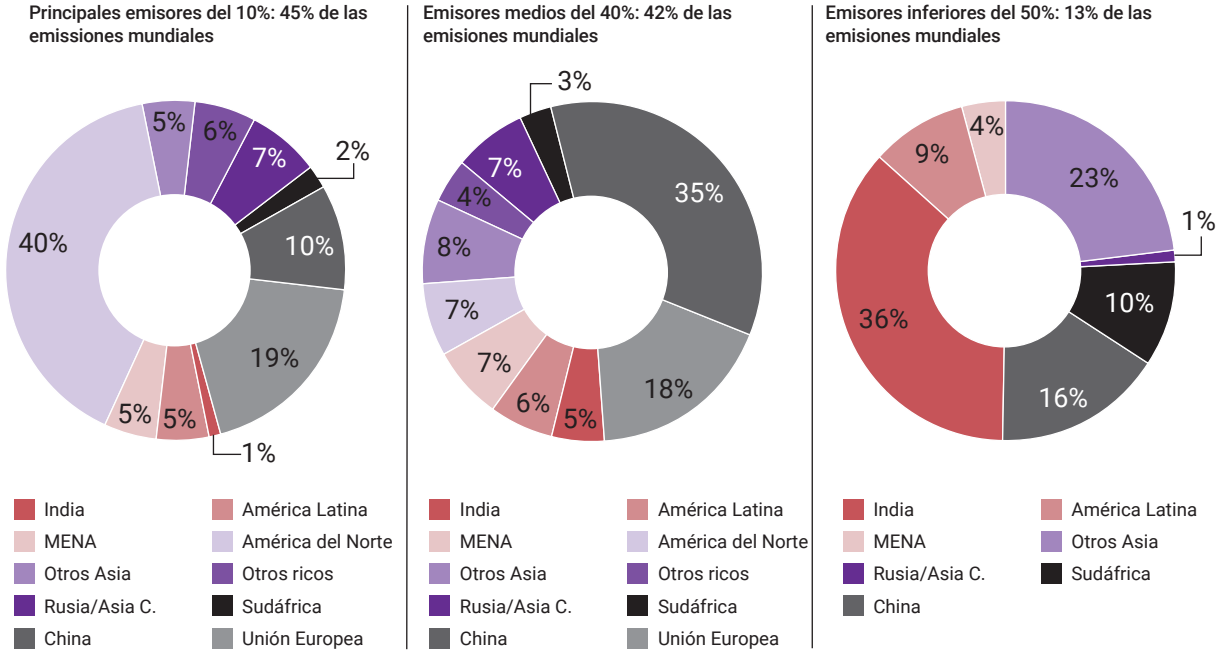
En 2017 (UN DESA 2015a), la población mundial total fue de 7.550 millones de personas, con un crecimiento anual del 1.10%. Esto representa una disminución con respecto a la década anterior, etapa en la que creció al 1.24%. Según las proyecciones medias de fecundidad, habrá 8.550 millones de personas para 2030 y casi 10 mil millones para 2050 (9.770 millones). Sin embargo, cualquier pronóstico a futuro sobre el próximo siglo viene acompañado de importantes advertencias. Dependiendo de la tasa de decrecimiento de los índices de fecundidad, la población mundial podría aumentar hasta 13.200 millones a finales de este siglo o alcanzar 9.400 millones a mediados del mismo y mantenerse sobre esos niveles hasta el año 2100 (véase Sección 21.3.1).

Figura 2.3: Población mundial proyectada



Fuente: Fondo de Población de las Naciones Unidas (2017)

Figura 2.4: Desigualdad entre las naciones en la distribución de consumo y las presiones ambientales asociadas



Nota: Para representar mejor la proporción de los diferentes grupos de emisores totales de CO_2 los gráficos dividen el mundo en tres grupos: el 10% superior, el 40% medio y el 50% inferior de los emisores de cada país. Para cada uno de estos grupos, el gráfico presenta el porcentaje de emisiones para cada región del mundo.

Fuente: Chancel y Picketty 2015.

Los puntos clave a eliminar de esta proyección son:

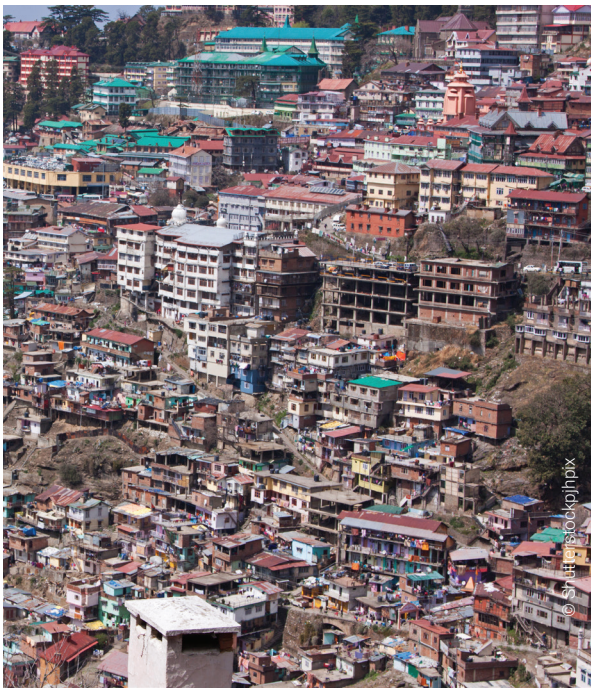
a. La población seguirá aumentando hasta al menos mediados de siglo, y quizás más;
b. Existe una importante incertidumbre sobre las tendencias a largo plazo; y,
c. El control demográfico no responde a una intervención política directa, sino más bien a políticas que de forma indirecta reduzcen las tasas de fecundidad, por ejemplo, mediante el control de las opciones reproductivas por parte de la mujer.

El crecimiento de la población depende del número de nacimientos y defunciones en un año dado y estos, a su vez, dependen de tres factores interrelacionados: la fecundidad, la mortalidad y la distribución entre edad y sexo de la población. Estos últimos tres dependen del comportamiento humano, las condiciones de salud y la inercia demográfica, respectivamente. Si bien las estructuras de edad y sexo cambian lentamente, existen incertidumbres sobre el rango de disminución de las tasas de fecundidad, así como sobre las tendencias futuras de las tasas de mortalidad. Además, si bien los cambios en el comportamiento fértil dan lugar a una menor tasa de crecimiento de la población, estos solo lo hacen de manera eventual después de considerables retrasos.

Las tasas de mortalidad están disminuyendo rápidamente en casi todos los países en desarrollo, mientras que las tasas de fertilidad se mantienen elevadas en el grupo de los países menos desarrollados, donde el promedio es superior a 4 hijos por mujer, es decir, casi el doble de la tasa de fertilidad de reemplazo de 2.1 hijos (UNFPA 2017). Las tasas de fertilidad pueden responder a políticas de género, pero si las tecnologías médicas emergentes dan lugar a una extensión drástica de la duración de vida, el crecimiento de la población se acercaría más a las estimaciones de gama alta y el envejecimiento de la población mundial sería mucho más acentuado.

2.3.3 Composición y distribución de la población

Cada vez hay más indicios de las complejas interacciones entre el medio ambiente, la distribución y la composición de la población (edad, residencia urbana/rural y estructura de los hogares) (véase Jiang y O'Neill 2007; Dalton *et al.* 2008; O'Neill et al 2012; Liddle 2014).



El crecimiento de la población está distribuido de manera desigual en todo el mundo y dentro de las naciones, como resultado de las diferencias en las pautas de fertilidad y las tendencias migratorias. Países con altas tasas de fertilidad, poblaciones jóvenes y tasas de mortalidad que disminuyen abruptamente crecerán más rápidamente que otros. Según las tendencias actuales, en las próximas décadas (**Figura 2.5**) se prevé que África sea la región que presente un crecimiento más rápido, seguida por Asia, América Latina, América del Norte, Oceanía y Europa (United Nations 2015b, 2017).

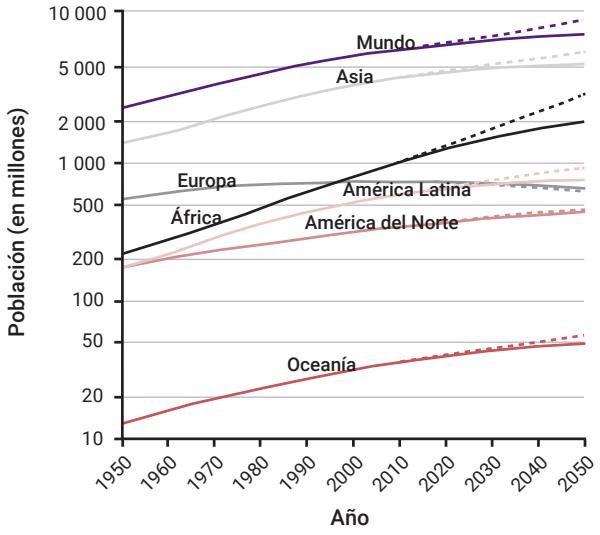
Los efectos del crecimiento natural de la población se ven parcialmente atenuados por pautas migratorias que darán lugar a desplazamientos provenientes de regiones menos desarrolladas a otras más desarrolladas y de las zonas rurales a las urbanas (OCDE 2016). El ritmo de los procesos migratorios ha aumentado en los últimos 50 años y seguirá haciéndolo en los próximos 30 años (Massey y Taylor 2004; International Organization for Migration [IOM] 2015). Esto se debe a la persistencia de factores causales subyacentes de incitación y disuasión:

- los efectos de incitación de desigualdad mundial, pobreza, regiones en conflicto, y
- los efectos de disuasión, como las comunidades inmigrantes ya establecidas en regiones más desarrolladas que en algunas oportunidades atraen a algunos otros de regiones menos desarrolladas.

La migración internacional Sur-Sur también ha aumentado siguiendo los mismos patrones que la migración Sur-Norte (Hujo y Piper 2010). En muchos casos, la migración es en realidad impulsada por la degradación ambiental que hace insostenible la vida en los lugares de origen (Leighton 2006).

Tal como han mostrado los datos, los inmigrantes suelen tener tasas de fecundidad más bajas en sus nuevos contextos, con lo cual se considera que los procesos inmigratorios tienden a disminuir el crecimiento demográfico (Majelantle y Navaneetham 2013). Sin embargo, el impacto neto en el medio ambiente puede seguir siendo adverso, dado que estos cuentan con niveles de ingresos y consumo más altos frente a los que tenían en sus entornos anteriores. Teniendo en cuenta que uno de los objetivos del desarrollo, así como de la inmigración, es la reducción de la pobreza, el aumento de los ingresos y el consumo se convierten en resultados deseables.

Figura 2.5: Distribución y composición de la población mundial



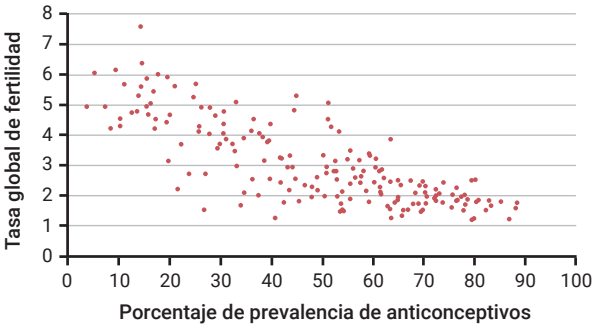
Fuente: Fondo de Población de las Naciones Unidas (2017)

Es posible que el aumento del consumo per cápita de recursos no sea el único efecto de la migración en el medio ambiente y los recursos naturales; la eficiencia en el uso de recursos también puede cambiar, por ejemplo, el uso de energía y materiales por unidad de consumo puede disminuir.

2.3. 4 Desde programas demográficos hasta igualdad de géneros y empoderamiento de la mujer

A pesar de que sus beneficios son ampliamente reconocidos, los programas demográficos, los cuales constituyeron un importante centro de atención de las políticas en las décadas de 1960 y 1970, han sido suspendidos en muchos países (UNFPA 2017). Parte de la explicación de su declive fue la violación sistemática de derechos básicos que algunos de estos programas conllevaron, mediante la esterilización masiva o las políticas forzadas y coercitivas que limitaban las opciones reproductivas de la mujer.

Figura 2.6: Prevalencia de anticonceptivos y fertilidad total



Fuente: Elaboración propia basada en los Indicadores de Desarrollo Mundial (2017) (https://data.worldbank.org/products/wdi)

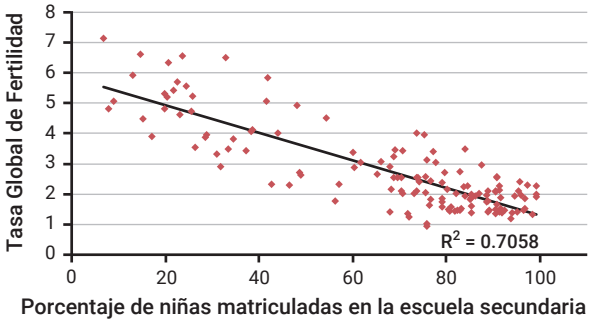
La Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre la Población y el Desarrollo, celebrada en El Cairo en 1994, y la Conferencia Mundial sobre la Mujer, celebrada en Beijing en 1995, contribuyeron a que se considerara que las políticas demográficas debían respetar los derechos de la mujer y sus decisiones. Se pasó así de un enfoque centrado en materia de población, a un enfoque basado en derechos que ubica el control de la reproducción en manos de la mujer. No cabe duda que las políticas demográficas existentes en África, Asia y partes de América Latina pueden contribuir notablemente a moderar la tasa de crecimiento demográfico, mientras respetan la igualdad de géneros y el empoderamiento de la mujer. A su vez, parece probable que esto contribuya a un crecimiento económico más sólido, mediante una mayor participación de la mujer en la fuerza de trabajo en la economía de mercado y una mejora en la salud, tanto de las madres como de los niños (UNFPA 2017).

Esas políticas comprenden un conjunto de medidas, entre las que figuran el acceso a métodos anticonceptivos modernos (**Figura 2.6**); el mejoramiento del acceso de las mujeres y los hombres a los servicios voluntarios de planificación de la familia y otros servicios de salud reproductiva; la inversión en la educación de la mujer; la eliminación de los obstáculos a la participación de la mujer en la vida laboral; la institución de sanciones jurídicas por prácticas discriminatorias asociadas con el comportamiento patriarcal tradicional; y, la inversión en el mejoramiento social y económico de las zonas menos desarrolladas de los países y, en general, de los países en desarrollo.

2.3.5 Género y educación

En la medida de lo posible, dejar las opciones reproductivas en manos de las mujeres ha demostrado tener un impacto evidente en el momento y la cantidad de embarazos (UNFPA 2017; United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women [UN Women] 2017). En parte, esto se ve afectado por el acceso a la educación y al empleo. Uno de los principales factores que contribuyen a las altas tasas de fecundidad son la falta de acceso de las mujeres a la educación y a las oportunidades de empleo. En los países menos desarrollados, en los cuales las tasas de fertilidad son más altas, el acceso de las niñas a la educación suele ser más bajo. Las relaciones causales funcionan en ambos sentidos (**Figura 2.7**).

Figura 2.7: Educación secundaria femenina y tasas globales de fertilidad



Fuente: Earth Policy Institute (2011)

2.3.6 Desigualdad, migración y ciudades

En general, la desigualdad Norte Sur y la desigualdad internacional es uno de los principales impulsores de las tendencias migratorias. Se ha demostrado que cerrar las brechas de bienestar internacional y promover el crecimiento en el Sur, ayuda a moderar los flujos migratorios, lo que podría permitir trayectorias más lentas de mejora del bienestar y, con el tiempo, menos intensas en CO_2.

De forma similar, la migración al interior de los países está impulsada por las desigualdades, especialmente entre las zonas rurales y urbanas, lo que conduce a una urbanización rápida y a veces inmanejable en términos ambientales. Nuevamente, un apoyo adecuado al desarrollo de las zonas rurales ayuda a moderar esas presiones. (IOM 2015)[4].

2.4 Urbanización

La urbanización es un canal claramente reconocido por medio del cual las tendencias demográficas afectan a los recursos ambientales (analizada también como asunto intersectorial en la Sección 4.2.5 del presente informe). La información relativa a la urbanización es bien conocida. Las zonas urbanas tienen mayores ingresos y consumo, mayor acceso al poder político, mayores tasas de crecimiento económico y, per cápita, ejercen una mayor presión sobre los recursos naturales. Por otra parte, las ciudades muestran una mayor eficiencia en el uso de los recursos por unidad de ingresos generados y un mejor potencial de eficiencia energética (Dodman 2009; Bettencourt y West 2010; Barrera, Carreón y de Boer 2018; Cottineau *et al.* 2018). Las ciudades son también los motores del crecimiento económico. Ningún país ha hecho la transición de pobreza a una situación de ingresos medios sin que se produzca un período de rápida urbanización. Sin embargo, si se gestiona con eficacia, la urbanización puede contribuir a la consecución de los ODS, de manera eficiente y sostenible. Finalmente, la urbanización está generalmente asociada con una disminución en las tasas de fertilidad (Martine, Alves y Cavenaghi 2013).

Actualmente, un poco más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas, porcentaje del que se espera un aumento del 60% para 2030 y al 66,4% para el 2050 (Brenner y Schmid 2014; United Nations 2014; Melchiorri *et al.* 2018). Debe señalarse que a nivel mundial las áreas urbanas han sido definidas de distintas formas, este es el caso de la, la información del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UN DESA, por sus siglas en inglés) la cual se basa en fuentes de datos heterogéneas. Melchiorri *et al.* (2018), utilizando una definición armonizada a nivel global de las zonas urbanas que combina las características demográficas y las cuadrículas de densidad, determinaron que para el año 2015 la población urbana mundial sería del 85%. Una interpretación alternativa de la condición urbana (Brenner y Schmid 2014) que pueden beneficiarse de estas nuevas metodologías y de un análisis de las ramificaciones transfronterizas de las ciudades (Sección 4.2.5), podrían representar una herramienta importante para el análisis de políticas y de gobernanza ambiental.

Cerca de un 90% del crecimiento de las ciudades tendrá lugar en los países de bajos ingresos (United Nations Human Settlements Programme [UN-Habitat] 2014). África es la región del mundo de más rápida urbanización, mientras que las ciudades europeas son las que menos crecieron en el período 1995-2015 (UN-Habitat 2016). El factor crítico que explica estas tendencias no es la fecundidad, ni la estructura de edad (que son, respectivamente, más baja y de mayor edad en las zonas urbanas), sino la migración (UN-Habitat 2016).

Las próximas décadas son cruciales. Se necesitaron 200 años para que la proporción de la población mundial que vive en zonas urbanas aumentara del 3% al 50%, hasta llegar a 3.500 millones de personas en 2010 (United Nations 2014). Esta población se duplicará durante el presente siglo, pero en todos los siglos siguientes, podríamos añadir, como mucho, otros mil millones más o menos. Esto hace que la actual era de urbanización mundial no sólo sea inmensa, sino también rápida (Fuller y Romer 2014). Las elecciones relacionadas con la inversión y el diseño de ciudades nuevas y existentes están determinando de forma efectiva la infraestructura, las tecnologías, las instituciones y las pautas de comportamiento que definirán el funcionamiento de nuestras ciudades y el panorama del planeta en un futuro previsible. Esto sugiere que hay una ventana muy estrecha de oportunidad para ayudar a planear y diseñar este futuro. La infraestructura mundial será más del doble en los próximos 20 años (Bhattacharya *et al.* 2016).

2.4.1 Las ciudades de distintos tamaños enfrentan distintos retos

La tendencia de urbanización también es pertinente para comprender tanto el potencial de crecimiento como el impacto en los recursos naturales. En el extremo superior de la urbanización se encuentran las megaciudades, definidas por ONU-Habitat como ciudades con más de 10 millones de habitantes (UN -Habitat 2016, p.7), la mayoría de las cuales están situadas en el Sur Global. En 1990 había 10 megaciudades que albergaban a 153 millones de personas, es decir, el 7% de la población urbana total. En 2014 había 28 megaciudades, con 453 millones de personas, es decir, el 12% del total (UN DESA 2014). En 2016 había 31 megaciudades, 24 de ellas situadas en las regiones menos desarrolladas o en el Sur Global; de ellas, 6 se encontraban en China y 5 en la India (UN DESA, Population Division 2016).

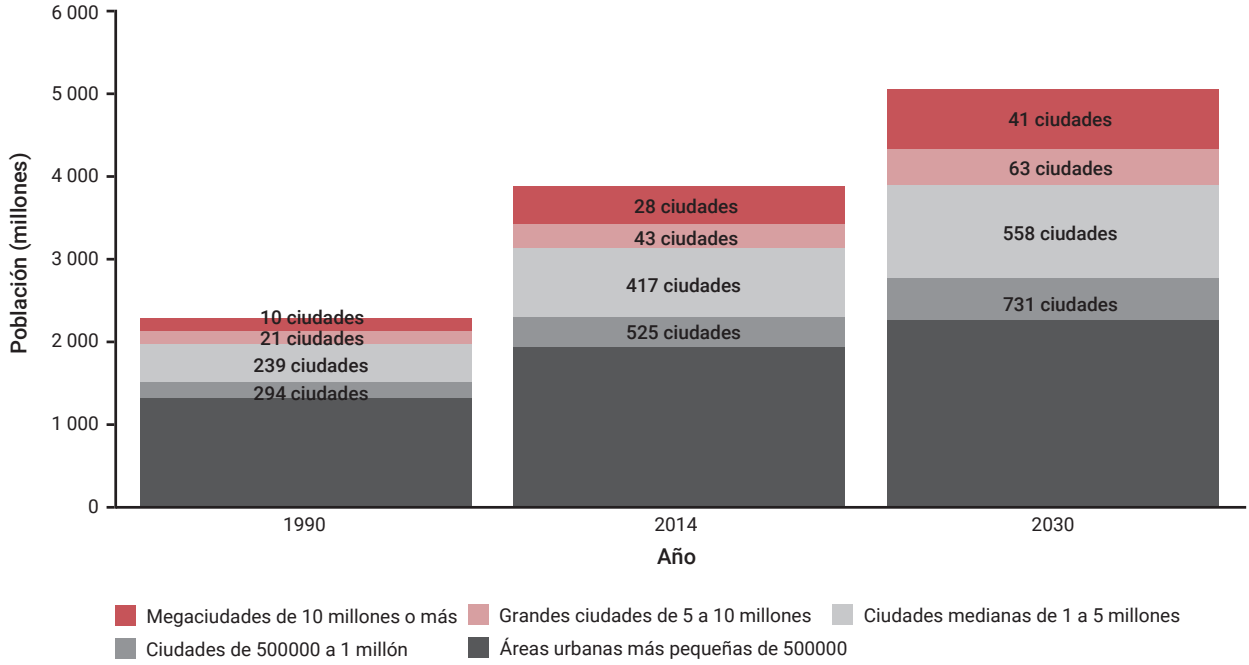
4 Este apoyo en las zonas rurales no es una alternativa para evitar la migración. Esa política puede seguir teniendo efectos perjudiciales para los migrantes y los centros de acogida.

Sin embargo, si bien las megaciudades pueden ser centros de poder económico, estas no representan a la mayoría de la población urbana (véase la **Figura 2.8**), y tampoco constituyen los centros urbanos de más rápido crecimiento (véase la **Figura 2.9**). Actualmente, las ciudades pequeñas y medianas concentran alrededor del 50% de la población urbana del mundo y continúan creciendo con la mayor velocidad (UN DESA 2014; United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific [UNESCAP] y UN-Habitat 2015). Estas, "para el 2025 generarán casi el 40% del crecimiento mundial, más que la combinación de todo el mundo desarrollado junto con las megaciudades de los mercados emergentes" (UN-Habitat 2015a, p.2; Dobbs *et al.* 2011). Las ciudades pequeñas y medianas también son más vulnerables a los peligros naturales, en comparación con las grandes ciudades y las megaciudades (Birkmann *et al.* 2016).

2.4.2 Economías de aglomeración urbanas

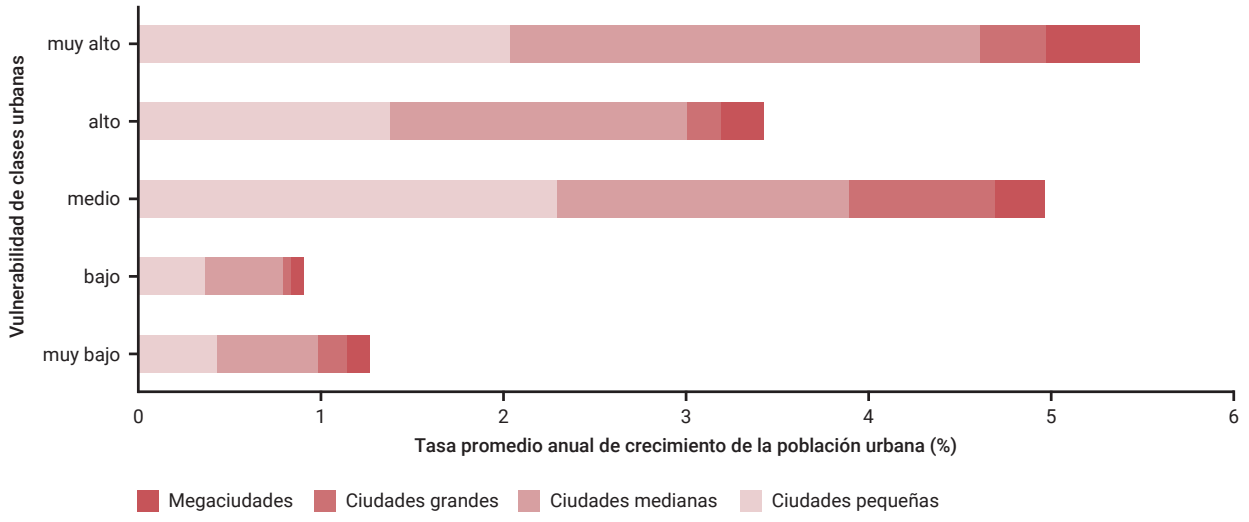
Las economías de aglomeración representan los beneficios de la agrupación de personas para reducir los costos de transporte de bienes, personas e ideas. Una mayor productividad atrae la afluencia de personas, las cuales, a su vez, aumentan aún más la productividad. Así pues, las economías de aglomeración generan un círculo de retroalimentación positiva y amplían el impacto de los factores externos de productividad, potenciando así a las poblaciones urbanas y los salarios (Glaeser y Gottlieb 2009; Zenghelis 2017).

Figura 2.8: Crecimiento de la población urbana mundial impulsado por las ciudades



Fuente: Naciones Unidas (2014, p.13)

Figura 2.9: Tasas de crecimiento de la ciudad



Fuente: Birkmann *et al* (2016)

Las ciudades son una fuente de creación de riqueza, donde la misma se mide por la suma de los activos naturales, humanos y físicos (Hamilton y Hartwick 2017). El capital natural incluye la tierra, los parques, los espacios verdes, el agua y la biodiversidad. El capital humano incluye la educación, el conocimiento y las habilidades de la población. El capital físico (o manufacturado) incluye bienes como la vivienda, la infraestructura, la industria y las oficinas. A esto se añade el capital intangible: ideas e inspiración capturadas en formas que incluyen la investigación y el desarrollo, las patentes, los derechos de propiedad intelectual, las listas de clientes, el capital marcario, el capital social y la gobernanza institucional. El capital intangible es quizás el más importante, pero se alimenta e interactúan con las otras formas de capital. También proporciona la fuente de innovación e inversión necesaria para desvincular el crecimiento del uso de los recursos y las emisiones de CO_2, tanto en niveles absolutos como en términos de tasas de crecimiento.

Un conjunto creciente de investigaciones apoya la hipótesis que las ciudades tienen la capacidad de difundir el conocimiento, por lo que el motor clave de la riqueza consiste, actualmente, en la capacidad de atraer a personas capacitadas y creativas, y de nutrir y difundir las ideas. Por lo tanto, las ciudades parecen tener una ventaja comparativa en los campos más orientados a las ideas. A diferencia de la industria manufacturera, que está cada vez más ubicada fuera de las ciudades, las industrias orientadas a las ideas tienden a concentrarse en los centros urbanos. No es sorprendente que gran parte de la generación y distribución de ideas se produzca en las grandes ciudades, dado el papel de la proximidad espacial. La evidencia, claramente, sugiere que la orientación de la innovación está fuertemente influenciada por la planificación y la política urbana y nacional, y que existe un margen sustancial para que las políticas orienten a las ciudades hacia la innovación con bajas emisiones de carbono y un uso eficiente de los recursos.

La urbanización conlleva sus propias penalidades de éxito, entre ellas la contaminación, la congestión, el efecto del calentamiento urbano, las enfermedades, la delincuencia, los asentamientos informales (barrios marginales), la falta de asequibilidad y el despilfarro. La expansión urbana no regulada y no planificada podría parecer la opción más económica a corto plazo, ya que requiere de un mínimo de interferencia institucional, provisión de infraestructura y planeación urbana.

Sin embargo, los costos a mediano y largo plazo para la sociedad, la economía y el medio ambiente pueden ser nefastos. Las ciudades no reguladas serán menos atractivas, más contaminadas, congestionadas e ineficientes en el uso de los recursos. Alrededor de un tercio de la población urbana mundial vive en condiciones de tipo marginal sin servicios básicos, ni protección social (United Nations Population Fund 2010/2011 citado en Urban Habitat III #1, p.3). Las mujeres de escasos recursos que viven en barrios marginales son, especialmente, vulnerables y se enfrentan a obstáculos para acceder a algunas de las ventajas de la vida urbana (United Nations Population Fund 2014 citado en Urban Habitat III #1, p.2). Más aún, dos tercios de los habitantes urbanos viven en ciudades donde las desigualdades de ingresos aumentaron entre 1980 y 2010 (López Moreno 2012 citado en Urban Habitat III #1 p.1). La expansión urbana, el transporte público deficiente y la falta de acceso a servicios básicos como el agua, la recogida de desechos y la energía contrarrestan los beneficios económicos de las concentraciones urbanas y aumentan los costos. Estas desventajas del crecimiento obstaculizan las oportunidades de prosperar y también exacerban la pobreza urbana. El crecimiento urbano no planificado también provoca emisiones excesivas de GEI, alienación y exclusión social, así como otra serie de costos sociales, económicos y ambientales como la congestión, las enfermedades y la delincuencia (Floater y Rode 2014).

Estas tendencias suponen una enorme carga para las estructuras de gobernanza (Frank y Martinez-Vazquez 2014; UNESCAP y UN-Habitat 2015). En los países en desarrollo, los impuestos locales, medidos como un porcentaje del PIB, son tres veces más bajos que en los países industrializados (Bird y Bahl 2008).

Del mismo modo, muchas de las ciudades pequeñas y medianas "carecen de la capacidad técnica necesaria para dirigir un proceso de desarrollo urbano importante" (UN-Habitat 2012, p. XIV) y padecen una delegación de responsabilidades sin los recursos correspondientes, lo que dificulta su capacidad de planificación (Frank y Martínez-Vázquez 2014). El resultado de ello se traduce en que la capacidad de los gobiernos urbanos para proteger, tanto los

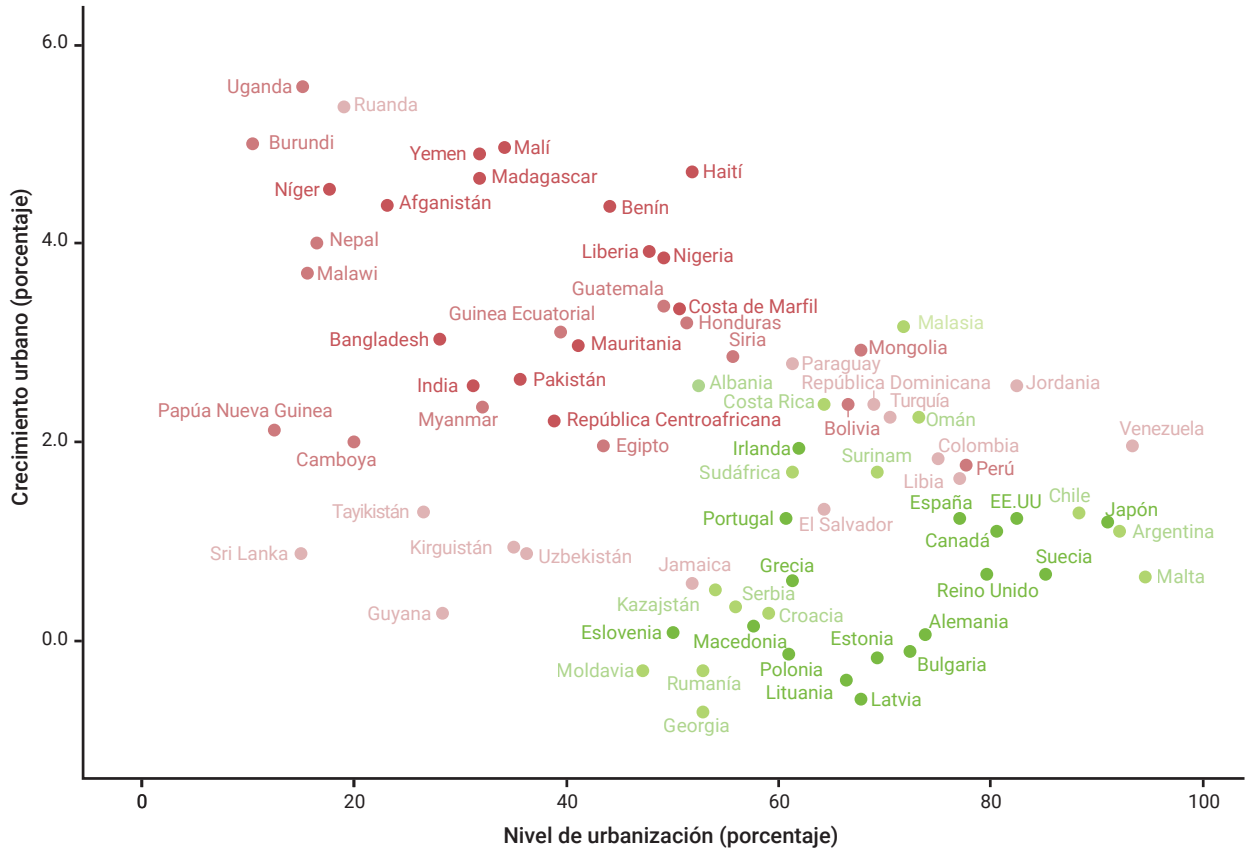

© Shutterstock/ Harvey C. Stowe

recursos naturales, como los derechos de sus ciudadanos, se ve gravemente limitada.

La urbanización en masa no es nueva en Europa, América del Norte y en las partes más ricas de Asia, pero la ola más reciente se concentra en las regiones en desarrollo, entre estas Asia Meridional y África Subsahariana. Esta afluencia de personas a las ciudades puede ejercer una gran presión sobre los recursos institucionales y la infraestructura de las ciudades en crecimiento. La **Figura 2.10** muestra que, en los países con menores niveles de urbanización y mayor crecimiento, los ciudadanos urbanos son muy vulnerables. Calcúlese la vulnerabilidad "como la suma de la susceptibilidad urbana, la incapacidad para afrontar y la falta de capacidad de adaptación urbana" (Garschagen *et al.* 2014, p. 46). Si se desglosa el cambio relativo en el grado de urbanización por cantidad de ingresos para el período comprendido entre 1990-2015, se observa que en Asia, los países de ingresos bajos (PIngB) presentaron tasas de urbanización más rápidas (15.5%), en comparación con los países de ingresos medianos bajos (PIMB) con un 1.2%; y, los países de ingresos medianos altos (PIMA) con un 1.5%. Una tendencia similar se observa en África en donde las tasas de urbanización son del 8% en los PIngB, del 3.6% en los PIMB y del 5.7% en los PIMA, al igual que en América Latina y el Caribe. Mundialmente, el promedio en el ritmo de transformación de los procesos de urbanización es del 2.3% (1990-2015). El desglose por cantidad de ingresos revela que el ritmo de cambio en los PIngrB es del 8%, mientras que en los PIMB es del 1.6% (Melchiorri *et al.* 2018)

Estas zonas en rápido proceso de urbanización suponen un reto, pero también representan "las mayores oportunidades para la futura reducción de las emisiones urbanas de GEI [... ya que su ...] forma e infraestructuras urbanas no están bloqueadas" (Seto *et al.* 2014, p. 928). Tal como se expone a continuación y en la Parte B del presente informe, existen ejemplos positivos y negativos de zonas que se están urbanizando, rápidamente, en lo que respecta a los efectos ambientales. Las ciudades ejemplifican la realidad resaltada en este informe, a saber, que cuando se trata de la creación de redes espaciales complejas, el futuro no está "dado por Dios", sino que depende del sistema y de la trayectoria. Si en las próximas dos o tres décadas la construcción de nuevas ciudades se basa en un modelo de alto consumo de recursos y emisiones de carbono, al igual que en una urbanización extensiva, se perderán todas las esperanzas de alcanzar los ambiciosos objetivos en materia de recursos y riesgos climáticos. Esto

Figura 2.10: Donde un rápido crecimiento se enfrenta a una gran vulnerabilidad



Clases de vulnerabilidad urbana	Nivel de urbanización	Tasa de crecimiento 2000-2015
Muy bajo	75.80	0.71
Bajo	69.19	0.92
Medio	56.07	2.36
Alto	43.51	2.89
Muy alto	38.59	3.71

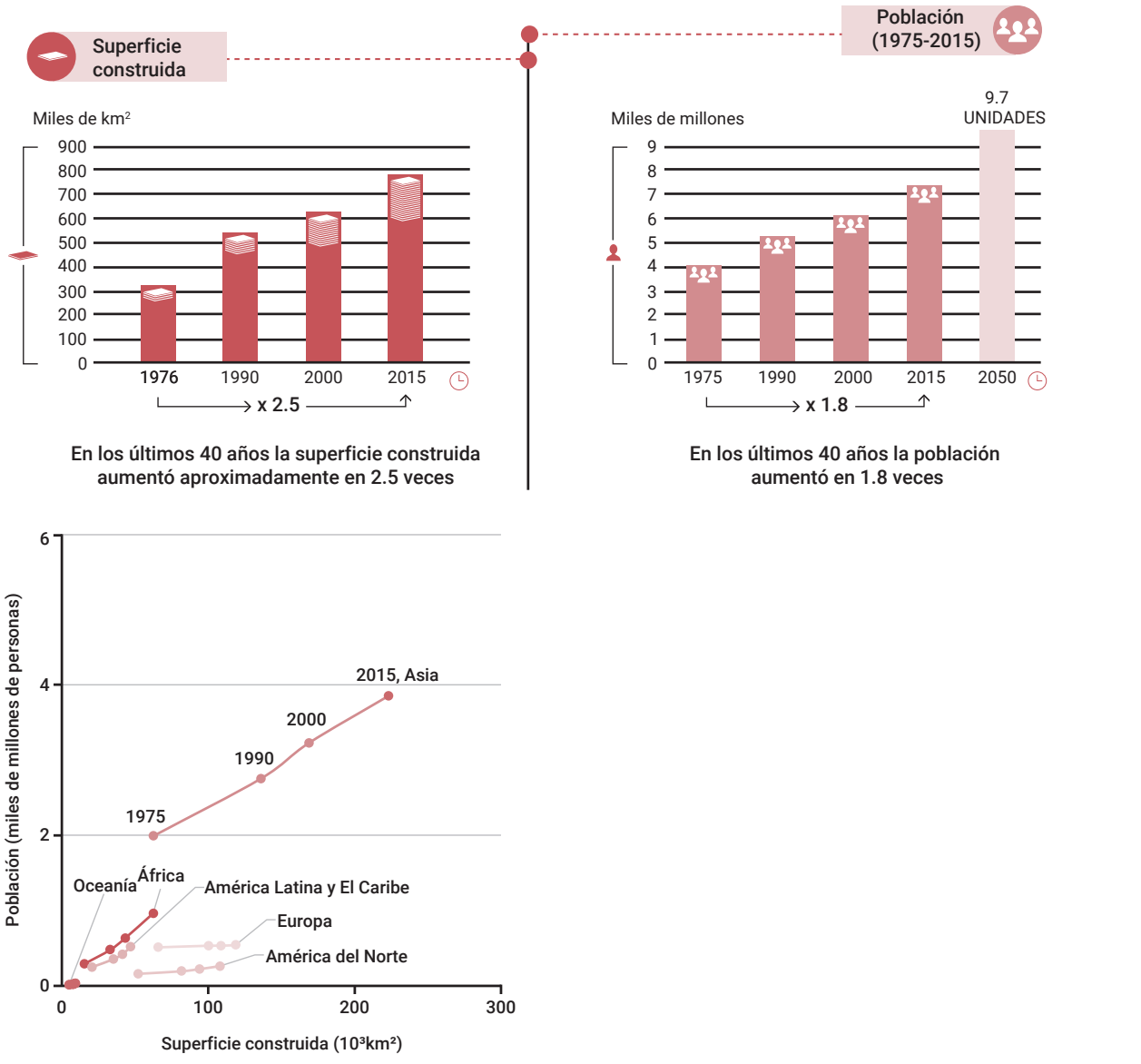
Fuente: Birkmann *et al.* (2014)

podría repercutir en una dificultad para las ciudades y los países de cumplir con su necesidad de recursos e incapacitarlos para competir en los mercados mundiales, dado el abandono de activos físicos y humanos. Las ciudades también son vulnerables a los efectos ambientales y climáticos, tales como la alimentación, el estrés hídrico y las inundaciones; así como las ciudades costeras enfrentan la subida del nivel del mar, la incursión de agua salada y las mareas de tempestad.

2.4.3 Tendencias de expansión urbana y densidad

Actualmente existen distintas visiones relacionadas con la expansión territorial de las ciudades y el crecimiento poblacional. Ante la ausencia de una gestión sostenible de lo urbano, algunos estudios muestran que las ciudades están creciendo en tamaño, más que en cantidad de población, registrando una expansión territorial que duplica el crecimiento de la población (Angel *et al.* 2011). Pesaresi *et al.* (2016) muestra que entre 1975 y 2015, las zonas edificadas aumentaron 2.5 veces, mientras que la población total se multiplicó en 1.8 (**Figura 2.11**), con un mayor crecimiento urbano concentrado en la India, China y países de África. El crecimiento de áreas urbanas en estas regiones también ha superado las tasas de crecimiento de la población urbana, lo que sugiere que la urbanización ha dado lugar a una expansión generalizada (Seto *et al.* 2011; Wolf, Haase y Haase 2018). Incluso, en aquellas ciudades que están reduciéndose en población, la expansión aún continúa produciéndose (Schmidt 2011; Wolf, Haase y Haase 2018). Por el contrario, estudios recientes sobre Asia han demostrado que la población urbana ha crecido más rápido que el terreno urbano (en el este de Asia Sudoriental, un aumento de la población del 31% se compara con un aumento del suelo del 22%) y las zonas urbanas (en Asia Oriental) que son cuatro veces más densas que en los países desarrollados ricos en tierra: dos veces más que en Europa, 1,5 veces más que en la región de América Latina y el Caribe, y 1,3 veces más densas que en Oriente Medio (Schneider *et al.* 2015; World Bank Group 2015).

Figura 2.11: Superficie construida vs. Población (1975–2015)



Fuente: Pesaresi *et al.* 2016

El aumento de la densidad por sí sola es insuficiente para hacer la transición a ciudades sostenibles. Otro factor que afecta el impacto urbano en el medio ambiente es la forma urbana, es decir, el esquema de la infraestructura física urbana, el cual no puede modificarse fácilmente, determinando el uso de la tierra, el transporte y la demanda de energía durante largos períodos de tiempo (Seto y otros 2016; Güneralp y otros 2017). Ese Esquema también tiene implicaciones para el consumo de energía, de emisiones de GEI, la biodiversidad (Seto, Güneralp y Hutyra 2012; Salat, Chen y Liu 2014), la infraestructura hídrica (Farmani y Butler 2014) y el uso de la tierra y la conversión de las tierras de cultivo (Bren d'Amour *et al.* 2016). La forma urbana, "el diseño de la infraestructura y las disparidades socioespaciales dentro de las ciudades están emergiendo como determinantes críticos de la salud y el bienestar humano" (Ramaswami *et al.* 2016, p. 940).

2.4.4 La urbanización como oportunidad

En un mundo en el que los límites ambientales son visiblemente más cercanos y en el que se espera que continúe la migración del campo a la ciudad, el crecimiento de la población urbana puede representar una oportunidad para aumentar el bienestar de los ciudadanos al tiempo que se reduce su huella ecológica. Esto es posible gracias a las opciones de estilo de vida, la mejora de la gobernanza, los programas de sensibilización y educación, la disponibilidad de infraestructura y servicios y las soluciones tecnológicas. Las pequeñas y medianas ciudades tienen una función particularmente importante que desempeñar, ya que suelen ser un paso intermedio entre las poblaciones rurales y los centros urbanos (UN-Habitat 2015c, p.3). En otras palabras, el proceso de urbanización puede ser positivo, pero solo amplificará los problemas existentes si se gestiona de manera deficiente. Si las ciudades pudieran crear soluciones tecnológicas aprovechando las economías de escala, las cuales no son factibles en los contextos rurales, podrían albergar la promesa de limitar los efectos ambientales negativos del crecimiento demográfico y el aumento en el consumo.

2.5 Desarrollo económico

El término desarrollo económico se ha utilizado en la literatura para distinguirlo de una medida unidimensional de bienestar humano que se centraba, únicamente, en el crecimiento económico (o, propiamente dicho, en el crecimiento del PIB). Según lo elaborado por Sen (2011), esto incluye, por ejemplo, la equidad social, la erradicación de la pobreza, la satisfacción de las necesidades humanas básicas (acceso a la salud, la educación y los servicios de agua y saneamiento), la provisión de infraestructura física (vivienda, energía, transporte y comunicaciones) y la garantía de las libertades políticas, económicas y sociales esenciales. Del mismo modo, el término desarrollo económico pone de relieve la transformación estructural, a saber, los cambios en la estructura industrial (de una estructura basada en la agricultura a una basada en la industria y los servicios), la organización social (de actividades productivas en pequeña escala a estructuras organizativas en gran escala) y la diversificación de las capacidades. Los ODS se derivan de este concepto más amplio de desarrollo económico.

2.5.1 El rol social del crecimiento económico

A medida que la economía ha pasado de un 'mundo vacío' a un 'mundo lleno' (Daly 1973), se ha hecho evidente que el crecimiento convencional no puede continuar a futuro (United Nations Environment Programme [UNEP] 2011). Sin embargo, el compromiso social y político con una visión de crecimiento sin fin sigue siendo tan fuerte como siempre. Las razones son fáciles de ver.

El crecimiento económico desempeña una serie de funciones vitales en la sociedad moderna, entre ellas la erradicación de la pobreza, la búsqueda de la justicia social, el fomento de la solidaridad social, la defensa de la paz cívica y el establecimiento de una buena gobernanza.

El más importante de estos es la erradicación de la pobreza. Dos siglos y medio después de la llegada de la Revolución Industrial, cerca de 783 millones de personas (el 10.7% de la población global), aún vive con menos de US$1.90 por día, y el 48.7% de la población vive con menos de US$5.50 diarios (World Bank Group 2013). A nivel mundial, alrededor del 22% de los niños presentan un retraso en el crecimiento y el 7,5% están por debajo del peso normal (UNICEF 2018a). Mientras que 264 millones de niños y adolescentes no pueden entrar a la escuela o terminarla (UNICEF 2018b), siendo niñas en su mayoría. Cerca de 2.100 millones de personas carecen de acceso al agua potable y 2.300 millones carecen de saneamiento básico (UNICEF/WHO 2017).

Esta pobreza no es producto de una falta de recursos económicos. En 2017, el ingreso medio mundial per cápita era de US$16.906 dólares al año (PPA, actuales dólares internacionales), lo que equivale a 46 dólares al día (World Bank Group 2018) y a unas 24 veces el umbral de pobreza. Si bien las políticas redistributivas y los mecanismos de seguridad social pueden ayudar a las personas a hacer frente a la pobreza, el único mecanismo fiable para erradicarla es permitir que las personas de escasos recursos se beneficien de un crecimiento rápido y constante.

Otro argumento a favor del crecimiento económico en los países en desarrollo es la necesidad de reducir la amplia brecha de ingresos que los separa de los países desarrollados. De hecho, esta brecha continuó ampliándose hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XX. Sólo en el siglo XXI hubo pruebas de una reducción de la brecha, ya que las tasas de crecimiento de los países en desarrollo comenzaron a superar a las de los países desarrollados (**Figura 2.12**)[5].

Por ello, incluso algunos críticos del programa de crecimiento consideran que eso es esencial para los países en desarrollo (véase, por ejemplo, Jackson 2009, p.4). Su principal crítica se centra en los países desarrollados, donde el crecimiento, según sostienen, no es ni necesario ni deseable (véase Daly 1973; Rees 1995; Victor 2008; Jackson 2009). Sin embargo, otros (por ejemplo, Friedman 2005) sostienen que el crecimiento continúa desempeñando importantes funciones políticas en los países desarrollados, entre las que se incluyen el apoyo a la equidad, la movilidad social y la solidaridad social, al tiempo que atrae el apoyo de la población a favor de la paz cívica e internacional (Benhabib y Rustichini 1996, p.139; Weede 1996, p.32; Gartzke 2007, p.180).

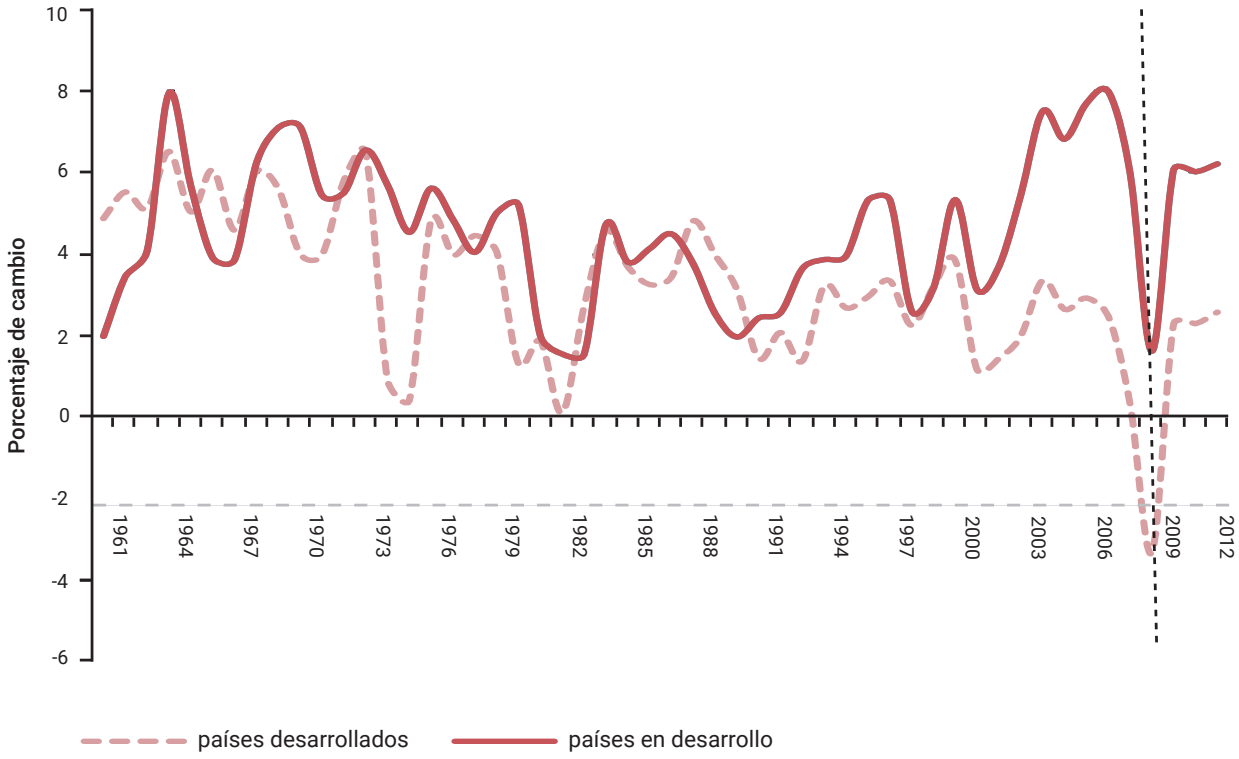
En resumen, los recientes acontecimientos de crecimiento económico mundial se asocian con:

a. una reducción de la brecha de ingresos entre los países desarrollados y los países en desarrollo, y
b. un enorme impacto en la incidencia de la pobreza en estos últimos países.

El peligro es que, si el motor de crecimiento se desacelera, estas tendencias podrían no continuar, y esto podría - como se indica en el informe del Secretario General de las Naciones Unidas sobre el cambio climático y sus posibles repercusiones en la seguridad (A/64/350) - señalan una vuelta a un mundo de suma cero en

5 Esto se debió en gran parte a la alta tasa de crecimiento de las grandes economías pobladas, especialmente en la China e India, sin limitarse a estas. De hecho, el primer decenio de este siglo evidenció por primera vez el que los países en desarrollo subsaharianos, como grupo, crecieron más del 5% anual durante 5 años. Sin embargo, la crisis financiera mundial ha dado lugar a una desaceleración de las tasas medias de crecimiento de los países en desarrollo de entre el 2% y el 3%, y a una ampliación en la variación de las tasas de crecimiento, ya que los países más grandes (por ejemplo, el Brasil, China, Alemania y los Estados Unidos) se recuperaron más rápidamente que las economías más pequeñas.

Figura 2.12: Cómo las tasas de crecimiento de los países en desarrollo empezaron a superar a las de los países desarrollados



Fuente: Canuto (2010)

el que proliferarían los conflictos y la guerra, los sistemas de gobernanza estarían atrofiados y el apoyo popular a la justicia social, la solidaridad y la paz cívica disminuiría.

La pregunta no es si el crecimiento en los países desarrollados es necesario para satisfacer sus aspiraciones materiales, sino si es un elemento esencial en la búsqueda de las sociedades modernas para cumplir sus objetivos políticos, sociales, culturales e incluso morales y éticos. Idealmente, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental se refuerzan mutuamente, en vez de entrar en conflicto.

2.5.2 Del crecimiento al desarrollo

El crecimiento económico es sólo uno de los factores que contribuyen al bienestar humano, pues también depende de la justicia social, la erradicación de la pobreza, una buena gobernanza (incluidas la lucha contra la corrupción) y la salud ambiental. El proceso de política mundial ha tratado de reflejar este enfoque basado en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La estructura de los ODS permite comprender los asuntos más amplios que se tratan en esta sección. Los ODM fueron motivados por una idea sencilla, a saber, la determinación de los jefes de Estado y de Gobierno, en la Cumbre del Milenio de la Asamblea General de las Naciones Unidas, de reducir la pobreza a la mitad al cabo de 15 años (United Nations, 2000). Los ODS avanzan un paso más y buscan erradicar la pobreza y el hambre para el 2030. Además, los objetivos estratégicos señalan, explícitamente, los factores ambientales y sociales, entre ellos el cambio climático, la biodiversidad terrestre y marina, el consumo y la producción sostenible, la desigualdad, la industrialización y el trabajo decente, la paz y la justicia (United Nations Development Programme [UNDP] 2018).

En retrospectiva, los ODM fueron un éxito notable. Coincidieron con un progreso acelerado en la erradicación de la pobreza, la salud y la educación, pero quedaron rezagados en cuanto a la nutrición y el acceso al agua y el saneamiento (McArthur y Rasmussen 2017). Los éxitos de los ODM pueden atribuirse a cuatro factores, en orden descendente de importancia, a saber: el alto crecimiento económico de los países en desarrollo, el apoyo a los programas locales y las iniciativas de base comunitaria, los grandes programas verticales (especialmente en el sector de la salud) y la promulgación de derechos y protecciones legales. Aunque es difícil evaluar el impacto causal de los ODM, ya que es imposible saber qué habría ocurrido en su ausencia, algunas investigaciones empíricas han encontrado pruebas de que los ODM aceleran los progresos en esas esferas (McArthur y Rasmussen 2017).

Aunque los ODS tratan de aprovechar este éxito, el contexto subyacente es muy diferente. Su adopción fue antecedida por una importante crisis financiera que apenas evitó un colapso financiero completo, una prolongada recesión en los países industrializados, una crisis de la deuda potencialmente desastrosa, un aumento drástico de la desigualdad de ingresos en los países de la OCDE, una recurrente volatilidad de los precios de los productos básicos, importantes repercusiones políticas derivadas de las crisis de los precios de los alimentos, una reducción de los recursos naturales y la biodiversidad, pruebas crecientes de los efectos adversos del cambio climático, una mayor conciencia de que la economía mundial se enfrentaba a límites planetarios (Rockström *et al.* 2009b), y un aumento drástico de los conflictos mundiales.

Así, los ODS pueden ser agrupados en tres amplias categorías:

- *Desarrollo humano:* hacer frente a la escasez de ingresos, el hambre, la falta de acceso a los servicios básicos (salud, educación, agua y saneamiento) y la desigualdad entre los géneros (ODS 1-6),
- *Desarrollo económico:* crear condiciones propicias para erradicar la pobreza, facilitar el acceso a la energía, proporcionar crecimiento económico, empleos dignos, infraestructura e industria, reducir las desigualdades, vivienda y sociedades pacíficas (ODS 7-11 y 16-17)
- *Medio ambiente:* asegurar que el programa de erradicación de la pobreza y, por consiguiente, del crecimiento económico, esté protegido contra las amenazas ecológicas (ODS12-15).

Esta agenda es relevante para la evaluación de las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. El programa de lucha contra la pobreza continúa inconcluso y el consenso en materia de desarrollo continúa siendo que su consecución requerirá de un mayor crecimiento económico en la economía mundial. Sin embargo, existe una preocupación creciente por el hecho de que las perspectivas del desarrollo en sí mismo se vean cada vez más amenazadas por el cierre de los límites planetarios, especialmente por los efectos del cambio climático. Por otra parte, se sigue temiendo que el proceso de crecimiento conlleve a un uso cada vez mayor de los recursos y sumideros naturales, lo que aumenta la presión sobre el medio ambiente natural.

El programa de lucha contra la pobreza sigue siendo la máxima prioridad de la comunidad normativa internacional, como se ha documentado en casi todos los acuerdos internacionales relativos al desarrollo económico y al medio ambiente en el último cuarto de siglo. Las razones de ello no son ni exclusiva, ni principalmente, altruistas. Atendiendo a los principios fundacionales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), citados por su Director General: "la pobreza, allí donde exista, representa una amenaza para la prosperidad de todos". (ILO 2011). Las razones de ello reflejan el entendimiento de que la paz mundial no puede construirse basándose en condiciones que condenen a un segmento significativo de la humanidad a la privación y el sometimiento permanentes.

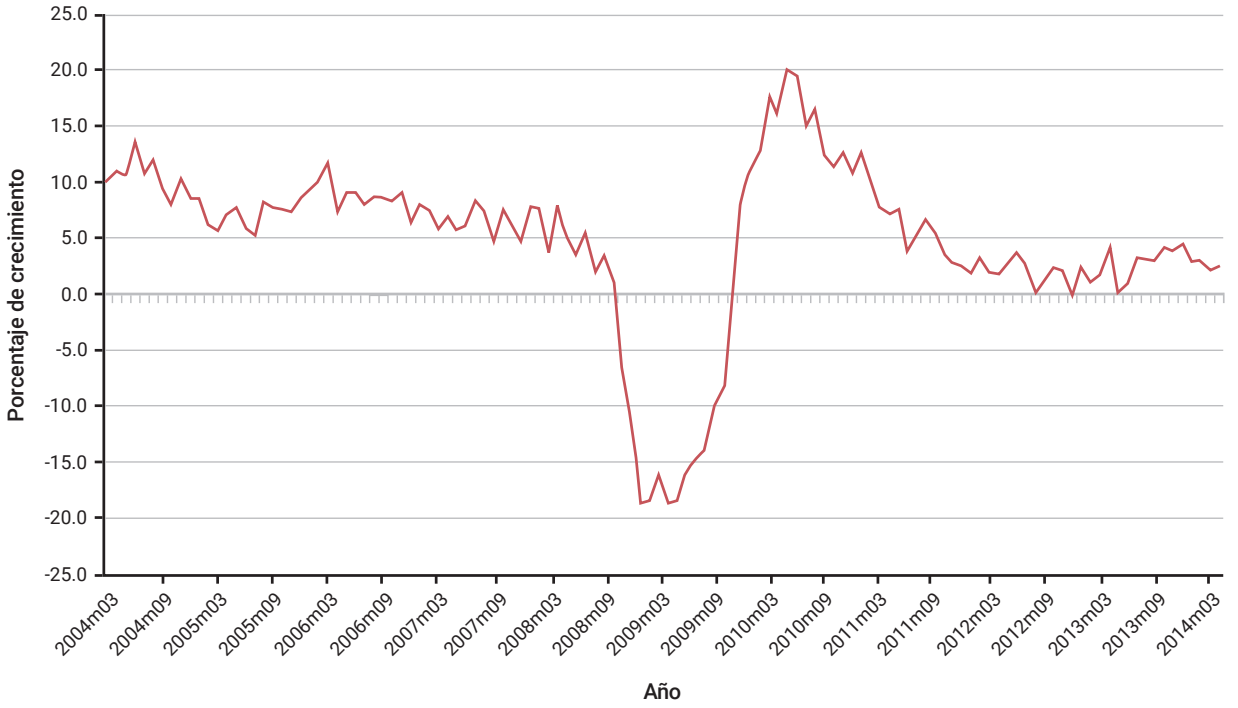
2.5.3 Experiencia reciente

La crisis financiera estuvo seguida de una desaceleración del crecimiento mundial. Las razones de ello tuvieron que ver con el estancamiento del comercio internacional, la reactivación del panorama de las guerras comerciales, el aumento de la incertidumbre en materia de políticas y la amortiguación del principal motor del crecimiento mundial, a saber, las economías emergentes (World Bank Group 2017, p.3). De un promedio de crecimiento anual de alrededor del 6% entre 1992 y 2008, y un máximo del 10% anual en 2006-2008, el comercio mundial se ha reducido alrededor del 1% desde 2010 (véase la **Figura 2.13**). Recientemente, esto parece haber dado lugar a nuevas amenazas de guerras comerciales.

Una segunda tendencia que resulta notable es el aumento de la desigualdad en los países industrializados. Existe una paradoja en cuanto a los movimientos contrastantes de la desigualdad internacional e intranacional. Durante gran parte del siglo XX, la desigualdad de ingresos entre países se amplió (o, en el mejor de los casos, se mantuvo estática), mientras que la desigualdad de ingresos dentro de los países se redujo (o, en el peor de los casos, se mantuvo estática). Sin embargo, desde 1980, ambas tendencias se han invertido.

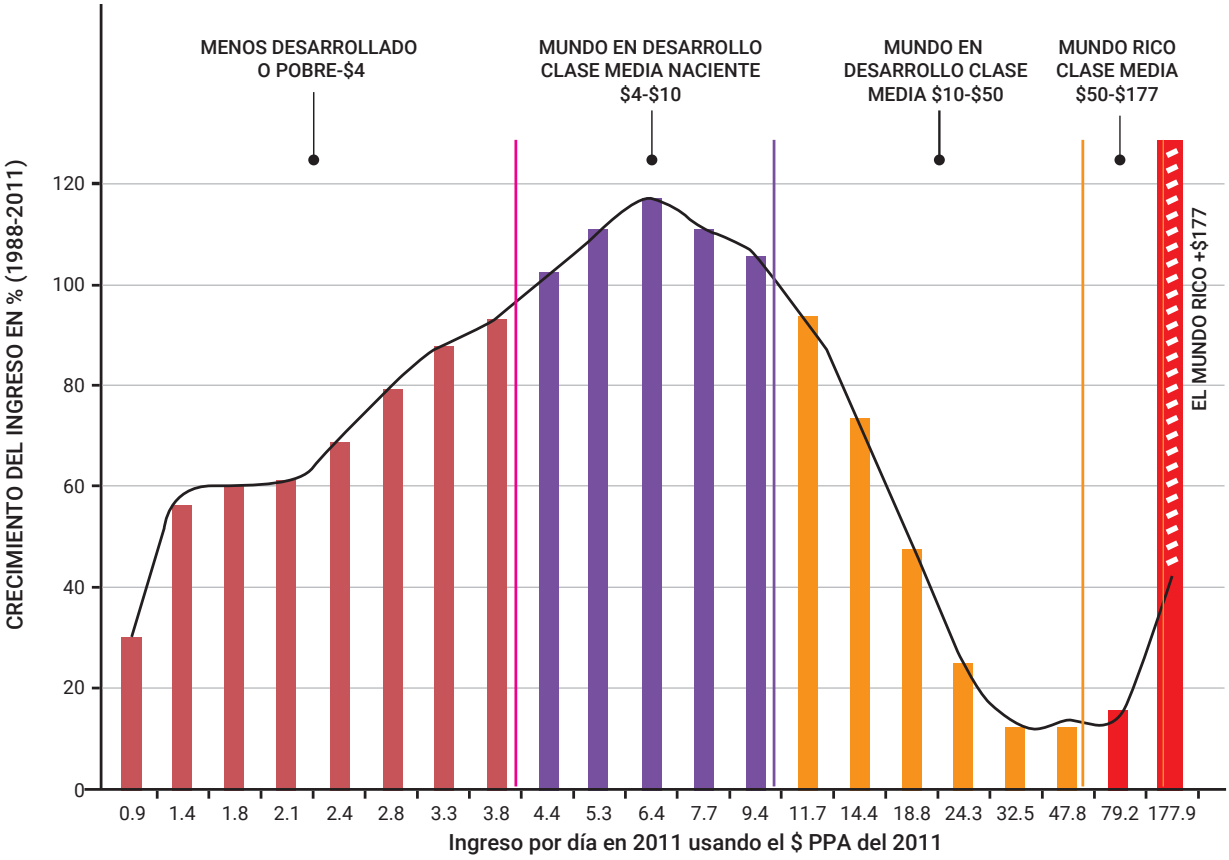
Una repercusión es la Curva del Elefante de Milanovic, llamada así por la forma de la **Figura 2.14** (Lakner y Milanovic 2013, p.31; Weldon 2016). Esta figura muestra que entre 1988 y 2011, mientras que los ingresos del 1% más rico, así como los ingresos entre el 40%-70% (que se presume que están en las economías en desarrollo) estaban aumentando, los ingresos del 10% más pobre y los del 80%-90% (que se presume que están en la clase media de los países desarrollados) crecían más lentamente.

Figura 2.13: Crecimiento del comercio mundial



Fuente: Datos del CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (2018)

Figura 2.14: Curva del Elefante del Milanovic



Fuente: Datos de Lakner (2013) y material gráfico de da Costa (2017)

La relación entre la desigualdad de los ingresos y el uso de los recursos naturales no es directa. Por una parte, el argumento económico clásico es que los pobres tienen mayor propensión a consumir que los ricos (Carroll *et al.* 2017), y, por lo tanto, la transferencia de ingresos de los primeros a los segundos debería reducir el impacto en el medio ambiente natural. Por otra parte, el aumento de la desigualdad de ingresos crea una presión ascendente sobre los recursos, tanto por el impacto de un consumismo conspicuo, como por el estrechamiento de la clase media. Lo que es más importante, la desigualdad tiene el potencial de exacerbar el conflicto, lo que a su vez tiene un impacto adverso en el medio ambiente. Los efectos de la desigualdad sobre el medio ambiente se mueven a través de los canales del consumo, la inversión y la comunidad (Islam 2015).

Hay dos justificaciones principales para el programa de crecimiento mundial: la material y la política. La primera se refiere al papel del crecimiento en la erradicación de la pobreza, mientras que la segunda se refiere a la consecución del crecimiento por su posible contribución a otros objetivos políticos necesarios, como la justicia social, la equidad, la solidaridad, la paz cívica y una gobernanza democrática.

Tendencias recientes muestran que una reducción significativa se ha presentado en las agendas paralelas de erradicación de la pobreza y reducción mundial entre la desigualdad de los países. Por otra parte, la forma y el ritmo en que esto ha sucedido ha dado lugar a nuevas tensiones y fracturas, tanto al interior de los países, como entre ellos.

Esto puede indicar que se ha renovado la urgencia de reactivar el impulso de crecimiento, no solo en los países en desarrollo, sino también en los desarrollados.

2.5.4 La función de la energía

Una cuestión clave es la relación entre dos dimensiones distintas del desarrollo económico, a saber, el crecimiento económico agregado y el consumo de recursos, especialmente el consumo energético.

Existe un gran volumen de literatura sobre la desvinculación entre el crecimiento económico con su impacto en el consumo de recursos (véase, por ejemplo, UNEP 2011; UNEP 2017; Hennicke 2014). Una distinción clave se presenta entre los recursos renovables y los no renovables. Dado que estos últimos son de naturaleza finita, la única forma de reducir su agotamiento es reducir, reutilizar y reciclar (las 3R). Sin embargo, como se ha señalado de manera prominente en la literatura, esto reorienta el enfoque hacia el consumo de energía, es decir, hacia el componente energético incorporado en el uso de los recursos. Las estrategias de las 3R son bastante conocidas; su viabilidad depende del costo de la energía utilizada para el reciclado o de la reutilización en relación con el costo de una nueva extracción.

Algunos recursos renovables, como la energía solar y la eólica, se usan sin preocupación de su agotamiento. Otros recursos son renovables, siempre y cuando, los ecosistemas que los abarcan no se degraden. En el caso de los recursos renovables de biomasa,

como los bosques, el principal desafío es asegurar que su uso no supere la tasa de regeneración natural (o mejorada). Esto también se traduce en la tasa en que estos recursos pueden regenerarse aprovechando la energía del sol. Diversas técnicas para aumentar la productividad de los recursos naturales son equivalentes a mejorar su potencial de aprovechamiento energético.

En resumen, como señaló Hennicke (2014, p.2), la energía es la clave del desacoplamiento. Por raro que parezca, el análisis ambiental ha utilizado a menudo el concepto de flujos energéticos para enmarcar estas cuestiones. Así, la energía, interpretada en sentido amplio, es la fuerza impulsora tanto en los asuntos humanos como en los naturales. La milagrosa transformación introducida por la Revolución Industrial es, en esencia, el resultado de aprovechar un enorme volumen de recursos energéticos fácilmente disponibles, a saber, los combustibles fósiles (Smil 2010; Bithas y Kalimeris 2016). Este es el principal factor responsable de la idea de una economía en permanente crecimiento.

De cara al futuro, la necesidad energética seguirá aumentando, no sólo para promover el desarrollo económico en los países pobres, sino también para ayudar a reducir el consumo insostenible de recursos materiales. Para evitar un cambio climático catastrófico y una escasez de recursos, es necesario que este aumento se traduzca en un cambio importante hacia recursos energéticos asequibles y sostenibles (véase, por ejemplo, Yihdego, Salem y Pudza 2017; UNDP 2018, SDG 7).

2.6 Tecnología, innovación y sostenibilidad mundial

La tecnología puedes ser un impulsor positivo y negativo del cambio medio ambiental. La innovación tecnológica ha sido -y probablemente seguirá siendo- un motor crítico de los cambios de sostenibilidad a nivel mundial (Segars 2018). Al mismo tiempo, las tecnologías han creado a menudo consecuencias imprevistas que superan con creces la capacidad predictiva de los mejores análisis científicos (por ejemplo, el impacto de los efectos del consumo de combustibles fósiles en el sistema climático). Los análisis científicos existentes sobre cuestiones tecnológicas a menudo fallan en captar los importantes efectos negativos/de rebote (Chitnis *et al.* 2013) del impacto sistemático de las tecnologías. Igualmente, minimizan el problema de la difusión tecnológica, en particular en lo que respecta a la innovación tecnológica agrícola (Juma 2015). Los vehículos motorizados y la electricidad son buenos ejemplos de las limitaciones científicas del pasado. Estos representan dos de los avances tecnológicos más importantes del siglo XX, pero es probable que sus impactos negativos sobre el medio ambiente y sobre los recursos persistan a lo largo del siglo XXI.

2.6.1 Innovación tecnológica y desarrollo económico sostenible

Desde una perspectiva económica, la innovación tecnológica se ha reconocido desde hace mucho tiempo como uno de los principales impulsores del desarrollo económico, pero en las teorías modernas del crecimiento se le atribuye un papel preeminente (véase Romer 1994; Acemoglu y Daron 2009; Zenghelis 2011). La innovación en el capital humano, mediante la inversión en investigación, desarrollo e intercambio de conocimientos, es la clave no sólo para el crecimiento de la productividad, sino también para sacar más provecho de los recursos de que disponemos. Esto es crucial para resolver muchos problemas ambientales.

La innovación ofrece la salida más importante de muchos problemas ambientales. En una economía ambientalmente sostenible, el crecimiento y el desarrollo económico seguirían produciéndose y la humanidad seguiría prosperando. El crecimiento económico y el bienestar humano pueden desvincularse del rendimiento material y del impacto ambiental, aunque el reto político de conseguirlo es realmente considerable (Jacobs 1991; Hepburn y Bowen 2013).

El reconocimiento de nuevas oportunidades, junto con la disminución en el costo de tecnologías clave de bajo carbono (solar, eólica, etc.), ha demostrado ser un cambio radical en lo que se refiere a impulsar la acción política mundial. Si bien se suele considerar que las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) avanzan lentamente, 40 países y 20 regiones subnacionales han aplicado o tienen previsto aplicar la fijación de precios del carbono y otros tipos de políticas favorables a las tecnologías con bajas emisiones de carbono (Global Commission on the Economy and Climate 2015). En la actualidad existen más de 1.200 leyes que se relacionan directa o indirectamente con el cambio climático en todo el mundo, lo que supone un aumento en 20 veces en los últimos 20 años (Nachmany *et al.* 2017).

El propio Acuerdo de París sobre el Cambio Climático (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] 2015) puede considerarse una consecuencia de la aceleración del ritmo de reducción de gases de efecto invernadero en los países, ciudades y empresas de todo el mundo. La disminución de los costos tecnológicos de las energías renovables y la eficiencia energética, el aumento de las oportunidades de mercado y una mayor conciencia sobre los beneficios derivados de la reducción de las emisiones (tales como la disminución de la contaminación y la congestión urbana; oportunidades fiscales derivadas de la fijación de precios para los recursos escasos, el carbono y la contaminación; y, la eliminación de los subsidios perjudiciales para el medio ambiente) contribuyeron a apoyar los compromisos que fueron firmados de forma voluntaria con ocasión del Acuerdo de París.

2.6.2 Tecnologías más limpias y energéticamente eficientes

Se están produciendo rápidos avances en el desarrollo del mercado de tecnologías más limpias y eficientes desde el punto de vista energético, incluidas las energías renovables (solar, eólica, biomasa avanzada, etc.), el almacenamiento (baterías, hidroeléctricas de bombeo, etc.), la eficiencia energética (por ejemplo, la gestión de la demanda y la desmaterialización) y las opciones de transporte sin carbono (por ejemplo, los vehículos eléctricos). De igual forma, están surgiendo avances en la investigación y el desarrollo de opciones de tecnologías más limpias (por ejemplo, el carbono, la captura y el almacenamiento, los biocombustibles de segunda y tercera generación, la generación descentralizada de electricidad a pequeña/microescala, los vehículos automotores) (International Energy Agency [IEA] 2016b).

En el caso de la energía renovable, por ejemplo, la difusión y la ampliación de la escala son factibles y asequibles en todo el mundo. Para el año 2040, las energías renovables constituirán dos tercios de la inversión mundial en la generación de energía, mientras que la energía solar se convertirá en la mayor fuente a nivel global en capacidad de realizar bajas emisiones de carbono promovido por el desarrollo en la China y la India. En el caso de la Unión Europea, se espera que las energías renovables representen el 80% de la nueva capacidad de generación energética y que la energía eólica se convierta en la principal fuente de electricidad regional después de 2030 (IEA 2017b).

A nivel regional, en el caso del África Subsahariana, donde existen varias iniciativas públicas, privadas e intersectoriales para hacer frente a la pobreza energética, se está desarrollando rápidamente un ecosistema de tecnologías más limpias y eficientes energéticamente, el cual está fomentando la creación de empresas de tecnología solar off-grid en sus primeras etapas, a la vez que está contribuyendo a acelerar la dinámica general del mercado en dichos países (Park 2016; Yihdego, Salem y Pudza 2017).

Por ejemplo, las inversiones en empresas de energía solar off-grid en el África Subsahariana y en otros países, se multiplicaron por diez, hasta superar los 200 millones de dólares entre 2013 y 2016 (Bloomberg New Energy Finance 2017). Sin embargo, cabe destacar que este rápido crecimiento sigue representando un pequeño porcentaje de las inversiones que se necesitarán para repercutir en el mercado regional de la energía.

Las soluciones de electrificación escalable off-grid a base de energía solar son importantes para el desarrollo sostenible en muchas regiones en desarrollo y representan un elemento crítico en el caso de la región del África Subsahariana (International Renewable Energy Agency [IRENA] 2013). El acceso a la energía representa un problema económico, social y ambiental crítico tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, ya que el acceso a esta se encuentra vinculado a una amplia gama de beneficios económicos y ambientales (IRENA 2016). Aun así, el África Subsahariana, como región, consume solo 145 teravatios-hora de electricidad al año - lo que equivale a una bombilla incandescente por persona utilizada tres horas al día (Lucas 2015)- convirtiéndola en la región más pobre en energía del mundo (Park 2016).

Existe un potencial sustancial para que los costos unitarios de las tecnologías eficientes en el uso de recursos y las tecnologías de baja emisión de carbóno continúen disminuyendo a medida que estas se desarrollen y se desplieguen y que los ingenieros aprendan a conectarlas y prestarles servicio a bajo costo. Este potencial es mucho mayor para las nuevas tecnologías que para las tecnologías tradicionales de alto carbono[6]. Por ejemplo, la caída de los precios de las tecnologías de energía renovable ha permitido que las nuevas combinaciones de energía solar, eólica y de almacenamiento de energía superen al carbón y al gas en cuanto al costo[7].

El sector energético no sólo se beneficia de las mejoras en la productividad asociadas a la transición a un sistema de bajo uso de carbono, sino que también se presentan importantes repercusiones económicas derivadas de las innovaciones en esta materia. Acemoglu *et al.* (2012) sostienen que el crecimiento sostenible puede lograrse mediante la adopción de medidas políticas temporales, tales como un impuesto sobre el carbono ya que permite reorientar la innovación hacia insumos no contaminantes. Dechezleprêtre, Martin y Mohnen (2014), por su parte, llegan a la conclusión de que los efectos indirectos de la innovación con bajas emisiones de carbono son, sistemáticamente, un 40% mayores en comparación con las tecnologías convencionales, mientras que las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) pueden, en teoría, aumentar enormemente la productividad y la eficiencia energética, reduciendo al mismo tiempo el consumo de materiales durante toda la vida útil de un producto (un teléfono móvil, por ejemplo). Si bien es posible que algún día las TIC den paso a una nueva era en la que las tecnologías digitales desempeñen un papel fundamental en la aceleración de la gobernanza ambiental mundial, todavía no está claro si el ahorro en energía y materiales es mayor y supera el impacto acumulativo en la sostenibilidad de la vida útil de los productos de las TIC, desde la extracción de recursos hasta la eliminación de desechos (véase **Recuadro 2.3** sobre desechos electrónicos).

Más allá de los impactos sociales y ambientales directos de las TIC, una cuestión que surge en materia de sostenibilidad es el uso de la electricidad de los centros de datos, que en el caso de los

6 El denominado efecto velero (la introducción de los barcos de vapor indujo un salto en la eficiencia y el diseño de los veleros) sugiere que las industrias establecidas pueden responder con innovación competitiva cuando se enfrentan a la competencia existente.

7 Las tecnologías solares fotovoltaicas y eólicas terrestres son competitivas con el gas y el carbón en varios lugares del mundo, incluso en ausencia de un precio del carbono. El costo de los módulos solares fotovoltaicos se redujo en un 60% en los dos años hasta el primer semestre de 2017, y en un factor de cinco en los cinco años posteriores a 2008 (Bloomberg NEF 2017). Los precios de almacenamiento de energía están cayendo incluso más rápido que los precios de la energía solar fotovoltaica y eólica. Un estudio reciente comprobó que las inversiones en investigación y desarrollo de proyectos de almacenamiento de energía han reducido los costos de las baterías de ión-litio de US$ 10.000/kWh a principios de la década de los 90, a una trayectoria que se prevé que llegue a US$ 100/kWh en o para 2018 (Kittner, Lill y Kammen 2017).

Recuadro 2.3: Desechos electrónicos

Los residuos electrónicos (desechos electrónicos) -que pueden definirse como "los elementos de los equipos eléctricos y electrónicos y sus partes, los cuales han sido desechados por el propietario como desechos sin intención de reutilizarlos"- representan uno de los residuos que más rápidamente aumentan en el mundo (Solving the E-waste Problem (StEP) Initiative 2014).

Impulsado por las rápidas ventas mundiales de computadoras y aparatos electrónicos, junto con la reducción de los ciclos de vida de estos, en 2016 se generaron 44,7 millones de toneladas métricas, el equivalente a 6,1 kilogramos por habitante de desechos electrónicos; para 2021 se espera que la ola promedio de desechos electrónicos aumente a 52,2 millones de toneladas métricas o 6,8 kilogramos por habitante (Baldé y otros, 2017).

Algunos desechos electrónicos de los países industrializados se están enviando al mundo en desarrollo, "donde a menudo se utilizan técnicas rudimentarias e ineficientes para extraer materiales y componentes", tendencia que está planteando problemas a la gobernanza mundial de la sostenibilidad (Baldé, Wang y Kuehr 2016).

Estados Unidos se estima es cerca de un 2% del consumo total eléctrico del país (Whitney y Kennedy 2012). Dado que, según se informa, la eficiencia energética de las computadoras se duplica cada año y medio (Koomey *et al.* 2011), el aspecto más importante de la sostenibilidad a largo plazo puede ser el uso y la aplicación de las TIC para evitar el uso energético futuro y reducir el impacto del cambio climático.

Se prevé que las tecnologías digitales, tales como los medidores inteligentes, conectarán a más de 1.000 millones de hogares y 11.000 millones de electrodomésticos inteligentes en sistemas eléctricos interconectados para el año 2040. El uso de las innovaciones de tecnología digital le permitirá a los hogares individuales determinar cuándo y cuánta electricidad sacar de la red. Esto permitirán también el diseño de respuestas para la demanda que sean favorables para el medio ambiente en los sectores de la construcción, la industria y el transporte, lo que permitirá evitar nuevas inversiones por valor de 270.000 millones de dólares en nuevas infraestructuras eléctricas (IEA 2017a). Los gobiernos de ciudades que van desde Copenhague a Adis Abeba también están invirtiendo en tecnologías inteligentes basadas en las TIC (por ejemplo, almacenes de datos abiertos, plataformas de participación ciudadana) para ayudar a mejorar la gobernanza urbana a un costo financiero y ambiental más bajo (C40 Cities Climate Leadership Group 2015).

2.6.3 Tecnología agroalimentaria

Varias tendencias mundiales en materia de agricultura alimentaria -crecimiento demográfico y aumento de la riqueza mundial, entre otras- exigirán un aumento de la productividad agrícola (hasta un 60%-120% con respecto a los niveles de 2005), entrando esto en conflicto directo con los ODS (Ort *et al.* 2015).

Más aún, existe una amplia gama de perspectivas en cuanto a qué tan probable será la brecha de rendimiento - la diferencia entre cuánto podría rendir un cultivo por hectárea con suficiente agua y nutrientes, y cuánto se está cosechando actualmente (Blanco 2015) - y sobre qué opciones tecnológicas están disponibles para abordarla. Se prevé que la producción agrícola total aumente en un 60% para 2050 en comparación con la de 2005 (Alexandratos y Bruinsma 2012), debido al aumento de la población mundial y del número de personas del mundo en desarrollo que pueden

permitirse comer más y mejores alimentos. Es probable que la nueva pregunta a la que se enfrenta la comunidad internacional sea: ¿será la oferta mundial de alimentos suficiente para satisfacer la demanda mundial? y ¿puede satisfacerse esta demanda sin que ello repercuta negativamente en la utilización de la tierra, la diversidad biológica, el uso del agua dulce y otros recursos naturales? De no ser así, ¿puede satisfacerse esta demanda, o reformarse, utilizando tecnologías alternativas que vayan más allá de la agricultura tal como la conocemos hoy en día?

Bijl *et al.* (2017) sugieren que se podría lograr un equilibrio sostenible entre la reducción del hambre en el mundo y la permanencia dentro de los límites planetarios del uso de la tierra y el agua, entre otros, modificando las pautas dietéticas y abordando con mayor eficacia el problema del desperdicio de alimentos como una prioridad política. Con respecto al uso del agua en la agricultura, un estudio del Instituto del Pacífico (2014) concluyó que la adopción de tecnologías y técnicas de gestión del agua existentes podría reducir su uso en la agricultura en el estado de California pasando de 5,6 a 6,6 millones de acres-pie por año (un acre-pie es 1.233,48 metros cúbicos), es decir, entre el 17% y el 22%, manteniendo el mismo nivel de productividad agrícola.

El Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por su sigla en inglés0) (2014) sostiene que ciertas tecnologías y prácticas agrícolas, como por ejemplo, la protección de los cultivos, el riego por goteo, la tolerancia a la sequía, la tolerancia al calor, la gestión integrada de la fertilidad de los suelos, la agricultura sin labranza, la eficiencia en el uso de nutrientes, la agricultura orgánica, la agricultura de precisión [véase el **Recuadro 2.4**], el riego por aspersión, la captación de agua y las medidas de conservación de la tierra, podrían ampliarse para lograr el doble objetivo de aumentar la producción de alimentos y reducir la inseguridad alimentaria en el mundo en desarrollo. La siembra directa puede aumentar el rendimiento del maíz en un 20%, mientras que las variedades de trigo tolerantes al calor pueden dar lugar a un aumento del 17% en el rendimiento de los cultivos (IFPRI por su sigla en inglés 2014).

Dado que el sector ganadero es responsable de, aproximadamente, la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema alimentario (Food and Agricultural Organization of the United Nations [FAO] 2017; Gerber *et al.* 2013), las nuevas tecnologías agroalimentarias pueden tener el potencial de reconfigurar la demanda de productos animales y aumentar la sostenibilidad del sistema alimentario. La reducción del consumo general de carne, así como el ofrecimiento de alternativas a los sistemas de producción ganadera convencionales, por ejemplo, mediante la introducción de alternativas a la carne de origen vegetal, reducirían considerablemente, por ejemplo, la huella del uso de la tierra para fines agrícolas derivada de la producción de alimentos (Alexander *et al.* 2017). En otro ejemplo, aunque hay incertidumbres en cuanto a un aumento en el efecto rebote del consumo energético[8], la producción de carne cultivada o *in vitro* requiere menores cantidades de insumos agrícolas y de tierra en comparación con la cría de ganado (Mattick *et al.* 2015).

Otros avances tecnológicos emergentes están demostrando el potencial de desvincular la producción de cultivos de la vulnerabilidad del uso de la tierra y el clima (Gilmont *et al.* 2018). Los cultivos hidropónicos emplean agua rica en nutrientes en lugar de suelos para cultivar y los aeropónicos usan rociadores densos en nutrientes para nutrir las plantas suspendidas en el aire. Ambas técnicas permiten una aplicación precisa de nutrientes a cultivos realizados en condiciones controladas, incluso en granjas verticales interiores que pueden estar situadas en entornos urbanos y deteriorados (Eigenbrod y Gruda 2015).

A medida que disminuye el costo de las fuentes de energía renovable descentralizadas, las limitaciones para un despliegue más amplio de estas tecnologías, incluida su ampliación para el cultivo de productos básicos, seguirán disminuyendo a medida que aumenten los beneficios ambientales (Kalantari *et al.* 2017). Para acelerar verdaderamente las tecnologías innovadoras en materia de alimentos y agricultura a nivel mundial, especialmente en el mundo en desarrollo, también será de vital importancia contar con iniciativas complementarias en el ámbito de políticas sostenibles, como la Iniciativa del Programa Mundial para la Ganadería Sostenible de la FAO, a fin de difundir las innovaciones sostenibles en materia de alimentos y agricultura, tanto las basadas en la tecnología como aquellas que no lo están.

2.6.4 Difusión tecnológica y sostenibilidad mundial

Si bien existe un fuerte consenso científico sobre la importancia de la innovación tecnológica como propulsor del cambio de la sostenibilidad mundial, hay mucho menos consenso científico en lo que respecta a estos dos asuntos: en primer lugar, la difusión de la tecnología sostenible -en particular en lo que respecta a la adopción y el despliegue de lo que podría describirse como tecnologías sostenibles- en el mundo en desarrollo; y, en segundo lugar, la forma de regular y regir las nuevas tecnologías emergentes en lo que respecta a la sostenibilidad mundial (Juma 2015). En cuanto a la difusión tecnológica, en lo que respecta a las tasas de adopción y aceleración, un buen punto de partida podría ser el desarrollo del mercado de las tecnologías de energía solar, eólica y otras tecnologías de energía renovable en el mundo en desarrollo, en particular en lo que respecta a las ciudades y la urbanización (AIE 2016a).

Aunque las fuentes de energía renovable representaron el 70% del aumento neto de la capacidad energética mundial en 2017, dada la creciente competitividad económica de la energía solar y eólica (REN21 2018), es probable que la creciente demanda de energía, en particular en el mundo en desarrollo, junto con el crecimiento demográfico, supere el desarrollo de soluciones económicamente viables y escalables basadas en las fuentes de energía renovable sin que se produzcan avances tecnológicos adicionales en este sector (IRENA 2017).

A fin de crear las condiciones institucionales y socioeconómicas necesarias para la difusión tecnológica, es imprescindible diseñar las condiciones adecuadas para la ampliación de la innovación (Rogers 2003) y aplicar nuevas medidas públicas y privadas para hacer

Recuadro 2.4: Tecnologías asociadas a la agricultura de precisión

Se prevé que la población mundial alcance los 9.000 millones de habitantes en 2050, al tiempo que el cambio climático y el aumento de los ingresos impulsarán la demanda de alimentos en las próximas décadas. Las hipótesis de referencia muestran que los precios de los alimentos para el maíz, el arroz y el trigo aumentarán considerablemente entre los años 2005 y 2050, y que el número de personas que corren el riesgo de padecer hambre en el mundo en desarrollo pasará de 881 millones en 2005 a más de 1.000 millones de personas en 2050 (IFPRI 2014).

Si bien no se puede ofrecer una tecnología única como solución a estos problemas agrícolas y de alimentación a nivel mundial, la agricultura de precisión (soluciones asistidas por GPS, de máquina a máquina que combinan la información recogida por los sensores con la gestión automatizada) representa una de las 11 innovaciones agrícolas que, en conjunto, podrían ayudar a mejorar, para el 2050, el rendimiento de los cultivos a nivel mundial hasta un 67% y a reducir los precios de los alimentos casi a la mitad (IFPRI 2014).

8 El efecto rebote sobre el consumo energético se refiere a la observación de que las personas pueden comenzar a consumir más energía como resultado del aumento de la eficiencia energética.

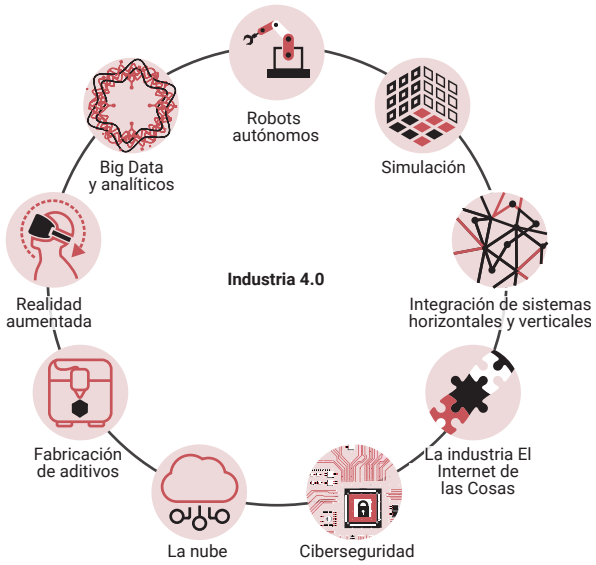
frente con mayor eficacia a las políticas incoherentes, los desajustes en los mercados de la electricidad y las condiciones de inversión engorrosas y arriesgadas (Ang, Röttgers y Burli 2017), tanto en los países industrializados, como en los países en desarrollo.

En lo que respecta a las vías de difusión tecnológica y de sostenibilidad en los países miembros de la OCDE, es probable que el modelo emergente de la "industria 4.0" tenga un gran impacto en el vínculo entre difusión tecnológica, desarrollo del mercado y sostenibilidad. La industria 4.0 -que puede describirse mejor como una plataforma tecnológica de la industria digital alimentada por sensores, máquinas y sistemas de tecnología de la información (véase la **Figura 2.15**)- es considerada por muchos científicos, expertos en tecnología y ejecutivos de negocios como la cuarta generación de avances tecnológicos (Rüßmann *et al.* 2015).

Si bien el modelo de la industria 4.0, en particular como plataforma tecnológica, tiene el potencial a corto plazo de producir procesos más eficientes y bienes de mayor calidad a costos reducidos, los efectos sociales, ambientales y económicos a largo plazo, en particular en términos de empleo y desarrollo de la fuerza de trabajo, siguen siendo poco claros, en el mejor de los casos. El modelo emergente de la Industria 4.0, junto con la inteligencia artificial, la fabricación de aditivos, el Internet de las Cosas y otras tecnologías perturbadoras, refleja una profunda incertidumbre que reside en el nexo entre la tecnología y la sostenibilidad: ¿cómo puede la comunidad internacional sopesar adecuadamente los riesgos y beneficios de la sostenibilidad, en particular en lo que respecta a las repercusiones a corto y largo plazo en el empleo y el desarrollo económico?

A pesar de la creciente visibilidad de los efectos sociales, ambientales y económicos del cambio climático mundial y de los dilemas ambientales, la lentitud de los progresos en una amplia gama de negociaciones internacionales sobre políticas ambientales y sociales (como por ejemplo, el cambio climático y los refugiados), ha limitado el alcance de las denominadas buenas opciones de política pública y ha inclinado el marco de gobernanza hacia formas más arriesgadas de tecnología tales como la geoingeniería climática a modo de alternativa política. La cuestión fundamental no es si una determinada tecnología emergente debe ser adoptada o promovida activamente por organizaciones públicas o empresas privadas. Se trata más bien de cómo y en qué medida la comunidad internacional puede asegurarse de que haya una adecuada supervisión, vigilancia y protección ante los posibles efectos adversos, a medida que procedemos a la compleja tarea de identificar, desarrollar y difundir tecnologías que repercutan positivamente en los países más ricos de la OCDE, así como en los menos desarrollados.

Figura 2.15: La Industria 4.0 representa la visión de la producción industrial del futuro



La Industria 4.0 representa la visión de la producción industrial del futuro

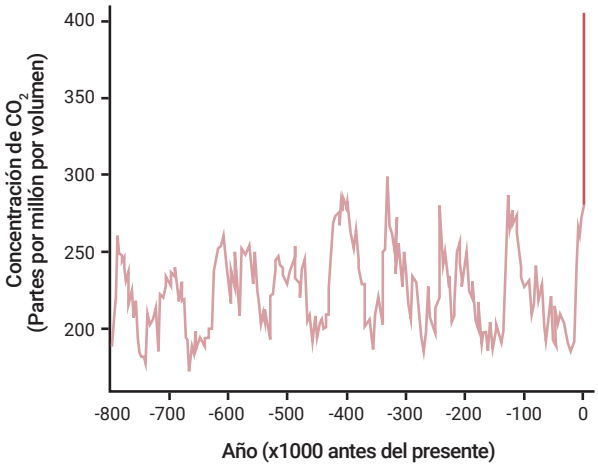
Fuente: Rüßmann *et al.* (2015)

2.7 Cambio climático

El GEO-6 incluye el cambio climático antropogénico como motor del cambio ambiental ya que ha adquirido un protagonismo independiente a la actividad humana futura; también se analiza como una cuestión transversal en la Sección 4.3.1 del presente informe. La **Figura 2.16** ilustra el aumento de la concentración de CO_2 durante el período industrial, graficado en la misma escala que los datos sobre las transiciones de concentración de CO_2 entre los períodos glacial e interglacial durante los últimos 20.000 años. Otros GEI, como el metano y el óxido nitroso, también han aumentado constantemente a lo largo de las décadas, como se indica en el índice de gases de efecto invernadero del Organismo Nacional para el Estudio de los Océanos y la Atmósfera y como lo muestran Hartmann *et al.* (2013). El impacto de tales cambios demuestra que el cambio climático es ahora un importante impulsor del cambio ambiental, una fuerza inexorable que no puede ser ignorada.

Según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014), el mundo ha entrado en una era de cambio climático comprometido. El concepto de compromiso climático, introducido por primera vez por Ramanathan (1988), se refiere a los cambios que ya se están produciendo, independientemente de cualquier otra emisión o cualquier cambio futuro en las concentraciones de GEI en la atmósfera. "Una gran fracción del cambio climático antropogénico resultante de las emisiones de CO_2 es irreversible en una escala temporal de varios siglos a milenios, excepto en el caso de una importante eliminación neta de CO_2 de la atmósfera durante un período sostenido" (IPCC 2013, pág. 28).

Figura 2.16: Concentración media de CO_2 atmosférico



Fuente: Basado en los datos de NOAA (en azul) de http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/ metadata/noaa-icecore-6091.html y datos proporcionados por (en rojo) Pieter Tans, NOAA/ESRL (www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/ y scrippsco2.ucsd.

Aproximadamente, las temperaturas de la superficie permanecerán a niveles constantes elevados durante muchos siglos después de un cese completo de las emisiones antropogénicas netas de CO_2. De acuerdo con Mauritsen y Pincus (2017), "debido a la durabilidad del CO_2, a la inercia térmica de los océanos [Wigley 2005], a los impactos temporales de los aerosoles de corta duración [Hare y Meinshausen 2006] y los gases de efecto invernadero reactivo, el clima de la Tierra no está equilibrado con el efecto antropogénico. Como resultado de esto, según se estudió en el pasado mediante el uso de modelos climáticos, incluso si las emisiones de combustibles fósiles cesaran repentinamente, un cierto nivel de calentamiento comprometido se prevé, debido a las emisiones del pasado [Solomon *et al.* 2009; Gillett *et al.* 2011; Frölicher *et al.* 2014]".

Por lo tanto, la temperatura mundial actual está determinada en gran medida por el CO_2 emitido en las últimas décadas, siendo esto una consecuencia de la inercia en el clima y el ciclo del carbono. El clima está ligado con la actual concentración de GEI. Esto significa que, actualmente, el cambio climático se ha convertido en un promotor independiente del cambio ambiental. Independientemente de la acción humana, o incluso de la presencia humana en el planeta, los impactos continuarán evidenciándose a través del cambio en las temperaturas, la fluctuación de las precipitaciones, el derretimiento de la nieve, la elevación del nivel del mar, la sequía y otras variables climáticas y a través de los cambios en el ciclo hidrológico (Salem 2011).

El cambio climático, por lo tanto, plantea un desafío para el crecimiento y el desarrollo.

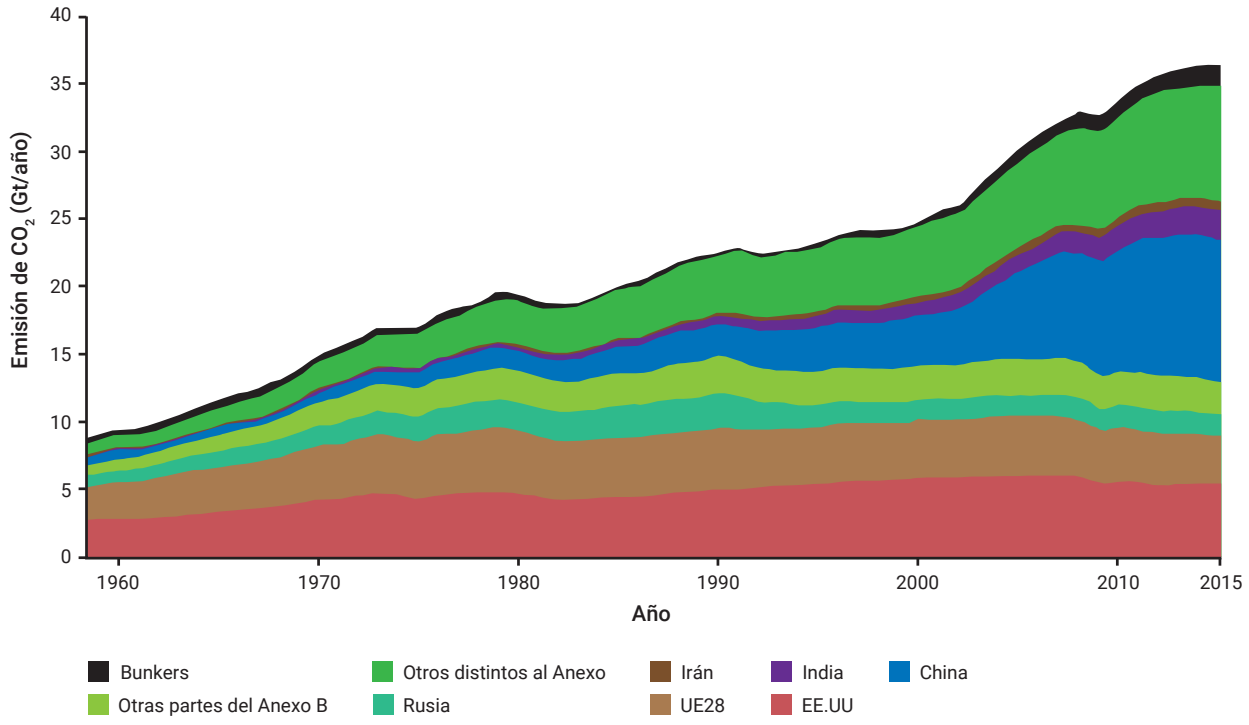
2.7.1 Emisiones y concentración de gases de efecto invernadero

Las tendencias de las emisiones en determinados países se ilustran en las **Figuras 2.17** y **2.18.** Más de la mitad del total de las emisiones acumuladas desde la Revolución Industrial se emitieron en las últimas cuatro décadas. Las emisiones acumuladas de CO para el período comprendido entre1750-1970 (220 años) se estiman en 910 gigatoneladas , mientras que las del período 1970-2010 (sólo 40 años) son alrededor de 1.090 gigatoneladas (IPCC 2014). Este crecimiento se produce a pesar de la presencia de una amplia gama de instituciones multilaterales, así como de políticas nacionales destinadas a su mitigación. La crisis económica mundial de 2007/2008 redujo temporalmente la tasa de crecimiento de las emisiones de GEI, en comparación con la tendencia observada desde 2000 (Peters *et al.* 2011).

Así, existe una distribución desigual de las emisiones de GEI, tanto en lo que respecta a las emisiones individuales procedentes de los distintos estilos de consumo de vida, como en lo que respecta a las emisiones de los países. El 10% más rico de la población emite el 50% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero, mientras que el 50% más pobre sólo emite el 10% (King 2015). Al mismo tiempo, cuando se considera el presupuesto de carbono para limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C, surge una desigualdad generacional, ya que las generaciones futuras tienen un menor margen de emisión. Si se aplican plenamente las actuales Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), el presupuesto de carbono para limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C se habrá agotado en un 80% para el año 2030 (UNEP 2017).

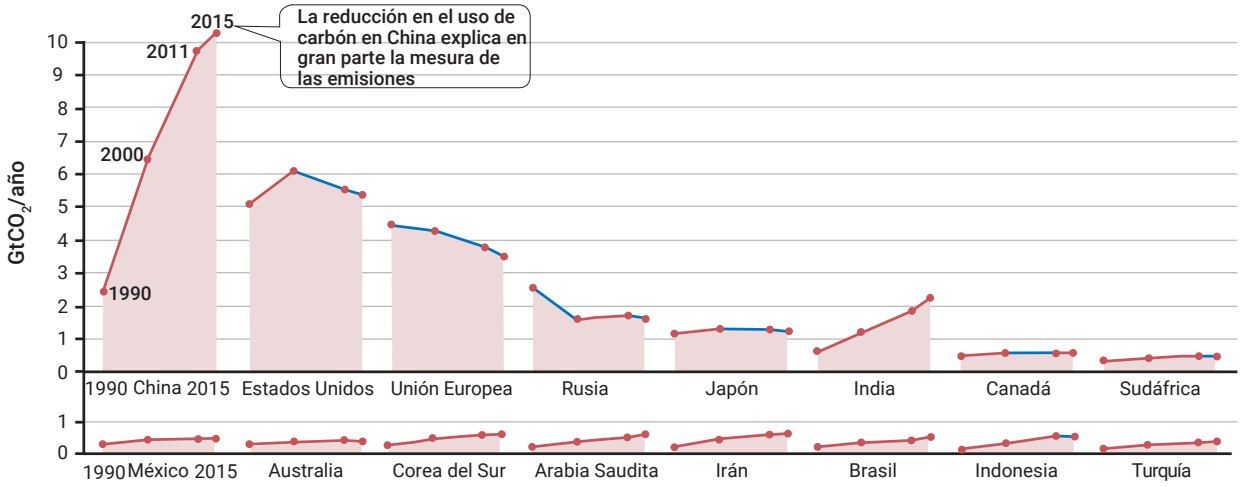
Las concentraciones atmosféricas de GEI han aumentado alrededor de 277 partes por millón (ppm) en 1750 a 403,3 ppm en 2016 (World Meteorological Organization 2016). Las contribuciones regionales a la concentración mundial de GEI se detallan en las Evaluaciones Regionales del GEO-6 (UNEP 2016). El crecimiento del CO atmosférico fue de 6,0 ± 0,2 gigatoneladas en 2016 (2,85 ± 0,09 ppm), muy por encima de la media de 2007-2016 de 4,7 ± 0,1 gigatoneladas al año (Le Quéré *et al.* 2017).

Figura 2.17: Crecimiento mundial de emisiones de GEI por región económica



Fuente: Le Quéré *et al.* (2016)

Figura 2.18: Tendencias de emisión en diferentes países entre 1990-2015. Las líneas naranjas muestran el crecimiento, mientras que las líneas azules muestran las reducciones



Fuente: Le Quéré et al. (2016)

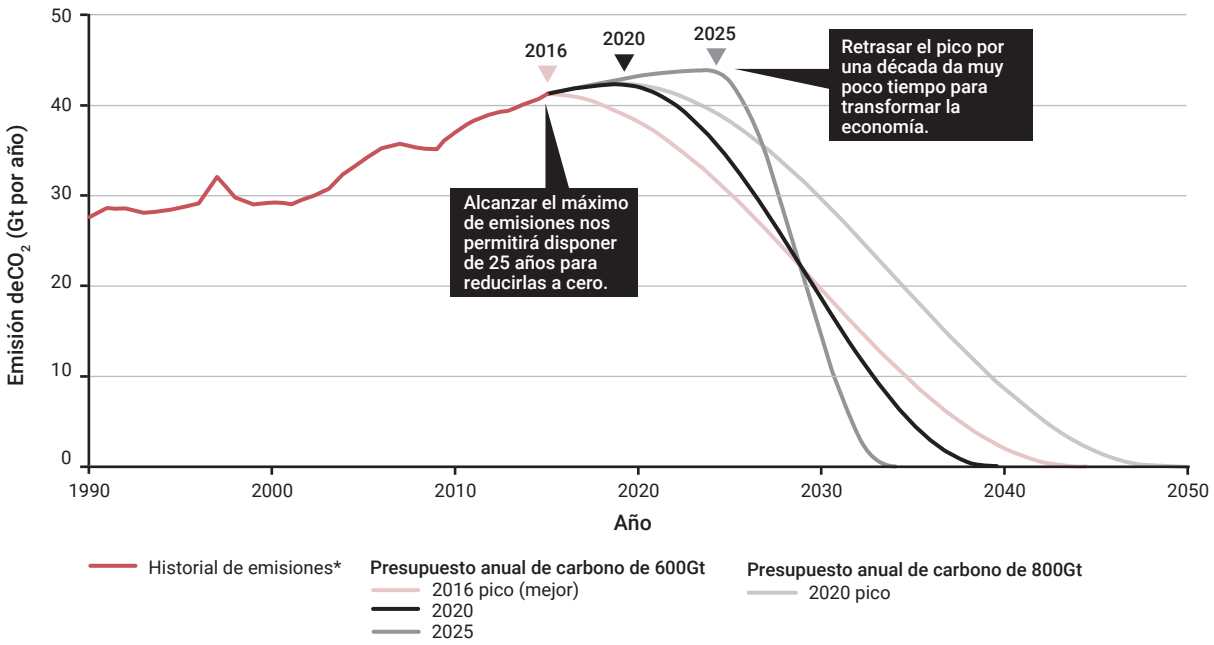
2.7.2 El presupuesto de las emisiones

Las emisiones totales acumuladas de CO_2 y la respuesta de la temperatura media global de la superficie están linealmente relacionadas. Cualquier nivel de calentamiento está asociado con un rango de emisiones acumuladas de CO_2. Por lo tanto, un objetivo de temperatura determinado (por ejemplo, 2°C) se traducirá en un presupuesto de emisiones a largo plazo. Utilizando esta información, en el informe de síntesis de la Quinta Evaluación, el IPCC (2014) estimó cuánto CO_2 podríamos emitir y, sin embargo, mantener el aumento de la temperatura media mundial por encima de los niveles preindustriales a no más de 1,5°C, 2°C o incluso 3°C lo cual llegaría a ser catastrófico.

El objetivo central del Acuerdo de París es fortalecer una respuesta mundial a la amenaza del cambio climático mediante el mantenimiento de un aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2°C por encima de los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura, hasta 1,5°C (UNFCCC 2015). Para lograrlo, los países han presentado las CDN que esbozan sus medidas climáticas para después de 2020, las cuales serán sometidas a un inventario mundial cada cinco años como el fin de evaluar los progresos colectivos y sentar las bases de nuevas medidas individuales de las partes (UNFCCC 2015).

Para alcanzar el objetivo de temperatura de París, el presupuesto de carbono restante tras deducir las emisiones pasadas es de entre 150 y 1.050 gigatoneladas de CO_2. Con las tasas de emisión actuales por año, el límite inferior de este rango se alcanzará en cuatro años y el punto medio, correspondiente a 600 gigatoneladas de CO_2, en 15 años (**Figura 2.19**). Así, las emisiones tendrían

Figura 2.19: La crisis del carbono



Fuente: Figueres *et al.* (2017, p. 595)

que caer a cero casi inmediatamente después de agotarse el presupuesto (Figueres *et al.* 2017).

Si se cumplen las promesas de emisión del Acuerdo de París, los peores efectos del cambio climático pueden evitarse y los estudios sugieren que esto podría evitar un aumento de la temperatura de 3°C para 2100 (Le Quéré *et al.* 2016). Las consecuencias de la retirada en 2017 de los Estados Unidos del Acuerdo de París, el segundo mayor emisor, son mixtas, ya que esto no excluye las políticas de cada uno de los Estados americanos para apoyar la innovación respetuosa con el medio ambiente. Aun así, es posible cumplir los objetivos de temperatura de París si las emisiones mundiales comienzan a disminuir para el año 2020 (Figueres *et al.* 2017).

Bajo las políticas actuales y planificadas, el mundo agotaría el presupuesto de carbono (CO_2) asociado a la energía en menos de 20 años para mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2°C. Para alcanzar un objetivo menor al de 2°C, es crucial una acción inmediata que reduzca las emisiones acumuladas a 470 gigatoneladas para 2050, en comparación con los objetivos políticos actuales y planificados (IRENA, 2018).

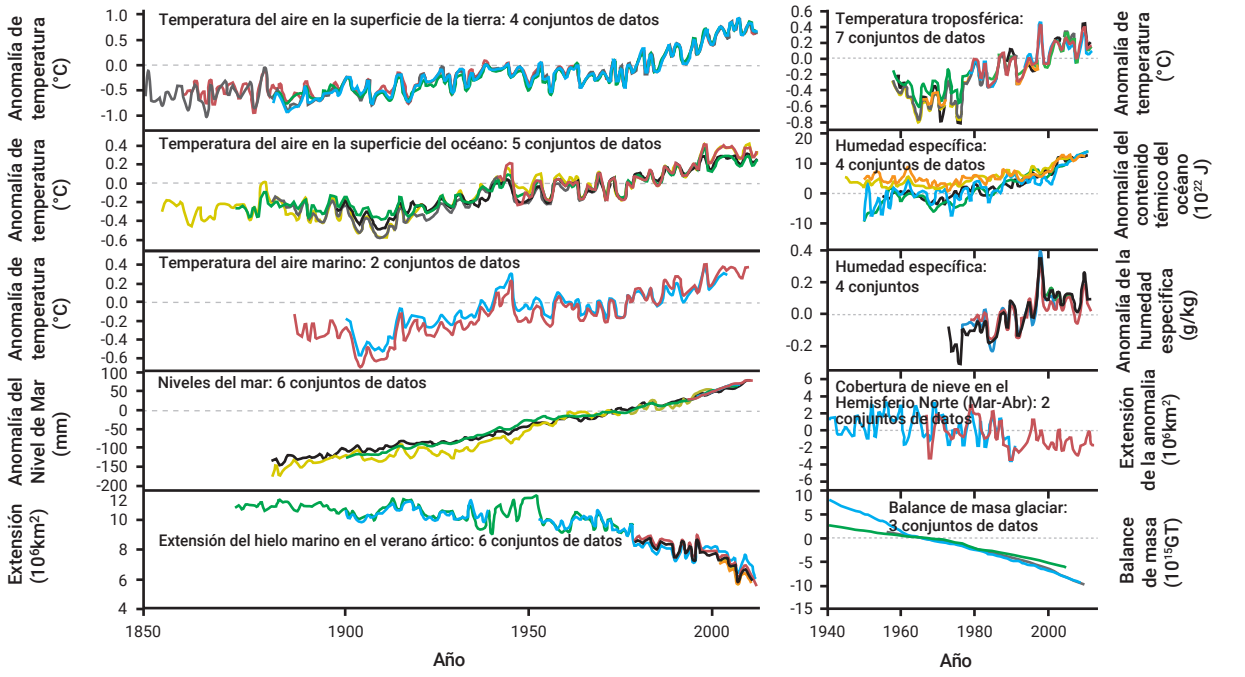
2.7.3 Impactos del Cambio climático

El cambio climático amplificará los riesgos existentes y creará nuevos riesgos para los sistemas naturales y humanos (IPCC 2014). Los riesgos no sólo están distribuidos de manera desigual, sino también son mayores para las personas y comunidades desfavorecidas. Esto es así en países de todos los niveles de desarrollo. El riesgo de los impactos relacionados con el clima es el resultado de complejas interacciones entre los peligros que les dan origen y la vulnerabilidad, la exposición y la capacidad de adaptación de los sistemas humanos y naturales. El aumento de las tasas y magnitudes del calentamiento y otros cambios en el sistema climático, acompañados de la acidificación de los océanos, aumentan el riesgo de que se produzcan efectos perjudiciales graves, generalizados y, en algunos casos, irreversibles. La temperatura media anual mundial de la superficie ha aumentado a una tasa promedio de 0.07°C por década desde 1880, a una tasa promedio de 0,17°C por década desde 1970 (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] 2015). Las tendencias de la temperatura de la superficie del mar, la temperatura del aire marino, el nivel del mar, la temperatura troposférica, el contenido calórico del océano y una humedad específica son similares (IPCC 2014) (**Figura 2.20**).

Más allá del aumento de la temperatura, los impactos ya observados incluyen cambios en el ciclo del agua, calentamiento de los océanos, disminución de la cubierta del hielo Ártico, aumento del nivel medio del mar mundial y alteración en los ciclos del carbono y biogeoquímicos (ver más detalles en los Capítulos 4 y 5). Además, ha habido aumentos en la frecuencia e intensidad de los incendios forestales que a su vez liberan GEI. Las observaciones y las simulaciones de los modelos climáticos muestran una amplificación del calentamiento polar como resultado de diversas retroalimentaciones en el sistema climático, siendo la retroalimentación positiva hielos-albedo la más fuerte (Taylor *et al.* 2013). La reducida extensión de la cubierta de hielo revela una superficie más oscura, lo que conduce a una disminución del albedo, resultando así en una mayor absorción de la radiación solar y una mayor aceleración del calentamiento. En respuesta al aumento del calentamiento en el Ártico, la extensión de los hielos marinos está disminuyendo considerablemente, especialmente, en verano (Vaughan *et al.* 2013). Sin embargo, en la bibliografía reciente se ha llegado a la conclusión de que la retroalimentación de la temperatura desempeña un papel primordial, por lo que la retroalimentación del albedo de superficie es el segundo factor más importante que contribuye a la amplificación Ártica (Pithan y Mauritsen 2014).

El ciclo mundial del agua se ha visto afectado, repercutiendo en los patrones de precipitación sobre la tierra a escala mundial y en la salinidad de los océanos superficiales y subsuperficiales, contribuyendo a los cambios a escala mundial en la frecuencia e intensidad de las temperaturas extremas diarias desde mediados del siglo XX. Durante el período comprendido entre 1901-2010, el nivel medio del mar a nivel mundial aumentó en 0,19 metros (rango,

Figura 2.20: Indicadores múltiples e independientes de un clima global cambiante



Fuente: IPCC (2014)

0,17-0,21), cálculo que se basa en la tasa media de estos 110 años, así como en los registros de los mareógrafos, desde 1993, según datos satelitales (IPCC 2014).

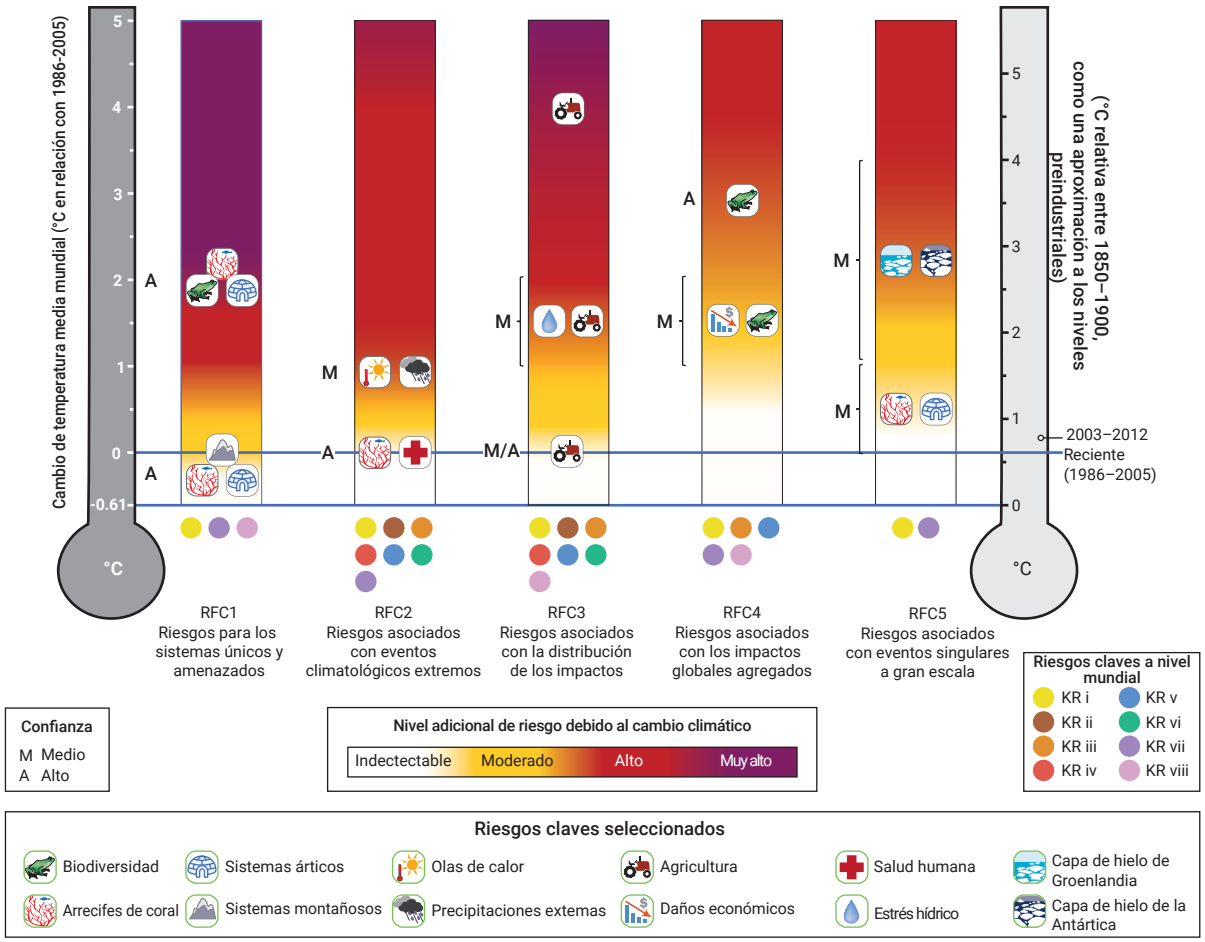
Los cambios en el sistema climático han tenido impactos de gran escala en varios ecosistemas, como se documenta en los capítulos temáticos de la Parte A. Como motor de los cambios medio ambientales, el cambio climático está exacerbando las presiones actuales sobre la tierra, el agua, la biodiversidad y los ecosistemas. Si la concentración atmosférica de CO_2 aumenta de los niveles actuales de 406 ppm a 450-600 ppm, provocando durante el próximo siglo un calentamiento superior a los 2°C, se producirán varios impactos irreversibles, incluyendo el aumento del nivel del mar (Smith *et al.* 2011). O'Neill *et al.* (2017) han detallado los riesgos individuales, así como los principales riesgos generales, incluidos los riesgos para la biodiversidad, la salud, la agricultura, etc.; igualmente, los riesgos asociados a los fenómenos naturales como las precipitaciones, las olas de calor extremo y los riesgos para ecosistemas específicos como los montañosos y el Ártico, por nombrar sólo algunos (véase la **Figura 2.21**).

El clima del futuro dependerá, por lo tanto, de la combinación del calentamiento comprometido causado por las emisiones antropógenas del pasado, así como del impacto de las futuras, la variabilidad natural del clima y la sensibilidad climática. Existen regiones, en particular en las latitudes septentrionales, en las medias y en las altas, que actualmente están experimentando un calentamiento mayor que el promedio mundial, con un aumento medio de la temperatura que excede en 1,5°C.

Estos impactos tienen repercusiones en la calidad y la cantidad de los servicios de los ecosistemas, así como en las pautas de utilización de los recursos, su distribución y acceso entre las regiones y al interior de los países.

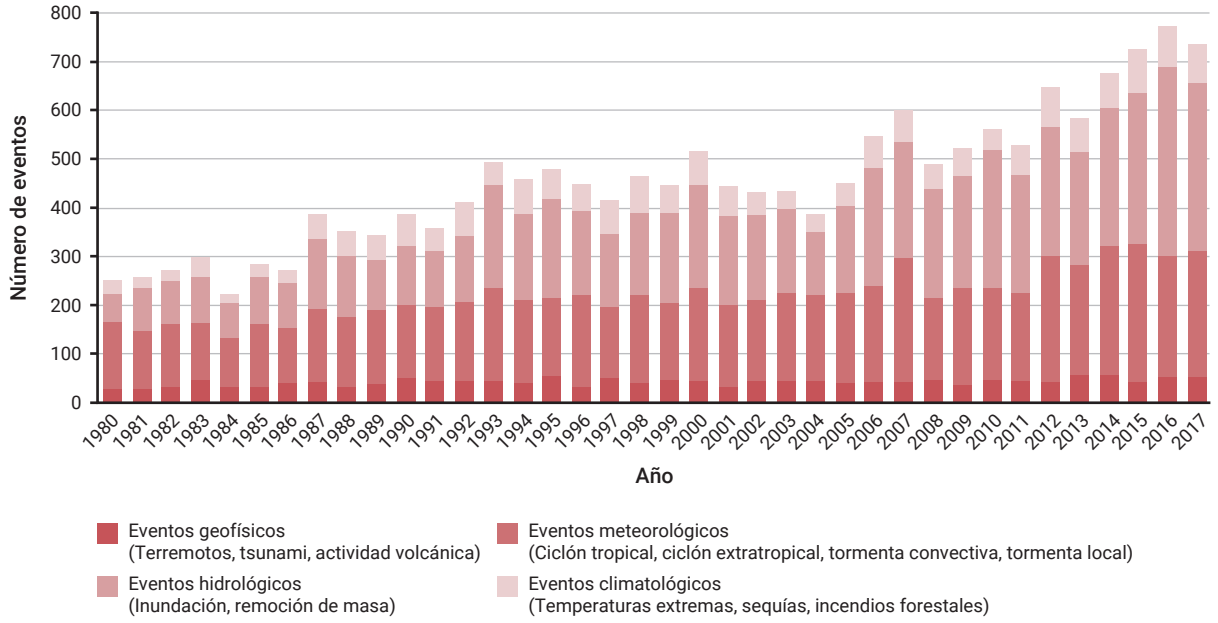
El tiempo se está agotando para prevenir los impactos irreversibles y peligrosos del cambio climático. A menos que se reduzcan radicalmente las emisiones de GEI, el mundo continúa en vías de superar el umbral de temperatura acordado de 2°C por encima de los niveles preindustriales, lo que aumentaría el riesgo de los efectos generalizados del cambio climático, más allá de lo que ya se ha visto. Entre esos efectos destacan los fenómenos naturales extremos, como las inundaciones, los huracanes y los ciclones, los cuales provocan la pérdida de vidas y medios de subsistencia, sequías generalizadas que provocan la pérdida de productividad agrícola e inseguridad alimentaria, las olas de calor intensas, los cambios en los vectores de enfermedades que provocan aumentos de la morbilidad y la mortalidad, la ralentización del crecimiento económico y el aumento de las posibilidades de conflictos violentos (Salem 2011; ASDI 2018). El alcance, la distribución y la gravedad de los impactos difieren de un país a otro. Varias islas se han enfrentado a múltiples impactos en una época del año -Haití en 2004, por ejemplo- o anualmente al cabo de varios años, como Dominica, que sufrió las consecuencias de los huracanes Erika en 2015 y María en 2017. Esos efectos pueden socavar los mecanismos y sistemas de seguridad alimentaria, así como el progreso social y económico en materia de salud y otras áreas.

Figura 2.21: El diagrama de las brasas ardientes ofrece una perspectiva global de los riesgos relacionados con el clima



Fuente: O'Neill *et al.* (2017, p. 30)

Figura 2.22: Tendencia en número de pérdidas causadas por fenómenos naturales



Fuente: Munich Re (2017)

Un indicativo de los impactos potenciales es la duplicación en la frecuencia de las pérdidas relacionadas con los fenómenos climáticos (**Figura 2.22**) desde 1980 (Hoeppe 2016). Se estima que estos fenómenos han causado ya la pérdida de 400.000 vidas y la imposición de un costo de 1,2 billones de dólares anuales a la economía mundial, lo que supone una reducción del 1,6% del PIB mundial.

Estos riesgos son mayores -tanto en la actualidad como en el futuro- para las personas que dependen de los sectores relacionados con los recursos naturales. Entre ellas figuran las comunidades costeras, las personas de las comunidades agrícolas y forestales y las que experimentan múltiples formas de desigualdad, marginación y pobreza, amplificando así los riesgos existentes y creando otros nuevos para los sistemas naturales y humanos. La escala de los daños potenciales del cambio climático plantea un importante riesgo sistémico para nuestro bienestar futuro y el de los ecosistemas de los que dependemos, en particular para las sociedades de los países menos desarrollados y menos resilientes (OCDE 2017).

2.7.4 Implicaciones

El Acuerdo de París reconoce que reducir el calentamiento para finales del siglo podría ayudar a evitar más problemas y, explícitamente, establece la necesidad de lograr un equilibrio entre las emisiones y las absorciones en la segunda mitad del siglo. El objetivo de los 2°C es importante alcanzarlo para reducir la probabilidad de una mayor intensidad de las tormentas, sequías más prolongadas, aumento en los niveles del mar y otros desastres naturales que se están reportando cada vez más (Munich Re 2016). A fin de conservar la posibilidad de mantenerse por debajo de los 2°C, a costos manejables, entre el 2010 y el 2050, las emisiones deberían disminuir entre un 40% y un 70% a nivel mundial, reduciéndose a cero para el 2100 (IPCC 2014; Kroeze y Pulles 2015). La actual trayectoria de emisiones anuales y acumulativas de GEI a nivel mundial es incompatible con los objetivos ampliamente debatidos de limitar el calentamiento global entre 1,5 y 2,0ºC por encima de los niveles preindustriales. Si las emisiones continúan aumentando más allá de 2020, o incluso si se mantienen en el mismo nivel, los objetivos de temperatura establecidos en París se tornarán casi inalcanzables. La demora en la adopción de medidas o la debilidad de las políticas a corto plazo, incrementan los problemas de mitigación a largo plazo. Así, existen riesgos asociados a un calentamiento global superior a 1,5°C para finales de siglo (aumento de la gravedad de los impactos proyectados y de las necesidades de adaptación), generando que el logro de varios de los ODS resulte mucho más difícil. Según un informe reciente del Banco Mundial (2016) sobre el cambio climático, el agua y la economía, entre los costos y riesgos generales del cambio climático figura la predicción de que en algunas regiones el crecimiento podría disminuir hasta en un 6% del PIB para 2050. Si se quiere evitar los peores riesgos relacionados con el cambio climático, el ritmo y la escala de la transformación económica necesaria no tienen precedentes (OECD 2017)..

2.8 Descifrando las fuerzas motrices y sus interacciones

Como se ha descrito en las secciones anteriores, el mismo motor del cambio ambiental puede ejercer fuerzas tanto positivas como negativas sobre el medio ambiente. Más aún, las cinco fuerzas motrices destacadas en este capítulo son interdependientes entre sí y esta interdependencia también puede ser positiva o negativa. El efecto combinado que los motores pueden tener sobre el medio ambiente ha sido ampliamente discutido en la literatura (Wu *et al.* 2017).

La **Tabla 2.1** presenta las interacciones entre las fuerzas motrices que se tratan en este capítulo, las cuales son de primer orden (excluyendo las interacciones con otras variables) a escala mundial y en presencia de las condiciones actuales.

Los efectos combinados de estas interacciones son negativos para el cambio climático. Esto se desprende claramente de la actual trayectoria de las emisiones de GEI, que no solo siguen aumentando, sino que han acelerado en los últimos 15 años, en comparación con la trayectoria presentada entre 1980-2000 (Sección 2.7). Por lo tanto, existen pocas dudas sobre la falta de sostenibilidad de la actual interacción y de los efectos agregados

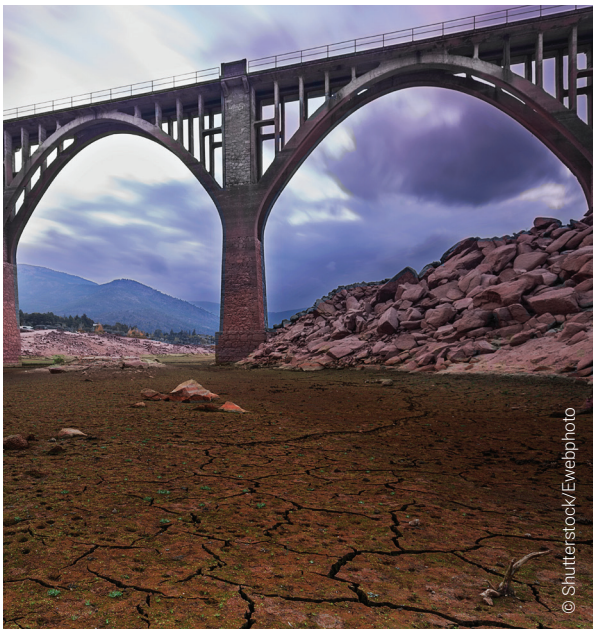
Tabla 2.1: Interrelaciones entre las fuerzas motrices

	Crecimiento de la población	Crecimiento económico	Cambio tecnológico	Cambio climático	Urbanización
Crecimiento de la población	—	Impacto negativo debido al retraso en la ventana de oportunidad demográfica	El crecimiento de la población fomenta la innovación tecnológica con el fin de acomodar las demandas adicionales. Alternativamente, podría conducir a un menor ahorro e inversión debido a las altas tasas de dependencia	El crecimiento poblacional incrementa la presión medio ambiental y el cambio climático	Incremento de presión en áreas urbanas, más gente podría desplazarse a estas
Crecimiento económico	Mayor PIB y desarrollo en general se asocia con menores tasas de fertilidad	—	El crecimiento económico está asociado al aumento de la inversión y la innovación tecnológica	El aumento de la producción económica está asociado al aumento de la presión ambiental	El crecimiento conducirá a una mayor urbanización
Cambio tecnológico	La innovación tecnológica se asocia con una mayor capacidad para reducir las tasas de fertilidad	La innovación se asocia con un mayor crecimiento del PIB	—	Las tendencias actuales muestran un aumento de la innovación en tecnologías verdes, reduciendo así la presión por unidad de producción	El cambio tecnológico puede contribuir al proceso de urbanización o puede contribuir a disminuir los patrones de inmigración mediante la generación de mejores accesos a las tecnologías y a la comunicación
Cambio climático	El cambio climático incrementa las tasas de mortalidad y afecta negativamente la salud	Hay cambios asociados con el cambio climático que limitan el crecimiento económico	Las presiones del cambio climático promueven la innovación tecnológica adaptativa	—	Los efectos del cambio climático en las comunidades rurales empujan a la migración hacia las zonas urbana
Urbanización	La urbanización se asocia con menores tasas de fertilidad (debido al acceso a mejor atención sanitaria y educación)	La urbanización está fuertemente asociada a un mayor rendimiento económico	La urbanización dará lugar a la intensificación del uso de la tecnología debido a la mayor densidad de población	No hay un claro vínculo causal, pero existe una asociación entre la urbanización y el aumento de las emisiones	—

del crecimiento demográfico, el desarrollo económico y la innovación tecnológica.

Estos efectos combinados no son los mismos para las diferentes regiones. En los países desarrollados (como el Canadá, los países de la Unión Europea, el Japón y los Estados Unidos de América), las emisiones se han estabilizado y en algunos casos han disminuido sustancialmente. El crecimiento moderado, la estabilidad de la población, algunos cambios en las pautas de consumo y las innovaciones tecnológicas han permitido reducir el conjunto de emisiones de GEI. Al mismo tiempo, las economías emergentes que están pasando de la categoría de ingresos medios bajos a la de ingresos medios altos han aumentado el conjunto de emisiones (este es el caso de la mayoría de los países de ingresos medios, entre ellos China y la India).

Por otra parte, tanto en términos per cápita como en términos acumulados, son los países más ricos y con mejor situación económica los que contribuyen, en gran medida, al aumento de las emisiones. Esto es así tanto para los países por nivel de ingresos (el mundo desarrollado representa más de la mitad de las emisiones totales, con una huella de carbono per cápita mucho mayor) o para las personas por nivel de ingresos al interior de los países (las personas de los cinco países más ricos del mundo, tanto de los países desarrollados como en desarrollo, producen,



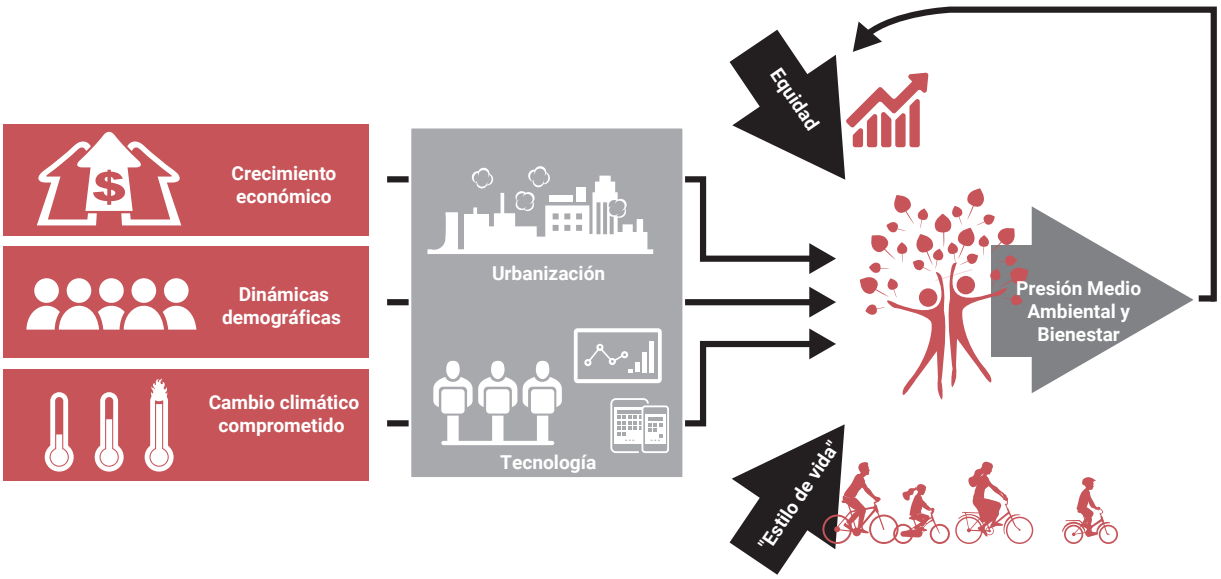
simultáneamente, las huellas de carbono más altas per cápita y la mayor cantidad de emisiones). Las pautas de consumo y las formas de producción en el mundo desarrollado, el estilo de vida y las opciones de consumo de las clases más altas y de las personas en mejor situación económica del mundo, tienen que cambiar drásticamente para ajustar las emisiones de GEI a un camino más sostenible. El camino hacia el crecimiento de las economías emergentes no puede insistir en la propagación del carbono y de las emisiones de GEI que se viene observando en los últimos 20 años. Tanto la tecnología como la urbanización ofrecen una oportunidad, pero no una garantía, para que las economías emergentes sigan una vía de desarrollo que resulte más sostenible, tanto desde el punto de vista del consumo como de la producción.

En el diagrama que se presenta a continuación (**Figura 2.23**) se muestra otra forma de examinar las interacciones entre las fuerzas motrices, centrándose en la forma en que cada dominio se relaciona con el otro y en cómo eso puede cambiar. El diagrama se utiliza para evaluar los obstáculos que los diferentes caminos enfrentarán. Tres de las fuerzas motrices consideradas (el crecimiento económico, el crecimiento demográfico y el cambio climático) se encuentran a la izquierda, mientras que a la derecha del diagrama se presenta los resultados deseados o preferidos: menor presión ambiental, bienestar humano y equidad. En el centro están los factores intermediarios del cambio tecnológico y la urbanización (mecanismos potencialmente habilitantes, pero también fuerzas potencialmente negativas). El crecimiento económico, el crecimiento de la población y el cambio climático están a la izquierda porque reflejan las realidades fundamentales de las aspiraciones humanas, el dinamismo demográfico y el compromiso con el cambio climático. Lo que puede cambiar los impactos de estos procesos es la naturaleza de las otras dos fuerzas motrices en el medio: la tecnología y la urbanización.

Para lograr el desarrollo sostenible y la equidad, incluida la erradicación de la pobreza, es necesario limitar los efectos negativos de los diversos factores descritos y, de hecho, reformularlos como catalizadores de una respuesta transformadora que se necesita con urgencia. Al mismo tiempo, es importante velar porque los esfuerzos por abordar una de las fuerzas motrices no socaven las medidas generales para promover el desarrollo sostenible.

En los capítulos de las partes B, C y D se presenta una evaluación exhaustiva que examina las vías de desarrollo de manera más amplia, junto con sus repercusiones en materia de políticas.

Figura 2.23: Relación entre las fuerzas motrices



Recuadro 2.5: Identidad IPAT

La identidad IPAT establece un vínculo conceptual entre población, desarrollo y tecnología, y las diferentes trayectorias dependientes de las interacciones entre estos factores determinantes. Esta identidad cuenta con la siguiente composición:

I = P. A. T = P. (Y/P). (I/Y) = I, donde (Eq. 1a)

- I = impacto, es decir, uso de recursos naturales o energía
- P = población
- A = abundancia, un término alternativo para el ingreso per cápita, P/Y
- Y = producto nacional o PIB
- T = tecnología, o la eficiencia con la que la producción se lleva a cabo, generalmente interpretada como la cantidad de uso de recursos (o el impacto de los recursos) por cada dólar de producción.

La Ec.1a sugiere una simple relación multiplicadora entre los tres factores constituyentes, P, A y T. De hecho, la población es considerada en algunas de las publicaciones científicas y políticas como un simple factor proporcional o multiplicador de los impactos ambientales de los factores más "sustanciales" del crecimiento económico, el cambio tecnológico y la restricción normativa. Una vez que se solucionen otros problemas, la duplicación de la población llevará a duplicar el consumo de recursos naturales y energía. Sabemos que esto no sucede, sin embargo - otras cosas no están resueltas- la moderación general del crecimiento demográfico mejorará el crecimiento económico en las economías emergentes y de bajos ingresos, limitando así los efectos positivos que la moderación de la población tendrá en las emisiones agregadas. Por otra parte, un crecimiento económico moderado puede limitar el desarrollo de las economías de menores ingresos, lo que afecta también la tasa de moderación demográfica. Así que, una vez más, lo que puede ser una ganancia de un lado puede resultar en una pérdida por el otro. Además, se requiere un crecimiento para cumplir con los otros ODS sustanciales. Así pues, hay que lograr una desvinculación radical de las emisiones, tanto de la población como del crecimiento económico.

La Identidad de Kaya con frecuencia ha sido usada para analizar las diversas fuerzas motrices del cambio climático.

C = P. A. e. c = P. (Y/P). (E/Y). (C/E) (Eq. 1b) 2
Donde:
C = emisiones de carbón
P = Población
A = Afluencia = Y/P, donde Y = ingreso (o consumo)
e = intensidad energética (o consumo de energía por dólar de producción) = E/Y, donde E es el consumo total de energía
c = intensidad de carbono (es decir, emisiones de carbono por unidad de energía consumida) = C/E
Lo que esto sugiere es que la reducción de las emisiones se producirá sólo si se reducen una o más variables en la Ec. 1b. Dos conclusiones pueden extraerse de esta relación. En primer lugar, si bien se puede lograr una reducción marginal y gradual de las emisiones mediante cambios marginales en uno o más de los factores constitutivos (P, A, e, y c), las reducciones radicales que implica el Acuerdo de París (incluyendo, por ejemplo, la reducción a cero de las emisiones para 2050) sólo puede lograrse mediante alguna combinación de descarbonización rápida en el uso energético (es decir, la reducción de C/E), la reducción de la intensidad energética global (E/Y) de la economía, la reducción del nivel de consumo (Y/P) de los países ricos y más acomodados del mundo (tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo) y la reducción del nivel final de la población (P). Todas estas opciones representan retos.

Referencias

Acemoglu, D. (2009). Endogenous technological change. In *Introduction to Modern Economic Growth*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 411-533. https://www.theigc.org/wp-content/uploads/2016/06/acemoglu-2007.pdf

Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L. y Hemous, D. (2012). The environment and directed technical change. *American Economic Review* 102(1), 131-166. http://dx.doi=10.1257/aer.102.1.131.

Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Dias, C., Finnigan, J., Moran, D. *et al.* (2017). Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? *Global Food Security* 15, 22-32. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.001.

Alexandratos, N. y Bruinsma, J. (2012). *World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf.

Alvaredo, F., Chancel, L., Piketti, T., Saez, E. y Zucman, G. (2017). *World Inequality Report 2018.* The World Inequality Lab. https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-full-report-english.pdf.

Ang, G., Röttgers, D. y Burli, P. (2017). *The Empirics of Enabling Investment and Innovation in Renewable Energy.* OECD Environment Working Papers. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/67d221b8-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F67d221b8-en&mimeType=pdf.

Angel, S., Parent, J., Civco, D.L., Blei, A. y Potere, D. (2011). The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000–2050. *Progress in Planning* 75(2), 53-107. https://doi.org/10.1016/j.progress.2011.04.001.

Baldé, C.P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R. y Stegmann, P. (2017). *The Global E-Waste Monitor 2017: Quantities, Flows and Resources.* Bonn: United Nations University, International Telecommunication Union and International Solid Waste Association. http://collections.unu.edu/view/UNU:6341.

Baldé, C.P., Wang, F. y Kuehr, R. (2016). *Transboundary Movements of Used and Waste Electronic and Electrical Equipment.* Bonn: United Nations University. http://www.step-initiative.org/files/_documents/other_publications/UNU-Transboundary-Movement-of-Used-EEE.pdf.

Barrera, P.P., Carreón, J.R. y de Boer, H.J. (2018). A multi-level framework for metabolism in urban energy systems from an ecological perspective. *Resources, Conservation and Recycling* 132, 230-238. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.05.005.

Benhabib, J. y Rustichini, A. (1996). Social conflict and growth. *Journal of Economic growth* 1(1), 125-142. https://doi.org/10.1007/BF00163345.

Bettencourt, L. y West, G. (2010). A unified theory of urban living. *Nature* 467(7318), 912-913. https://doi.org/10.1038/467912a.

Bhattacharya, A., Meltzer, J., Oppenheim, J., Qureshi, Z. y Stern, N. (2016). *Delivering on Sustainable Infrastructure for Better Development and Better Climate.* Washington, D.C: The Brookings Institution. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/12/global_122316_delivering-on-sustainable-infrastructure.pdf.

Bijl, D.L., Bogaart, P.W., Dekker, S.C., Stehfest, E., de Vries, B.J.M. y van Vuuren, D.P. (2017). A physically-based model of long-term food demand. *Global Environmental Change* 45, 47-62. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.003.

Bird, R. y Bahl, R. (2008). *Subnational Taxes in Developing Countries: The Way Forward.* Institute for

International Business. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1273753.

Birkmann, J., Welle, T., Solecki, W., Lwasa, S. y Garschagen, M. (2016). Boost resilience of small and mid-sized cities. *Nature* 537(7622), 605-608. http://dx.doi.org/10.1038/537605a.

Bithas, K. y Kalimeris, P. (2016). *Revisiting the Energy-Development Link: Evidence from the 20th Century for Knowledge-Based and Developing Economies.* Springer. https://books.google.co.ke/books/about/Revisiting_the_Energy_Development_Link.html?id=4O1irgEACAAJ&redir_esc=y.

Bloomberg New Energy Finance (2017). 'Off-grid and mini-grid: Q1 2017 market outlook'. 5 January

2017 https://about.bnef.com/blog/off-grid-mini-grid-q1-2017-market-outlook/

Bourguignon, F. (2002). The growth elasticity of poverty reduction: Explaining heterogeneity across countries and time periods. In Inequality *and Growth.* Eicher, T. y Turnovski, S. (eds.). Cambridge, MA: MIT Press. chapter 1. 3-26. http://documents.worldbank.org/curated/en/503161468780002293/pdf/28104.pdf

Bren d'Amour, C., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., Erb, K.-H. *et al.* (2016). Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(34), 8939-8944. https://doi.org/10.1073/pnas.1606036114.

Brenner, B. y Schmid, C. (2014). The 'urban age' in question. *International Journal of Urban and Regional Research* 38(3), 731-755. https://doi.org/10.1111/1468-2427.12115.

C40 Cities Climate Leadership Group and Arup (2015). *Polisdigitocracy: Digital Technology, Citizen Engagement, and Climate Action.* London. http://www.c40.org/researches/polisdigitocracy-digital-technology-citizen-engagement-and-climate-action.

Canuto, O. (2010). *Towards a Switchover of Locomotives in the Global Economy.* Economic PremiseWorld Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/694391468174866224/pdf/568290BRI0EP330Box353739B01PUBLIC1.pdf.

Carroll, C., Slacalek, J., Tokuoka, K. y White, M.N. (2017). The distribution of wealth and the marginal propensity to consume. *Quantitative Economics* 8(3), 977-1020. https://doi.org/10.3982/ QE694.

Carson, R. (1962). *Silent Spring.* Boston, MA: Houghton Mifflin. http://www.rachelcarson.org/SilentSpring.aspx.

Casey, G. y Galor, O. (2017). Is faster economic growth compatible with reductions in carbon emissions? The role of diminished population growth. *Environmental Research Letters* 12(1), 014003. https://doi.org/10.1088/1748-9326/12/1/014003.

Chancel, L. y Piketty, T. (2015). *Carbon and Inequality: From Kyoto to Paris. Trends in the Global Inequality of Carbon Emissions (1998-2013) and Prospects for an Equitable Adaptation Fund.* Paris: Paris School of Economics. http://piketty.pse.ens.fr/files/ChancelPiketty2015.pdf.

Chitnis, M., Sorrell, S., Druckman, A., Firth, S.K. y Jackson, T. (2013). Turning lights into flights: Estimating direct and indirect rebound effects for UK households. *Energy Policy* 55, 234-250. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.008.

Cottineau, C., Finance, C., Hatna, E., Arcaute, E. y Batty, M. (2018). Defining urban agglomerations to detect agglomreation economies. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science.* https://doi.org/10.1177/2399808318755146.

CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (2018). *CPB world trade monitor.* https://www.cpb.nl/en/worldtrademonitor (Consultado: 5 de noviembre de 2018).

da Costa, P.N. (2017). *There's a morsel of good news about inequality that's buried in all the scary headlines.* Business Insider UK. http://uk.businessinsider.com/inequality-rising-in-rich-countries-but-falling-in-many-poor-ones-2017-8?r=US&IR=T.

Dalton, M., O'Neill, B., Prskawetz, A., Jiang, L. y Pitkin, J. (2008). Population aging and future carbon emissions in the United States. *Energy economics* 30(2), 642-675. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.07.002.

Daly, H.E. (1973). *Towards a Steady State Economy.* San Francisco, CA: W.H. Freeman. http://www.worldcat.org/title/toward-a-steady-state-economy/oclc/524050.

Dechezleprêtre, A., Martin, R. y Mohnen, M. (2014). *Knowledge Spillovers from Clean and Dirty Technologies.* CEP Discussion Paper. London: Centre for Economic Performance. http://eprints.lse.ac.uk/60501/.

Diamond, J.M. (2011). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed. New* edn. London: Penguin. http://www.e-reading.by/bookreader.php/133781/Collapse%253A_How_Societies_Choose_to_Fail_or_Master.pdf.

Dobbs, R., Smit, S., Remes, J., Manyika, J., Roxburgh, C. y Restrepo, A. (2011). *Urban World: Mapping the Economic Power of Cities.* New York, NY: McKinsey Global Institute. https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Urbanization/Urban%20world/MGI_urban_world_mapping_economic_power_of_cities_full_report.ashx.

Dodman, D. (2009). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and Urbanization* 21(1), 185-201. https://doi.org/10.1177/0956247809103016.

Earth Policy Institute (2011). Data highlights: Education leads to lower fertility and increased prosperity. Rutgers University http://www.earth-policy.org/data_highlights/2011/highlights13

Eckersley, R. (1992). *Environmentalism and Political Theory: Toward an Ecocentric Approach.* Albany, NY: Suny Press. http://www.sunypress.edu/p-1386-environmentalism-and-political-.aspx.

Eigenbrod, C. y Gruda, N. (2015). Urban vegetable for food security in cities: A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35(2), 483-498. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0273-y.

Farmani, R. y Butler, D. (2014). Implications of urban form on water distribution systems performance. *Water resources management* 28(1), 83-97. https://doi.org/10.1007/s11269-013-0472-3.

Figueres, C., Schellnhuber, H.J., Whiteman, G., Rockström, J., Hobley, A. y Rahmstorf, S. (2017). Three years to safeguard our climate. *Nature* 546(7660), 593-595. https://doi.org/10.1038/546593a.

Filgueira, F. (2014). The politics and policies of social incorporation in Latin America. *New Directions in Social Policy: Alternatives from and for the Global South*. Geneva, 7-8 April 2014. United Nations Research Institute for Social Development http://www.unrisd.org/80256B3C005BCCF9/(httpAuxPages)/BC8DABDEC1C728D3C1257D08003AD5EA/$file/Filgueira.pdf

Floater, G. y Rode, P. (2014). *Cities and The New Climate Economy: The Transformative Role of Global Urban Growth.* The New Climate Economy. https://files.lsecities.net/files/2014/11/LSE-Cities-2014-The-Transformative-Role-of-Global-Urban-Growth-NCE-Paper-01.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). *The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf.

Frank, J. y Martinez-Vazquez, J. (2014). *Decentralization and Infrastructure in the Global Economy: From Gaps to Solutions.* Atlanta, GA: Georgia State University. http://icepp.gsu.edu/files/2015/03/ispwp1405.pdf.

Friedman, B.M. (2006). *The Moral Consequences of Economic Growth.* New York, NY: Vintage Books. https://www.penguinrandomhouse.com/books/56526/the-moral-consequences-of-economic-growth-by-benjamin-m-friedman/9781400095711/.

Frölicher, T.L., Winton, M. y Sarmiento, J.L. (2014). Continued global warming after CO2 emissions stoppage. *Nature Climate Change* 4, 40–44. https://doi.org/10.1038/nclimate2060.

Fuller, B. y Romer, P. (2014). *Urbanization as Opportunity.* Policy Research Working Paper. Washington, D.C: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/775631468180872982/ pdf/WPS6874.pdf.

Garschagen, M., Hagenlocher, M., Kloos, J., Pardoe, J., Lanzendörfer, M., Mucke, P. *et al.* (2014). *World Risk Report 2015.* Bündnis Entwicklung Hilft (Alliance Development Works) y United Nations University – Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS). https://collections.unu.edu/eserv/UNU:3303/WRR_2015_engl_online.pdf.

Gartzke, E. (2007). The capitalist peace. *American journal of political science* 51(1), 166-191. https://doi.org/10.1111/j.1540-5907.2007.00244.x.

GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators (2016). Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet* 388(10053), 1459-1544. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31012-1.

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J. *et al.* (2013). *Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf.

Gillespie, D., Ahmed, S., Tsui, A. y Radloff, S. (2007). Unwanted fertility among the poor: An inequity? *Bulletin of the World Health Organization* 85(2), 100-107. http://www.who.int/bulletin/volumes/85/2/06-033829.pdf.

Gillett, N.P., Arora, V.K., Zickfeld, K., Marshall, S.J. y Merryfield, W.J. (2011). Ongoing climate change following a complete cessation of carbon dioxide emissions. *Nature Geoscience* 4, 83–87. https://doi.org/10.1038/ngeo1047.

Gilmont, M., Nassar, L., Rayner, S., Tal, N., Harper, E. y Salem, H.S. (2018). The potential for enhanced water decoupling in the Jordan Basin through regional agricultural best practice. *Land* 7(2), 63. https://doi.org/10.3390/land7020063.

Glaeser, E.L. y Gottlieb, J.D. (2009). The wealth of cities: Agglomeration economies and spatial equilibrium in the United States. *Journal of Economic Literature* 47(4), 983-1028. https://doi.org/10.1257/jel.47.4.983.

Global Commission on The Economy and Climate (2015). *Seizing the Global Opportunity: Partnerships for Better Growth and A Better Climate. The 2015 New Climate Economy Report.* Washington, D.C. http://newclimateeconomy.report/2015/wp-content/uploads/sites/3/2014/08/NCE-2015_Seizing-the-Global-Opportunity_web.pdf.

Guha, R. (1999). *Environmentalism: A Global History. 1st* edn. London: Pearson.

Güneralp, B., Zhou, Y., Ürge-Vorsatz, D., Gupta, M., Yu, S., Patel, P.L. *et al.* (2017). Global scenarios of urban density and its impacts on building energy use through 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(34), 8945-8950. https://doi.org/10.1073/pnas.1606035114.

Hamilton, K. y Hartwick, J. (2017). Wealth and sustainability. En National *Wealth: What is Missing, Why it Matters.* Hamilton, K. y Hepburn, C. (eds.). Oxford: Oxford Universiy Press. chapter 15. http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/oso/9780198803720.001.0001/oso-9780198803720-chapter-15

Harari, Y.N. (2017). *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow.* Harper. http://www.elboomeran.com/upload/ficheros/obras/z3_homo_deus.pdf.

Hare, B. y Meinshausen, M. (2006). How much warming are we committed to and how much can be avoided? *Climatic Change* 75(1-2), 111–149. https://doi.org/10.1007/s10584-005-9027-9.

Hartmann, D.L., Tank, A.M.G.K., Rusticucci, M., Alexander, L.V., Brönnimann, S., Charabi, Y.A.R. *et al.* (2013). Observations: Atmosphere and surface. En Climate *Change 2013 the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press. chapter 2.ebserrano@ 159-254. https://www.ipcc.ch/ pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter02_FINAL.pdf

Hennicke, P. y Hauptstock, D. (2014). Decoupling resource consumption and economic growth: Insights into an unsolved global challenge. En *Handbook of Research on Sustainable Consumption.* Reisch, L.A. (ed.). Cheltenham: Elgar. 377-393. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/searchtype/authorsearch/author/Dorothea+Hauptstock/start/2/rows/10/nav/next/docId/6077

Hepburn, C. y Bowen, A. (2013). Prosperity with growth: Economic growth, climate change and environmental limits. En *Handbook of Energy and Climate Change.* Fouquet, R. (ed.). Edward Elgar.

Kroeze, C. y Pulles, T. (2015). The importance of non-CO2 greenhouse gases. *Journal of Integrative Environmental Sciences* 12(1), 1-4. https://doi.org/10.1080/1943815X.2015.1118131.

Kuehr, R. (ed.) (2014). *Solving the E-waste Problem (Step) White Paper: One Global Definition of E-waste*. Bonn: United Nations University. http://collections.unu.edu/view/UNU:6120.

Lakner, C. y Milanovic, B. (2013). *Global Income Distribution: From the Fall of the Berlin Wall to the Great Recession.* Washington, D.C: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/914431468162277879/pdf/WPS6719.pdf.

Le Quéré, C., Andrew, R.M., Canadell, J.G., Sitch, S., Korsbakken, J.I., Peters, G.P. *et al.* (2016). Global carbon budget 2016. *Earth System Science Data* 8(2), 605. https://doi.org/10.5194/essd-8-605-2016.

Le Quéré, C., Andrew, R.M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Manning, A.C. *et al.* (2017). Global carbon budget 2017. *Earth System Science Data Discussions*, 1-79. https://doi.org/10.5194/essd-2017-123. chapter 29. https://www.e-elgar.com/shop/handbook-on-energy-and-climate-change?warehouse website=uk_

Leighton, M. (2006). Desertification and migration. En Governing *Global Desertification: Linking Environmental Degradation, Poverty and Participation.* Johnson, P.M., Mayrand, K. y Paquin, M. Hoeppe, P. (2016). Trends in weather related disasters–Consequences for insurers and society. *Weather and Climate Extremes* 11, 70-79. https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.002.

Hujo, K. y Piper, N. (2010). Linking migration, social development and policy in the south–An introduction. En *South-South Migration: Implications for Social Policy and Development Series.* Hujo, K. y Piper, N. (eds.). London: Palgrave Macmillan. chapter 1. 1-45. https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230283374_1

Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.* Cambridge: Cambridge University Press. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contributios of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC.* Pachauri, R.K. y Meyer, L.A. (eds.). Geneva. http://epic.awi.de/37530/1/IPCC_AR5_SYR_Final.pdf.

International Energy Agency (2016a). *Energy Technology Perspectives: Towards Sustainable Urban Energy Systems. Executive Summary.* Paris. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives2016_ExecutiveSummary_EnglishVersion.pdf.

International Energy Agency (2016b). *World Energy Outlook 2016: Exectuvie Summary.* Paris. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf.

International Energy Agency (2017a). *World Energy Outlook 2017: Executive Summary.* Paris. http://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2017SUM.pdf

International Energy Agency (2017b). *Digitalization & Energy.* Paris. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/DigitalizationandEnergy3.pdf.

International Food Policy Research Institute (2014). *Food Security in a World of Natural Resource Scarcity: The Role of Agricultural Technologies.* Washington, D.C. http://www.ifpri.org/cdmref/p15738coll2/id/128022/filename/128233.pdf.

International Labour Organization (2011). *ILO Director-General address to the European Parliament.* 14 September https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/statements-and-speeches/WCMS_162828/lang--nl/index.htm.

International Organization for Migration (2015). *World Migration Report 2015: Migrants ad Cities: New*

Partnerships to Manage Mobility. Geneva. http://publications.iom.int/system/files/wmr2015_en.pdf.

International Renewable Energy Agency (2013). *Africa's Renewable Future: The Path to Sustainable Future.* Abu Dhabi. http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2013/Africa_renewable_future.pdf.

International Renewable Energy Agency (2016). *REmap: Roadmap for a Renewable Energy Future.* Abu Dhabi. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REmap_2016_edition_report.pdf.

International Renewable Energy Agency (2017). *Accelerating the Energy Transition through Innovation: Working Paper Based on Global REmap Analysis.* Abu Dhabi. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Energy_Transition_Innovation_2017.pdf.

International Renewable Energy Agency (2018). *Global Energy Transformation: A roadmap to 2050.* Abu Dhabi. http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf?la=en&hash=9B1AF0354A2105A64CFD3C4C0E38ECCEE32AAB0C.

Islam, S.N. (2015). *Inequality and Environmental Sustainability.* United Nations. http://www.un.org/esa/desa/papers/2015/wp145_2015.pdf

Iversen, T. y Rosenbluth, F.M. (2010). *Women, Work, and Politics: The Political Economy of GenderInequality.* New Haven, CT: Yale University Press. https://www.jstor.org/stable/j.ctt1nq33z.

Jackson, T. (2009). *Prosperity Without Growth? The Transition to a Sustainable Economy.* London: Sustainable Development Commission. http://www.sd-commission.org.uk/data/files/publications/prosperity_without_growth_report.pdf.

Jacobs, M. (1991). *The Green Economy: Environment, Sustainable Development and the Politics of the Future.* Chicago, IL: University of Chicago Press. http://press.uchicago.edu/ucp/books/book/distributed/G/bo21611742.html.

Jiang, L. y O'Neill, B.C. (2007). Impacts of demographic trends on US household size and structure. *Population and Development Review* 33(3), 567-591. https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2007.00186.x.

Jorgenson, A.K., Schor, J.B., Huang, X. y Fitzgerald, J. (2015). Income inequality and residential carbon emissions in the United States: A preliminary analysis. *Human Ecology Review* 22(1), 93-106. https://www.jstor.org/stable/24875150.

Juma, C. (2015). *The New Harvest: Agricultural Innovation in Africa. 2nd* edn. Oxford: Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/the-new-harvest-9780190237233?cc=ke&lang=en&.

Kalantari, F., Mohd Tahir, O., Akbari Joni, R. y Fatemi, E. (2017). Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: A review. *Journal of Landscape Ecology* 11(1). https://doi. org/10.1515/jlecol-2017-0016.

King, R. (2015). *Carbon Emissions and Income Inequality.* Technical Note. Oxford: Oxfam International. https://oxfamilibrary.openrepository.com/oxfam/bitstream/10546/582545/2/tb-carbon-emissions-inequality-methodology-021215-en.pdf.

Kittner, N., Lill, F. y Kammen, D.M. (2017). Energy storage deployment and innovation for the clean energy transition. *Nature Energy* 2(17125). https://doi.org/10.1038/nenergy.2017.125.

Kleven, H. y Landais, C. (2017). Gender inequality and economic development: Fertility, education and norms. *Economica* 84(334), 180-209. https://doi.org/10.1111/ecca.12230.

Koomey, J., Berard, S., Sanchez, M. y Wong, H. (2011). Implications of historical trends in the electrical efficiency of computing. *IEEE Annals of the History of Computing* 33(3), 46-54. http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MAHC.2010.28. (eds.). London: Routledge. chapter 4. 43-58. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781351932486

Lenton, T.M., Held, H., Kriegler, E., Hall, J.W., Lucht, W., Rahmstorf, S. *et al.* (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(6), 1786-1793. https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105.

Liddle, B. (2014). Impact of population, age structure, and urbanization on carbon emissions/energy consumption: Evidence from macro-level, cross-country analyses. *Population and Environment* 35(3), 286-304. https://doi.org/10.1007/s11111-013-0198-4.

Lopez, A.D. y Murray, C.J.L. (eds.) (1996). *The Global Burden of Disease: A Comprehensive Assessment Of Mortality and Disability From Diseases, Injuries, and Risk Factors in 1990 and Projected to 2020: Summary*. Boston, MA: Harvard University Press. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41864/0965546608_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

López, R. y Palacios, A. (2014). Why has Europe become environmentally cleaner? Decomposing the roles of fiscal, trade and environmental policies. *Environmental and Resource Economics* 58(1), 91-108. https://doi.org/10.1007/s10640-013-9692-5.

Lucas, E. (2015). *Let There Be Light.* Special Report: Energy and Technology. The Economist. http://media.economist.com/sites/default/files/sponsorships/MCR75_20150117_Accenture/20150117_Energy.pdf.

Majelantle, R.G. y Navaneetham, K. (2013). Migration and fertility: A review of theories and evidences. *Journal of Global Economics* 1(101), 2. https://www.omicsonline.org/open-access/migration-and-fertility-a-review-of-theories-and-evidences-2375-4389.1000101.php?aid=18557.

Martine, G., Alves, J.E. y Cavenaghi, S. (2013). *Urbanization and Fertility Decline: Cashing in on Structural Change.* London: International Institute for Environment and Development. http://pubs.iied.org/pdfs/10653IIED.pdf.

Massey, D.S. y Taylor, J.E. (2004). *International Migration: Prospects and Policies in A Global Market.* Oxford: Oxford University Press. http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/0199269009.001.0001/acprof-9780199269006.

Mattick, C., Landis, A., Allenby, B. y Genovese, N. (2015). Anticipatory life cycle analysis of in vitro biomass cultivation for cultured meat production in the United States. *Environmental science & technology* 49(19), 11941-11949. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01614.

Mauritsen, T. y Pincus, R. (2017). Committed warming inferred from observations. *Nature Climate Change* 7, 652–655. https://doi.org/10.1038/nclimate3357.

McArthur, J. y Rasmussen, K. (2017). 'How successful were the millenium development goals?'. *Future Development*, 11 January 2017 https://www.brookings.edu/blog/future-development/2017/01/11/how-successful-were-the-millennium-development-goals/

Melchiorri, M., Florczyk, A., Freire, S., Schiavina, M., Pesaresi, M. y Kemper, T. (2018). Unveiling 25 years of planetary urbanization with remote sensing: Perspectives from the global human settlement layer. *Remote Sensing* 10(5), 768. https://doi.org/10.3390/rs10050768.

Moreno, L.E. (2012). *Concept Paper for the World Urban Forum 7.* Nairobi: United Nations Human Settlement Programme.

Munich RE (2017). *Natural disasters: The year in figures*. https://natcatservice.munichre.com/events/1?filter=eyJ5ZWFyRnJvbSI6MTk4MCwieWVhclRvIjoyMDE3fQ%3D%3D&type=.

Nachmany, M., Fankhauser, S., Setzer, J. y Averchenkova, A. (2017). *Global Trends in Climate Change Legislation and Litigation: 2017 Update.* London Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/04/Global-trends-in-climate-change-legislation-and-litigation-WEB.pdf.

Nelson, G.C. (2005). Drivers of ecosystem change: Summary chapter. En The *Millenium Ecosystem Assesment.* Washington, D.C: Island Press. chapter 3. 74-76. https://millenniumassessment.org/documents/document.272.aspx.pdf

O'Neill, B.C., Liddle, B., Jiang, L., Smith, K.R., Pachauri, S., Dalton, M. *et al.* (2012). Demographic change and carbon dioxide emissions. *The Lancet* 380(9837), 157-164. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60958-1.

O'Neill, B.C., Oppenheimer, M., Warren, R., Hallegatte, S., Kopp, R.E., Pörtner, H.O. *et al.* (2017). IPCC reasons for concern regarding climate change risks. *Nature Climate Change* 7(1), 28-37. https://doi.org/10.1038/nclimate3179.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2016). *International Migration Outlook 2016* Paris. http://dx.doi.org/10.1787/migr_outlook-2016-en.

Organization for Economic Cooperation and Development (2017). *Investing in Climate, Investing in Growth.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264273528-en.pdf?expires=1540967063&id=id&accname=ocid195767&checksum=1570E9A640FBA6E18BC5D2D336A820BC.

Ort, D.R., Merchant, S.S., Alric, J., Barkan, A., Blankenship, R.E., Bock, R. *et al.* (2015). Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(28), 8529-8536. https://doi.org/10.1073/pnas.1424031112.

Oxfam (2015). *Extreme carbon inequality.* 2 December https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-en.pdf.

Pacific Institute (2014). *Agricultural Water Conservation and Efficiency Potential in California* Oakland, CA: Pacific Institute. https://www.nrdc.org/sites/default/files/ca-water-supply-solutions-ag-efficiency-IB.pdf.

Park, J. (2016). Clean energy entrepreneurship in sub-saharan Africa. En Global *Entrepreneurship: Past, Present & Future.* Devinney, T.M., Markman, G., Pedersen, T. y Tihanyi, L. (eds.). Emerald Group Publishing Limited. 257-277. https://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/S1571-502720160000029015 Pesaresi, M., Melchiorri, M., Siragusa, A. y Kemper, T. (eds.) (2016). *Atlas of the Human Planet 2016* Mapping Human Presence on Earth with the Global Human Settlement Layer. Brussels: European Union. http://ghsl.jrc.ec.europa.eu/atlas2016Overview.php.

Peters, G.P., Minx, J.C., Weber, C.L. y Edenhofer, O. (2011). Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(21),

8903-8908. https://doi.org/10.1073/pnas.1006388108.

Pithan, F. y Mauritsen, T. (2014). Arctic amplification dominated by temperature feedbacks in contemporary climate models. *Nature Geoscience* 7, 181-184. https://doi.org/10.1038/ngeo2071.

Ramanathan, V. (1988). The greenhouse theory of climate change: A test by an inadvertent global experiment. *Science* 240(4850), 293-299. http://science.sciencemag.org/content/240/4850/293.

Ramaswami, A., Russell, A.G., Culligan, P.J., Sharma, K.R. y Kumar, E. (2016). Meta-principles for developing smart, sustainable, and healthy cities. *Science* 352(6288), 940-943. http://science.sciencemag.org/content/352/6288/940.

Ravallion, M. (2001). Growth, inequality and poverty: Looking beyond averages. *World development* 29(11), 1803-1815. http://siteresources.worldbank.org/INTPGI/Resources/13996_MR2.pdf.

Rees, W.E. (1995). Achieving sustainability: Reform or transformation? *Journal of Planning Literature* 9(4), 343-361. https://doi.org/10.1177/088541229500900402.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2018). *Renewables 2018 Global Status Report*. Paris. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F. *et al.* (2009b). A safe operating space for humanity. *Nature* 461(7263), 472-475. https://doi.org/10.1038/461472a.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E. *et al.* (2009a). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society* 14(2). https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/.

Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innnovations. 5th* edn. New York, NY: Free Press. http://www.simonandschuster.com/books/Diffusion-of-Innovations-5th-Edition/Everett-M-Rogers/9780743222099.

Romer, P.M. (1994). The origins of endogenous growth. *Journal of Economic perspectives* 8(1), 3-22. www.jstor.org/stable/2138148.

Rüßmann, M., Gerbert, P., Lorenz, M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. *et al.* (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston, MA: Boston Consulting Group. https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx.

Salat, S., Chen, M. y Liu. F. (2014). *Planning Energy Efficient and Livable Cities: Energy Efficient Cities*. Energy Sector Management Assistance Program. https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/DocumentLibrary/ESMAP_CEETI_MayoralNote_6_PlanningEE%20Livable%20Cities_optimized.pdf.

Salem, H.S. (2011). Social, environmental and security impacts of climate change of the eastern Mediterranean. En *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security – Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*. Brauch, H.S., Spring, U.O., Mesjasz, C., Grin, J., Kameri-Mbote, P., Chourou, B. *et al.* (eds.). Springer. 421-445. https://www.researchgate.net/publication/299562984_Social_Environmental_and_Security_Impacts_of_Climate_Change_of_the_Eastern_Mideterranian.

Samaniego, J., Galindo. Luis Miguel., Alatorre, J.E., Ferrer, J., Gómez, J.J., Lennox, J. *et al.* (2014). *The Economics of Climate Change in Latin America and the Caribbean: Paradoxes and Challenges. Overview For 2014.* United Nations, Economic Commission for Latin America and the Caribbean. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37056/4/S1420806_en.pdf.

Schmidt, S. (2011). Sprawl without growth in eastern Germany. *Urban Geography* 32(1), 105-128. https://pdfs.semanticscholar.org/6599/5ccbec31100240fceadb0af3856ecad85db1.pdf.

Schneider, A., Mertes, C.M., Tatem, A.J., Tan, B., Sulla-Menashe, D., Graves, S.J. *et al.* (2015). A new urban landscape in East–Southeast Asia, 2000–2010. *Environmental Research Letters* 10(3), 034002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034002.

Segars, A.H. (2018). Seven technologies remaking the world: An MIT SMR executive guide. *MIT Sloan Management Review*, Massachusetts Institute of Technology https://sloanreview.mit.edu/projects/seven-technologies-remaking-the-world/?switch_view=PDF.

Sen, A. (2000). *Development as Freedom*. New York, NY: Anchor Books. https://www.penguinrandomhouse.com/books/163962/development-as-freedom-by-amartya-sen/9780385720274/.

Seto, K.C., Davis, S.J., Mitchell, R.B., Stokes, E.C., Unruh, G. y Ürge-Vorsatz, D. (2016). Carbon lock- in: Types, causes, and policy implications. *Annual Review of Environment and Resources* 41, 425-452. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085934.

Seto, K.C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G.C., Dewar, D. *et al.* (2014). Human settlements, infrastructure and spatial planning. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 12. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter12.pdf

Seto, K.C., Fragkias, M., Güneralp, B. y Reilly, M.K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PloS one* 6(8), e23777. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023777.

Seto, K.C., Güneralp, B. y Hutyra, L.R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(40), 16083-16088. https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109.

Sinding, S.W. (2009). Population, poverty and economic development. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 364(1532), 3023-3030. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0145.

Smil, V. (2010). Science, energy, ethics, and civilization. En*Visions of Discovery: New Light on Physics, Cosmology, and Consciousness*. Chiao, R.Y., Cohen, M.L., Leggett, A.J., Phillips, W.D. y Harper, J.C.L. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 35. 709-729. http://vaclavsmil.com/ wp-content/uploads/docs/smil-articles-science-energy-ethics-civilization.pdf

Smith, D.E., Harrison, S. y Jordan, J.T. (2011). The early Holocene sea level rise. *Quaternary Science*

Reviews 30(15-16), 1846-1860. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.04.019.

Solomon, S., Plattner, G.-K., Knutti, R. y Friedlingstein, P. (2009). Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(6), 1704-1709. https://doi.org/10.1073/pnas.0812721106.

Swedish International Development Cooperation Agency (2018). *The Relationship Between Climate Change and Violent Conflict*. https://www.sida.se/contentassets/c571800e01e448ac9dce2d097ba125a1/working-paper---climate-change-and-conflict.pdf.

Taylor, P.C., Cai, M., Hu, A., Meehl, J., Washington, W. y Zhang, G.J. (2013). A decomposition of feedback contributions to polar warming amplification. *Journal of Climate* 26(18), 7023-7043. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00696.1.

United Nations (2000). *Millennium summit (6-8 September 2000)*. http://www.un.org/en/events/pastevents/millennium_summit.shtml

United Nations, General Assembly (2009). *Climate Change and Its Possible Security Implications: Report of the Security-General*. Sixty-fourth session, 11 September. A/64/350. https://undocs.org/A/64/350.

United Nations (2014). *World Urbanization Prospects: 2014 Revision, Highlights*. New York, NY. https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf.

United Nations (2015a). *World Population Prospects: Key Findings and Advanced Tables. The 2015 Revision*. New York, NY. https://esa.un.org/Unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf.

United Nations (2015b). *International Migration Report 2015: Highlights*. New York, NY. http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/publications/migrationreport/docs/MigrationReport2015_Highlights.pdf.

United Nations (2016). *The World's Cities in 2016: Data Booklet*. New York, NY. http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf.

United Nations (2017a). *World Population Prospects: Key Findings and Advance Tables - The 2017 Revision*. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf.

United Nations (2017b). *Household Size and Composition Around the World 2017: Data Booklet*. New York, NY. http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/household_size_and_composition_around_the_world_2017_data_booklet.pdf.

United Nations Children´s Fund (2018a). *Malnutrition*. https://data.unicef.org/topic/nutrition/malnutrition/.

United Nations Children´s Fund (2018b). *Education*. https://www.unicef.org/education.

United Nations Children´s Fund and World Health Organization (2017). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and Sustainable Development Goal Baselines*. Geneva. https://www.unicef.org/publications/files/Progress_on_Drinking_Water_Sanitation_and_ Hygiene_2017.pdf.

United Nations Development Programme (2018). *Sustainable Development Goals*. http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html (Consultado: 27 de septiembre de 2018).

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific and United Nations Human Settlement Programme (2015). *The State of Asian and Pacific Cities 2015: Urban Transformations. Shifting from Quantity to Quality*. https://www.unescap.org/sites/default/files/The%20State%20of%20Asian%20and%20Pacific%20Cities%202015.pdf.

United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women (2017). *Annual Report 2016-2017*. New York, NY. http://www2.unwomen.org/-/media/annual%20report/attachments/sections/library/un-women-annual-report-2016-2017-en.pdf?vs=5634.

United Nations Environment Programme (2010). *Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials. A Report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the International Panel for Sustainable Resource Management*. Hertwich, E., van der Voet, E., Suh, S., Tukker, A., Huijbregts M., Kazmierczyk, P. *et al.* (eds.). http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/dtix1262xpa-prioritysproductsandmaterials_report.pdf.

United Nations Environment Programme (2011). *Towards A Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22025/green_economyreport_final_dec2011.pdf?amp%3BisAllowed=&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2016). *GEO-6 Regional Assesment for North America*. Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7611/GEO_North_America_201611_pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2017). *The Emissions Gap Report 2017: A UN Environment Synthesis Report*. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22070/EGR_2017.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). Paris Agreement. Paris https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_.pdf

United Nations Human Settlement Programme (2010). *State of the World's Cities 2010/2011: Bridging the Urban Divide*. Nairobi. https://unhabitat.org/books/state-of-the-worlds-cities-20102011-cities-for-all-bridging-the-urban-divide/#.

United Nations Human Settlement Programme (2012). *State of Latin America and Caribbean cities 2012: Towards a New Urban Transition*. Nairobi. http://mirror.unhabitat.org/pmss/getElectronicVersion.aspx?nr=3386&alt=1.

United Nations Human Settlement Programme (2014). Urbanization and Sustainable Development: Towards A New United Nations Urban Agenda. CEB/2014/HLCP-28/CRP.5. New York, NY Agenda Item 6: New UN Urban Agenda https://habnet.unhabitat.org/sites/default/files/oo/urbanization-and-sustainable-development.pdf

United Nations Human Settlement Programme (2015b). *Habitat III Issue Papers 10 – Urban-Rural Linkages*. Nairobi. http://habitat3.org/wp-content/uploads/Habitat-III-Issue-Paper-10_Urban-Rural-Linkages-2.0.pdf.

United Nations Human Settlement Programme (2016). *World Cities Report 2016: Urbanization and Development - Emerging Futures*. Nairobi. http://wcr.unhabitat.org/wp-content/uploads/2017/02/WCR-2016-Full-Report.pdf.

United Nations Human Settlements Programme (2015a). *Habitat III Issue Papers 1 - Inclusive Cities*. Nairobi. https://www.alnap.org/system/files/content/resource/files/main/habitat-iii-issue-paper-1-inclusive-cities.pdf.

United Nations Population Fund (2014). *Framework of Actions for the Follow-Up to the Programme of Action of the International Conference of Population and Development Beyond 2014*. New York, NY. https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/ICPD_beyond2014_EN.pdf.

United Nations Population Fund (2017). *State of World Population: Reproductive Health and Rights in an Age of Inequality*. New York, NY. https://www.unfpa.org/sites/default/files/sowp/downloads/UNFPA_PUB_2017_EN_SWOP.pdf.

United States National Oceanic and Atmospheric Administration (2015). *State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2015*. https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201513.

United States National Oceanic and Atmospheric Administration (2018). *Paleoclimatology Data*. https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data

Vaughan, D.G., Comiso, J.C., Allison, I., Carrasco, J., Kaser, G., Kwok, R. *et al.* (2013). Observations: Cryosphere. En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I*

to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 4. 317-382. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter04_FINAL.pdf

Victor, P.A. (2008). *Managing Without Growth: Slower by Design, Not Disaster*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. https://www.e-elgar.com/shop/eep/preview/book/isbn/9781848442993/.

Weede, E. (1996). *Economic Development, Social Order, and World Politics*. Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers. https://www.rienner.com/title/Economic_Development_Social_Order_and_World_Politics.

Weldon, D. (2016). Globalisation is fraying: Look under the Elephant Trunk. *Bull Market*. 13 June 2016. https://medium.com/bull-market/globalisation-is-fraying-look-under-the-elephant-trunk-e79f76e9754b.

White, M. (2015). Redesigning crops for the 21st century. *Pacific Standard Magazine*. 5 August. https://psmag.com/environment/redesigning-crops-for-21st-century-gmos.

Whitney, J. y Kennedy, J. (2012). *The Carbon Emissions of Server Computing for Small-to Medium-sized Organization: A Performance Study of On-Premise vs. The Cloud.* Natural Resources Defense Council. https://www.nrdc.org/sites/default/files/NRDC_WSP_Cloud_Computing_White_Paper.pdf.

Wigley, T.M.L. (2005). The climate change commitment. *Science* 307(5716), 1766-1769. https://doi.org/10.1126/science.1103934.

Wolf, M., Haase, D. y Haase, A. (2018). Compact or spread? A quantitative spatial model of urban areas in Europe since 1990. *PloS one* 13(2), e0192326. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192326.

World Bank (2004). *The Poverty-Growth-Inequality Triangle.* Washington, D.C. http://documents.worldbank.org/curated/en/449711468762020101/pdf/28102.pdf.

World Bank (2013). *Poverty and Equity.* http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=poverty-and-equity-database.

World Bank (2015). *East Asia's Changing Urban Landscape: Measuring a Decade of Spatial Growth.*

Washington, D.C. https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/Publications/Urban%20Development/EAP_Urban_Expansion_full_report_web.pdf.

World Bank (2016). *High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy.* Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23665/K8517.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

World Bank (2017). *World Development Indicators.* http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/.

World Meteorological Organization 12 (2016). WMO Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations in the Atmosphere through 2015. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3084

Wu, Y., Shen, J., Zhang, X., Skitmore, M. y Lu, W. (2017). Reimpresión de: The impact of urbanization on carbon emissions in developing countries: A Chinese study based on the U-Kaya method. *Journal of Cleaner Production* 163(1), S284-S298. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.144.

Yihdego, Y., Salem, H.S. y Pudza, M.Y. (2017). Renewable energy: Wind farm perspectives–the case of Africa. *Journal of Sustainable Energy Engineering* 5(4), 281-306. https://doi.org/10.7569/JSEE.2017.629521.

Zenghelis, D. (2011). *The Economics of Network-Powered Growth.* San Jose, CA: Cisco Internet Business Solutions Group. https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/Economics_NPG_FINALFINAL.pdf.

Zenghelis, D. (2017). Cities, wealth and the era of urbanisation. En National *Wealth: What is Missing, Why It Matters.* Hamilton, K. y Hepburn, C. (eds.). Oxford University Press. chapter 14. http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/oso/9780198803720.001.0001/oso-9780198803720-chapter-14

Capítulo 3

Estado Actual de nuestros Datos y Conocimiento



© shutterstock/Sergey Nivens

Autores coordinadores principales: Florence Daguitan (Tebtebba, Indigenous Peoples' International Centre for Policy Research and Education), Pali Lehohla (Pan African Institute for Evidence - PIE), Charles Mwangi (GLOBE Program), Joni Seager (Bentley University), William Sonntag (Group on Earth Observation Secretariat), Graeme Clark (University of New South Wales)

Autores principales: James M. Donovan (ADEC Innovations), Sheryl Joy Anne S. Gutiérrez (ADEC Innovations), Michelle G. tan (ADEC Innovations)

Autor contribuyente: Amit R. Patel (Planned Systems International, Inc.)

Resumen ejecutivo

Existe una creciente demanda por indicadores y análisis ambientales, en particular, por aquellos que aborden las interacciones de los distintos temas ambientales y entre el medio ambiente, la sociedad y la economía (*bien establecido*). Se han producido avances en lo que respecta a la recopilación de estadísticas oficiales relacionadas con el medio ambiente, incluidas las estadísticas geoespaciales, en particular las relacionadas con la promoción de la contabilidad económica ambiental y la creación de sistemas de información geoespacial que contribuyen a la vigilancia del medio ambiente. Sin embargo, aunque todavía existen brechas metodológicas en la medición de ciertos temas ambientales, hay información muy limitada sobre la conexión entre los individuos y el medio ambiente, así como también sobre la existencia de brechas de capacidad en los países que intentan construir sus sistemas de información medio ambiental. {3.2}

La medición del nexo entre género y medio ambiente se ha identificado como un tema de alta prioridad, ya que las mujeres y los hombres, en muchos contextos, tienen diferentes derechos y acceso al medio ambiente (*bien establecido*). Cada uno de ellos está sujeto a diferentes vulnerabilidades frente a la degradación y los peligros ambientales, y a menudo desempeñan diferentes roles en la adopción de decisiones sobre la gestión del medio ambiente. Actualmente, solo se dispone de estadísticas y series temporales de datos sobre el nexo entre género y medio ambiente que son limitadas. {3.5}

Gran parte de la recopilación de datos ambientales forma parte de estudios o proyectos muy específicos, lo cual limita su utilidad (*bien establecido*). A través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se ha reconocido a nivel mundial que monitorear la dimensión ambiental del desarrollo requiere de una recolección regular y estandarizada de datos, lo cual se traduce en estadísticas e indicadores de series temporales, incluyendo series temporales para productos de datos geoespaciales. De este modo se hará más hincapié en la recopilación de información de alta calidad basada en las mejores prácticas internacionales. {3.7}

Para transformar el suministro de datos y estadísticas sobre el medio ambiente se necesitarán nuevos e innovadores medios de recolección de datos (*bien establecido*), incluidas nuevas asociaciones con el sector privado, organizaciones multilaterales, agencias espaciales, organizaciones no gubernamentales y otros asociados. {3.8}

3.1 Introducción

Esta sección ofrece una introducción a las estadísticas y a los datos ambientales, abordando su estado y el de los conocimientos existentes que contribuyen a cualquier evaluación ambiental, incluidas las evaluaciones a nivel nacional, regional y mundial. Busca exponer el estado de la recopilación de datos y la utilización de estos para compilar estadísticas y producir indicadores. Nuevas áreas estadísticas, como big data, la ciencia ciudadana y el conocimiento tradicional -los cuales actualmente están siendo subutilizados, pero representan oportunidades increíbles para una mejor medición- se discuten en el Capítulo 25 de este informe.

3.2 La demanda de estadísticas y datos medio ambientales

Los conocimientos y los datos son los cimientos esenciales de la evaluación ambiental, pues sin una base de datos para trabajar, es imposible realizar y publicar una evaluación acertada. Pero, ¿qué es una base de datos y cómo la generamos?

Tradicionalmente, "el Medio Ambiente" fue considerado en referencia exclusiva a los sistemas biofísicos de la tierra. Sin embargo, este paradigma está cambiando, pues es importante, no sólo medir el estado del medio ambiente, sino también determinar cómo los problemas ambientales que se manifiestan en el medio biofísico, surgen de los sistemas sociales y sus estructuras económicas, y cómo los desarrollos económicos y el bienestar social dependen del medio ambiente.

El capítulo sobre la *Revisión de las Necesidades de la Información del informe GEO-5* presenta las deficiencias que existen en los datos científicamente creíbles sobre el medio ambiente. En particular, el informe señala la necesidad de contar con series temporales sobre la cantidad y calidad de agua dulce, el agotamiento de las aguas subterráneas, los servicios ecosistémicos, la destrucción de hábitats, la degradación del suelo, los productos químicos y los desechos, y otras problemáticas (United Nations Environment Programme [UNEP] 2012). También reconoce que la calidad fáctica y científica de una evaluación depende de la calidad y disponibilidad de datos sobre el medio ambiente (UNEP 2012). Además, indica que una recopilación más sistemática de datos puede ayudar a los gobiernos, así como a los organismos regionales e internacionales, a evaluar sus progresos hacia el logro de los objetivos internacionales.

En su Informe sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de 2015, Ban Ki Moon (**Recuadro 3.1**) (United Nations (2015a)) exigió mejoras urgentes y rápidas en los datos relacionados con la agenda posterior al periodo 2015, especialmente su disponibilidad, confiabilidad y oportunidad. Instó a los gobiernos a realizar inversiones sustanciales en sus oficinas y sistemas nacionales de estadística, así como a aumentar la capacidad y los mecanismos para producir datos de la más alta calidad.

El marco conceptual de las Fuerzas motrices, las Presiones, el Estado, el Impacto y las Respuestas (FPEIR) (ver la Sección 1.6) es un modelo útil para el monitoreo y la evaluación medio ambiental. Muchas de las fuerzas motrices y las presiones del cambio ambiental se encuentran en el ámbito social, al igual que muchos de los impactos. Muchos desafíos ambientales son el resultado de las desigualdades en el acceso a los recursos e instituciones de poder, así como en los ejes de género, edad, raza, etnia, ingresos y otras condiciones sociales.

Tal como se resaltó en el Informe GEO-5 (UNEP, 2012), existe una necesidad no solo por un regular monitoreo de la información y de los datos, sino también por lograr una armonización de los enfoques y de las metodologías de recolección de datos. Los gobiernos dependen de los sistemas estadísticos nacionales los cuales proporcionan los datos necesarios para la política nacional. Sin embargo, históricamente, muchos de estos sistemas no consideran que las estadísticas ambientales estén dentro de su ámbito de competencia.

Recuadro 3.1: Declaración de Ban Ki Moon, 2015

"Se necesitará un fuerte compromiso político y un aumento significativo de los recursos para satisfacer la demanda de datos para el nuevo programa de desarrollo".

Ban Ki Moon, 2015 United Nations (2015).

3.3 Historia de las estadísticas ambientales

Históricamente, las estadísticas oficiales han aumentado como respuesta a una clara demanda de información por parte de los gobiernos. El primer censo Romano fue justificado por la necesidad de rendir de cuentas en términos tributarios y de servicio militar (Hin 2007). Las cuentas nacionales nacieron a raíz de la caída del mercado de valores en 1929 y de la necesidad de contar con estadísticas en tiempo de guerra, las cuales permitirían a los países evitar una catástrofe económica y proporcionar información sobre cómo pagar la Segunda Guerra Mundial (Stone 1947; Vanoli 2005). En 1947, las Naciones Unidas establecieron la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas (UNSC, por sus siglas en inglés) para elaborar y promover directrices estadísticas que los países podían utilizar para la supervisión nacional. El alcance de la labor de la Comisión abarca metodologías estadísticas para mantener el balance de la economía y para la política de estabilidad macroeconómica mundial, incluyendo el crecimiento económico, los movimientos de precios y la dinámica demográfica, la migración, la mortalidad, los nacimientos y la longevidad, pero no el medio ambiente.

La Comisión Brundtland de 1983 propició el Marco para el Desarrollo de las Estadísticas del Medio Ambiente, siendo adoptado por primera vez por la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas en 1984. Más tarde, la UNSC trabajó en temas de contabilidad económica ambiental que surgió de la Cumbre de la Tierra de 1992. Existen tres revisiones del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE), entre ellas el SCAE 1993, el SCAE 2003 y el SCAE 2012, esta última fue adoptada como norma estadística en 2012 (United Nations 1993; United Nations *et al.* 2003; United Nations 2012). Adicionalmente, las Cuentas Experimentales de los Ecosistemas fueron adoptadas en 2013. La conexión entre estos dos marcos estadísticos constituye la base para monitorear los progresos hacia el desarrollo sostenible y se centra en los efectos de la vida en el medio ambiente y como tal, del medio ambiente en la vida.

La participación de los países y territorios en la ronda de censos de 2010 fue del 91%, y la tasa de presentación de cuentas nacionales a la División de Estadística de las Naciones Unidas del 95% (United Nations 2015b; United Nations 2017a). Sin embargo, por las primeras seis décadas del UNSC, los progresos estadísticos oficiales se relacionaron, principalmente, con la demografía y las estadísticas económicas. La adopción de los ODM, los cuales incluyeron metas centradas principalmente en el desarrollo social y en el deseo de rastrear el progreso según los indicadores de estos, fue transformadora en términos del aumento de la inversión en trabajo estadístico. Las iniciativas de implementación de los ODM dieron como resultado un aumento en la capacidad estadística de los países respecto a la producción y uso de estas en temas como pobreza, educación, salud, género, medio ambiente y gobernabilidad (World Bank 2002; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2015; United Nations 2016a).

Las estadísticas ambientales y las estadísticas desagregadas por ubicación, género, edad, pobreza y, otros factores, no fueron un centro de atención del monitoreo de los ODM y, por lo tanto, recibieron menos inversión. Estas áreas son un punto de atención de los ODS. Sin embargo, aún quedan muchos desafíos en cuanto a la medición de los diferentes aspectos del medio ambiente y también en la creación de estadísticas desagregadas.

3.4 Mejores datos para un planeta sano con gente sana

El mejoramiento de los datos y las estadísticas ambientales son necesarias para los diversos niveles que se encuentran a cargo de la toma de decisiones; para las evaluaciones ambientales a nivel local, nacional, regional e internacional; y, para el análisis de la interacción entre el medio ambiente, la economía y la sociedad. Un sistema sólido de estadísticas ambientales, que estuviera geoespacialmente desglosado, proporcionaría, idealmente, información que podría utilizarse para diferentes propósitos y a diferentes niveles.

3.4.1 Midiendo la dimensión ambiental del desarrollo sostenible

La elaboración de este informe se presenta en un contexto en el que los ODM han recorrido su curso. En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó *la iniciativa "Transformar Nuestro Mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible"*, una agenda para el desarrollo mundial que recoge objetivos y metas que son necesarias para alcanzar un desarrollo económico, social y ambiental (A/RES/70/1). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan un distanciamiento frente a aquella forma aislada en la que se trató el desarrollo social, hacia un enfoque dirigido a la prosperidad sostenible, la dignidad de las personas y un planeta saludable a través de la acción nacional y las asociaciones.

En la búsqueda de estos ambiciosos objetivos, los ODS se definen en torno a 17 objetivos, 169 metas y 244 indicadores (algunos incluso duplicados) (United Nations (2017b). *Transformar Nuestro Mundo (…)*, claramente, establece que contar con datos para los indicadores mundiales representa un desafío enorme para todos los países. Un estudio estimó que se necesitará una inversión de 1.000 millones de dólares al año para que los países de bajos ingresos puedan supervisar los ODS (Sustainable Development Solutions Network 2017). Así pues, tal como se resaltó en el Informe de los ODS de 2016, el monitoreo de sus progresos requerirá un cambio en la forma en que se recopilan, procesan, analizan y difunden los datos, incluido el uso que se le pueda dar a aquellos que provienen de fuentes de datos nuevas e innovadoras (United Nations 2016b).

Aunque el marco de los ODS crea desafíos de monitoreo, también crea oportunidades. Este, por primera vez, materializa el intento de incluir de forma armónica aquellos indicadores relacionados con el medio ambiente en un marco de vigilancia mundial. Aunque el marco del ODS ha establecido indicadores para medir sus 17 objetivos, muchos de los indicadores carecen de una metodología estadística. Esto se reconoce en el marco al asignar cada indicador a uno de los tres niveles (véase la **Figura 3.2**). La inclusión de una amplia gama de indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente puede utilizarse para aprovechar el aumento de la inversión en estadísticas ambientales y promover su uso.

Figura 3.1: Marco sobre datos y conocimientos de los ODS

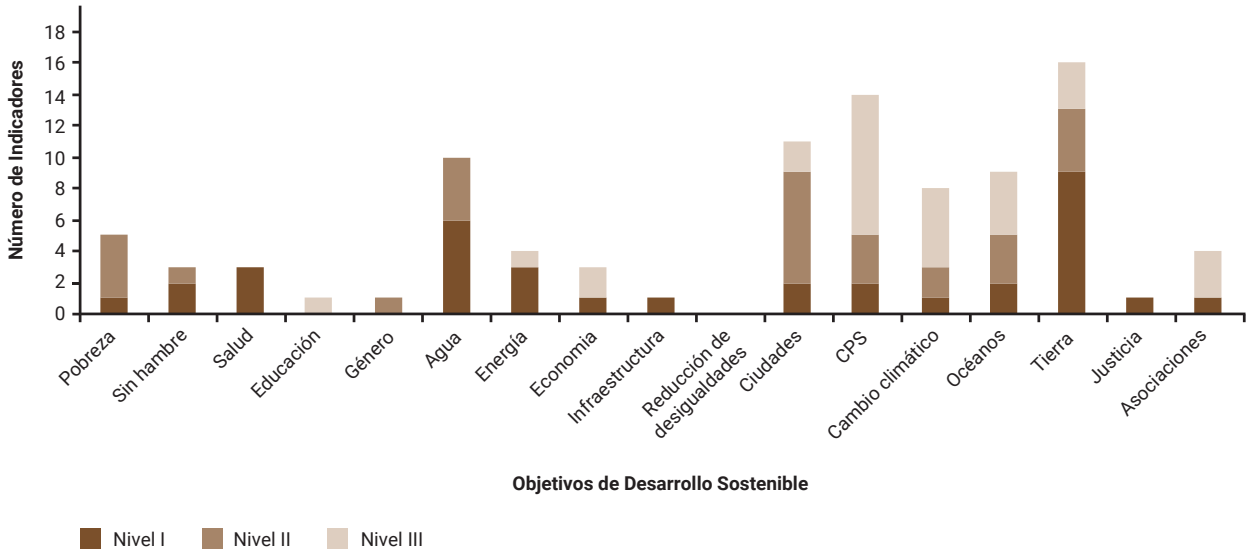


Figura 3.2: Estado de los indicadores de los ODS



Fuente: Naciones Unidas (2018, p.3) *2015*

Figura 3.3: Indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente por objetivo y nivel



Fuente: Naciones Unidas (2018).

Hay 93 indicadores de los ODS directamente relacionados con el medio ambiente (**Figura 3.3**). También hay una serie de indicadores adicionales que están relacionados indirectamente con el medio ambiente (por ejemplo, la pobreza, la zoonosis, la nutrición y la esperanza de vida, el crecimiento económico, las sociedades inclusivas y avances en políticas que no están incluidos en la **Figura 3.3**). Los indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente están distribuidos a lo largo de los mismos, con al menos un indicador ambientalmente relevante para cada uno de ellos, excepto para el Objetivo 10, que refleja la naturaleza intersectorial de los ODS con las personas, el medio ambiente y la economía. Sin embargo, de los 93 indicadores relacionados con el medio ambiente, sólo 34 cuentan, actualmente, con una metodología acordada y datos disponibles para la mayoría de los países (Nivel I). Los demás indicadores han sido catalogados en un Nivel II o un Nivel III (indicadores 27 y 34, respectivamente) por parte del Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los ODS (**Figura 3.4**).

El seguimiento de la dimensión ambiental de los ODS no solo requerirá investigación y desarrollo en términos de metodologías estadísticas, también requerirá inversión en estadísticas ambientales y la utilización de nuevas fuentes de datos para lograr una revolución de información. La recopilación tradicional de datos por parte de las oficinas nacionales de estadística no puede ser su única fuente de obtención, con lo cual los países necesitarán sistemas integrados de datos que reúnan estadísticas oficiales, observación de la Tierra, ciencia ciudadana, big data y conocimientos tradicionales. Los sistemas integrados de datos pueden reunir muchas fuentes de información para proporcionar una imagen más completa. Dentro de la integración de datos medio ambientales se incluye:

- la dinámica de la pobreza dentro y entre países, algunas dimensiones que pueden ser reveladas por observaciones satelitales de "la tierra en la noche" o por los límites de la deforestación;
- compilar información etnográfica sobre los cambios ambientales que se experimentan de forma general;
- una comprensión participativa de la experiencia personal; conocimientos indígenas y tradicionales; e información geoespacial sobre las personas y el medio ambiente;
- información combinada sobre el medio ambiente y las mujeres, los pobres y otros grupos vulnerables para revelar patrones y desafíos ocultos en otros sistemas de conocimiento;
- conocimiento del big data sobre patrones de consumo y producción sostenibles; y,

Figura 3.4: Principales brechas de datos del GEO-6 organizadas por capítulo respectivo



Un nuevo enfoque hacia los sistemas de datos y de conocimiento con un mayor énfasis en fundamentos empíricos para la toma de decisiones es fundamental para alcanzar los diversos ODS. Establecer estos sistemas en primera línea para todos los usuarios finales, puede promover de forma natural una colaboración cruzada con el fin de fomentar nuevas habilidades, tecnologías y fuentes de datos. A su vez, nuestro conocimiento sobre desarrollo sostenible mejorará, así como nuestra comprensión sobre los ODS. Sin embargo, surgirán desafíos organizativos y metodológicos en relación con la privacidad, la propiedad y el uso de estos (Sustainable Development Solutions Network 2017).

3.4.2 Brechas en los datos temáticos

En casi todas las esferas temáticas (incluida la diversidad biológica, la tierra, el aire, el agua y los océanos), falta disponibilidad de datos (**Figura 3.4**), en particular en los países en desarrollo. Los indicadores ambientales vinculados a las actividades industriales son más fáciles de medir y monitorear, por ejemplo, el consumo de energía o el uso del agua. La cobertura de la tierra y la extensión de los ecosistemas pueden evaluarse en gran escala utilizando la teledetección por satélite, aunque no siempre se cuenta con la resolución necesaria. Los efectos del cambio ambiental, la contaminación del aire y el agua y otras condiciones ambientales son particularmente difíciles de medir (UNEP 2012). De ahí la necesidad de explorar un cambio de paradigma en los enfoques de vigilancia del medio ambiente, describiendo la orientación social y complementando el enfoque con atribuciones físicas.

A continuación, se presenta una breve descripción de algunas de las principales brechas de datos de los capítulos temáticos en la Parte A de este informe.

Fuerzas motrices (Capítulo 2)
Los datos poblacionales a nivel nacional son relativamente sólidos para la mayoría de los países debido a los requisitos de los censos gubernamentales, pero las deficiencias se deben a la aglomeración de los distintos sectores de la población. Los datos obtenidos en los censos nacionales son, por lo general, insuficientes para responder a importantes preguntas intrafamiliares, como el uso y el acceso a los anticonceptivos, la fecundidad, la toma de decisiones en el hogar y la estructura familiar como, por ejemplo, la edad en la que contrajo matrimonio. Para que se entiendan correctamente, estas y otras variables deben desglosarse por edad, sexo, raza y otros factores socioeconómicos. Los datos sobre urbanización están plagados de cuestiones similares de agregación nacional, así, existe una falta de información sobre las ciudades pequeñas y medianas y una incoherencia en términos de la información. Tanto en lo que respecta a la población como a la urbanización, es necesario que se establezcan acuerdos estadísticos modelo de escala mundial y que haya una mayor coherencia y cobertura. Otras brechas importantes en los datos son la migración de las zonas rurales a las urbanas, el papel de los hogares nucleares, la distribución de los beneficios que proporciona la tecnología y las modalidades de producción y consumo. La incertidumbre también existe en la gran cantidad de factores que afectan el desarrollo económico, así como las dependencias entre éste y otras fuerzas motrices. Por ejemplo, las estimaciones financieras del costo de las prácticas insostenibles y los efectos del cambio climático requieren mayor precisión y transparencia, dado que, si bien existen cifras, hay poca confianza en su exactitud.

Además de las brechas en los datos brutos, existen algunas relacionadas con la comprensión mecánica de los procesos que los impulsan. Las tecnologías y los acontecimientos futuros alterarán el panorama mundial y cambiarán cualitativamente las funciones de las otras fuerzas motrices. Por ejemplo, la automatización puede cambiar la naturaleza del transporte, lo que tendría efectos de flujo continuo en muchas otras áreas. El impacto del cambio climático en la salud humana requiere de mejores análisis y un entendimiento de las conexiones actuales y futuras entre estos factores. Se necesitan más datos sobre el efecto del cambio climático en la demografía humana, incluyendo estimaciones de migración a escalas más precisas (McMichael, Barnett y McMichael 2012). Existe un desequilibrio sectorial en el conocimiento de los efectos del cambio climático, ya que se conocen bien los efectos en el sector de la energía, mientras que no se conocen los efectos en el uso de la tierra, los procesos y funciones de los ecosistemas y las cuestiones intersectoriales.

Aire (Capítulo 5)
Una cuestión fundamental de los datos sobre la calidad del aire es que, a diferencia de las variables meteorológicas, son pocas las concentraciones de contaminantes atmosféricos que se miden con una cobertura espacial y temporal suficiente. Por lo tanto, los efectos de la mayoría de los productos químicos son calculados mediante el uso de otros productos químicos (medidos) como sustitutos, lo cual es probable que sea inexacto en muchos casos. Por ejemplo, solo se hace la medición de unas pocas sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas, y sus datos son globalmente irregulares. En los casos en que existe un monitoreo, este está sesgado hacia los países desarrollados, lo que compromete los análisis de la contaminación atmosférica frente a la salud humana en los países en desarrollo. Existe una necesidad general de creación de capacidad para facilitar la medición de la contaminación atmosférica en los países en desarrollo, tanto para beneficio nacional como para completar la cobertura mundial. El sesgo en el muestreo de la calidad del aire también existe dentro de los países, y es necesario realizar más muestreos en las zonas de baja condición socioeconómica como, por ejemplo, en las viviendas informales o en los barrios de invasiones.

Los efectos de la calidad del aire en la salud humana fueron estudiados en el Estudio de la Carga Global de Enfermedades, el cual es un estudio realizado a nivel mundial sobre los factores que influyen en la salud humana (World Health Organization [WHO] 2018), y que elevó la contaminación del aire a una prioridad máxima. En lugar de depender únicamente de las ciudades que tienen vigilancia de la calidad del aire, se utilizaron datos y modelos satelitales para estimar la contaminación del aire a gran escala (Brauer *et al* 2016). Adicionalmente, en la actualidad hay pocos inventarios de emisiones globales que resulten consistentes. Los inventarios se recopilan o modelan en algunas regiones, pero la calidad de los datos y las fuentes varían. No obstante, se dispone de inventarios coherentes a nivel europeo e internacional para una selección de contaminantes (por ejemplo, en el marco de la Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa).

Los esfuerzos deben centrarse en una mayor cobertura de muestreo y/o modelización, potencialmente con sensores o satélites. El programa Copérnico tiene por objeto medir diversas variables de la calidad del aire con regularidad y proporcionar datos de todos los países. Otra iniciativa europea para la comunicación de datos es la Directiva sobre la Calidad del Aire, que establece datos estadísticos anuales y un mapa en línea de la calidad del aire cuya actualización se da cada 6 horas.

Biodiversidad (Capítulo 6)
Los datos y conocimientos biológicos son escasos en comparación con la complejidad y diversidad de los sistemas biológicos. En general, la escasez de datos aumenta a escalas espaciales más finas y a resoluciones taxonómicas más altas. Las estimaciones del número total de especies varían entre 2 y 13 millones (Costello, Wilson y Houlding 2012; Scheffer*set al.* 2012) y se cree que la mayoría (86% de las especies terrestres y 91% de las especies oceánicas) no están descritas (Mora *et al.* 2011). Los ecosistemas de los invertebrados y de las profundidades marinas están particularmente mal descritos. Los biólogos utilizan cada vez más la información genética para identificar las especies (una técnica conocida como código de barras de ADN) (Hosein *et al* 2017), pero todavía se necesita una taxonomía más tradicional para describir los rasgos morfológicos.

Las brechas en los datos de los procesos ecológicos, de las estructuras ecosistémicas y comunitarias son aún mayores que aquellas sobre la información sobre las especies. Entre los ejemplos figuran la función y los servicios del ecosistema, cuyo entendimiento conceptual existe, pero a menudo con dificultad para su medición. Una consecuencia de ello es la incapacidad de prevenir de forma eficaz la invasión de especies exóticas, considerada por algunos como la segunda mayor amenaza para la biodiversidad mundial (Doherty *et al.* 2016).

Existe una incertidumbre considerable en cuanto a la magnitud de los efectos del cambio climático en la biodiversidad, así como en cuanto a los problemas bioinformáticos que plantea el procesamiento del volumen de datos sobre la observación de la Tierra que resultan pertinentes para el cambio biológico impulsado por el clima, por ejemplo, en la cubierta forestal. Entre las soluciones actuales para estos problemas de big data se incluyen el software de detección de cambios, mediante el cual se minimiza la necesidad de almacenar datos para cada sobrevuelo, y estructuras de datos multidimensionales como "cubos de datos", que manipulan grandes cantidades de datos ráster de forma eficiente.

Entre las iniciativas mundiales para promover los datos biológicos figuran la Iniciativa Mundial sobre Taxonomía del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Siebenhüner 2006) y el Servicio Mundial de Información sobre la Diversidad Biológica (GBIF, por sus siglas en inglés) (Yasson *et al.* 2007). Los registros de ocurrencia de especies del GBIF cubren en la actualidad todas las zonas del mundo (1.000 millones de registros relativos a 1,7 millones de especies); (GBIF 2018) y su taxonomía sigue el Catálogo de la Vida (http://www.catalogueoflife.org) utilizando los Estándares de Información para la Biodiversidad (TDWG, por sus siglas en inglés) establecidos para la transferencia de datos (http://www.tdwg.org/).

Gran parte de los conocimientos ecológicos indígenas, por ejemplo, el de las plantas medicinales, son transmitidos oralmente y corren el riesgo de perderse si no se documentan (McCarter *et al.* 2014). Sin embargo, recientemente se ha elaborado un marco para conectar los conocimientos indígenas con otros sistemas de conocimientos (Tengö *et al.* 2013), tales como las evaluaciones internacionales (Sutherland *et al.* 2014), lográndose la captura de algunos de estos conocimientos en forma digital (Liebenberg *et al.* 1999; Stevens *et al.* 2014).

Además de las brechas en los datos, hay deficiencias en el intercambio y acceso a estos. Algunos problemas biológicos son inherentemente regionales o mundiales y requieren una gestión multinacional coordinada. Un campo en donde esto resulta ser un problema importante, es en el de la delincuencia organizada transnacional (White ed. 2017) que incluye la recolección, el transporte y el rastreo del comercio de especies en peligro de extinción, la minería y pesca ilegal, y la deforestación. Las mejoras en la infraestructura de datos compartidos son esenciales para una regulación eficaz en este ámbito.

Océanos (Capítulo 7)
Los datos oceánicos tienen muchas brechas, lo que no es sorprendente ya que las observaciones satelitales no pueden penetrar debajo de las aguas superficiales. La mayoría de los datos oceánicos son recopilados mediante la medición o el modelaje directo, por lo que es difícil obtener una buena cobertura para un entorno amplio que se extiende en más del 70% de la superficie de la Tierra. Algunos problemas se presentan debido a la falta de coordinación mundial, ya que tanto los arrecifes de coral como la basura marina carecen de bases de datos mundiales.

La Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) mantiene la mayor base de datos sobre arrecifes de coral, sin embargo, no consulta todas las fuentes a nivel mundial. Del mismo modo, la información relativa a los desechos marinos es recopilada por diferentes países mediante el uso de distintos protocolos, por lo tanto, su consolidación no se ha hecho posible a nivel mundial. Además de la abundancia y distribución de la basura, existen importantes brechas de conocimiento con respecto a sus impactos ecológicos, incluyendo la toxicidad por ingestión, impactos de las nanopartículas, los microplásticos, y cómo el consumo humano puede verse afectado por los plásticos ingeridos por los peces.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) mantiene los datos mundiales relacionados con la captura pesquera mundial, de ahí que todos los países informen sobre esta actividad y los rendimientos nacionales. Las capturas producto de la pesca comercial se encuentran bien vigiladas en los países desarrollados, pero es casi seguro que se subestiman, ya que la pesca ilegal constituye hasta el 40% de todas las capturas en algunas zonas (Agnew *et al.* 2009). En los países con menos recursos para destinar a la elaboración de informes, las estimaciones sobre la pesca suelen basarse en un número reducido de muestras que resultan, por lo tanto, menos fiables. Los costos de las embarcaciones de investigaciones son un importante impedimento para obtener datos independientes sobre la pesca, en particular en los países en desarrollo, donde incluso la vigilancia de las capturas en los puertos puede no ser económicamente viable.

Tierra (Capítulo 8)
La tierra es uno de los ámbitos con mayor riqueza de datos debido a la eficacia de la observación de la Tierra en superficies terrestres monitoreadas y, sin embargo, aún existen notables brechas en los datos y problemas de calidad. La observación terrestre generalmente mide la cantidad de cambio, en vez de la calidad, sin embargo, es incapaz de medir ciertos procesos. Por ejemplo, existe un acuerdo en que la degradación de la tierra ha aumentado, pero su medición no se hace con frecuencia, resultando así inconsistente. Las interrelaciones entre el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) y la degradación de la tierra suelen ser difíciles de generalizar y transferir, ya que el uso de la tierra y las condiciones biofísicas están cambiando a nivel regional. Mientras los datos de la cubierta forestal han mejorado desde mediados de la década de 1990 y algunos datos de gran escala son mantenidos por la FAO, otros datos existen en múltiples bases de datos que no siempre son comparables. La erosión del suelo, la salinización, la desertificación y los cambios en los servicios de los ecosistemas son difíciles de medir a partir de imágenes satelitales y existen dudas sobre la escala de observación adecuada. No existe una base de datos mundial, ni mediciones estandarizadas sobre la erosión del suelo, impidiendo así una evaluación global coherente o exhaustiva. Otras esferas problemáticas se refieren a la tenencia de la tierra y a la información catastral (basada en mapas), ya que no existe un estándar mundial para definir el uso de este y los sistemas no son comparables entre los países.

Agua dulce (Capítulo 9)
En cuanto a los datos sobre el agua dulce, se observan parches espaciales y temporales, y una división entre las variables que pueden ser detectadas a distancia por la observación terrestre, en comparación con las que no pueden serlo (Lawford *et al.* 2013). Las áreas con deficiencias de datos en todas las escalas incluyen la calidad del agua, el consumo de agua, la cantidad de agua subterránea, las extracciones de agua y las aguas residuales. Los ODS exigen el seguimiento de la calidad ambiental del agua, pero no todos los países tienen la capacidad o la voluntad de cumplir con estos requisitos de información. La calidad de los datos sobre las aguas superficiales es mejor que la de las aguas subterráneas, no obstante, sigue siendo irregular. Los sistemas de observación de la Tierra miden las cualidades ópticas del agua (clorofila, salinidad, turbidez), pero no pueden medir las concentraciones de nitrógeno o de fósforo. En los últimos años se ha avanzado en la utilización de los datos satelitales de la misión GRACE para estimar los cambios en el almacenamiento de las aguas subterráneas (agotamiento), sin embargo, la evaluación de este tipo de recursos requiere la recopilación de datos directos que son relativamente

costosos, ya que requieren el acceso a las aguas subterráneas a través de pozos o perforaciones. Aunque también hay rechas en los datos de los glaciares, la nieve y el hielo e incertidumbre en torno a los impactos del cambio climático (Salzmann *et al* 2014), el programa Copernicus puede abordar esto a escala mundial con un satélite dedicado a la vigilancia de la nieve/ cubierta de hielo. No cualquier medio es capaz de medir otras variables, como las aguas subterráneas y la intrusión de agua salada, ya que su comprensión se basa más en la modelización que en la observación. Estos modelos necesitan urgentemente de la obtención de datos fiables *in situ* que permitan su calibración y verificación. Los problemas geopolíticos del uso del agua, como el reparto de aguas transfronterizas, son otro ámbito que requiere más datos, sobre todo en épocas de escasez hídrica.

La ciencia ciudadana puede ofrecer algunas soluciones a los problemas de cobertura de muestreo de agua dulce y de control básico de los niveles de agua subterránea. Algunos ejemplos incluyen el uso de aplicaciones móviles para monitorear la calidad del agua (Lemmens *et al.* 2017) y el uso de kits sobre Earthwatch y Freshwater Watch (http://www.freshwaterwatch.thewaterhub.org/) y otros grupos de voluntarios (Overdevest *et al.* 2004). Una de las primeras formas de ciencia ciudadana se ha desplegado con éxito durante muchas décadas en Holanda, donde los voluntarios de todo el país realizan, bimensualmente, mediciones de los niveles de las aguas subterráneas en piezómetros, contribuyendo a la creación de series temporales de datos a largo plazo sobre las aguas subterráneas del país. Sin embargo, las iniciativas de ciencia ciudadana suelen consistir en un simple control del agua sin medir el conjunto de contaminantes modernos, como los antibióticos, los contaminantes orgánicos persistentes, los pesticidas de uso corriente, los microplásticos, las nanopartículas y los disruptores endocrinos.

3.5 Intersección entre género y entorno socio-ambiental

El cambio de paradigma que está trayendo el análisis social al corazón de la evaluación ambiental se ha desarrollado desde mediados de los años 90 con la aparición del análisis ambiental desglosado por género y el análisis centrado en otros grupos vulnerables. Esta sección se centrará en el nexo entre el género y el medio ambiente; sin embargo, muchas de las problemáticas presentadas pueden aplicarse a otros grupos vulnerables. Problemas de equidad más amplios, incluyendo, de manera importante, las desigualdades entre el Norte y el Sur en cuanto a las huellas y los impactos ambientales -que a su vez son de género- se abordan en otra parte de este informe.

El lugar que ocupa la perspectiva de género en el análisis medio ambiental aumentará a medida que los compromisos de equidad e igualdad social de la Agenda 2030 den forma a la formulación de políticas a nivel mundial (**Recuadro 3.2**).

En el centro del análisis de género está la comprensión de que, prácticamente, todas las relaciones ambientales, incluidas las fuerzas motrices y los impactos, cuentan con una dimensión de "género". Los roles y normas de género socialmente construidos posicionan a hombres y mujeres de forma diferente en relación con el medio ambiente. Los hombres y las mujeres suelen estar expuestos a diferentes problemas y riesgos medio ambientales; a su vez, esto puede significar que los hombres y las mujeres tienen diferentes perspectivas sobre su alcance y gravedad, y sobre las soluciones que mejor podrían intentarse o desplegarse. Además, debido a la construcción social respecto a los roles de género, los hombres y las mujeres suelen tener una posición diferente a la hora de poder actuar o de ser tomados en cuenta como agentes de interpretación y cambio medio ambiental.

El análisis de género requiere nuevos enfoques con respecto a la estructura de la consulta ambiental. Analizar el medio ambiente a través de una lente de género requiere nuevas y diferentes preguntas, pone en primer plano diferentes dimensiones de las relaciones entre el hombre y el medio ambiente, al mismo tiempo que requiere de diferentes herramientas y enfoques metodológicos. Las lentes analíticas de género abarcan "el medio ambiente" en sus aspectos físicos y sociales y en las interacciones entre estos. Los compromisos de género para "levantar el techo del hogar" en la recopilación de datos revelan la dinámica intrafamiliar de la utilización de los recursos y la toma de decisiones, que a menudo son de importancia crítica para entender el comportamiento ambiental local y sus resultados (Seager 2014).

El análisis de género también pone de relieve la interseccionalidad, es decir, la comprensión de que las relaciones sociales con el medio ambiente rara vez están determinadas por una sola identidad social, sino por una combinación de identidades y normas de género, así como de otras identidades sociales como la raza, la sexualidad y la clase.

El Manual de Capacitación para Evaluaciones Ambientales Integradas del PNUMA (UNEP 2017) refleja estos nuevos enfoques al poner en primer plano las cuestiones de género que deben integrarse a la evaluación ambiental desde las primeras etapas de planificación (**Recuadro 3.3**).

La disponibilidad de datos y los sistemas estadísticos no han mantenido el interés, ni la demanda por análisis desglosados por género en la evaluación medio ambiental. La evaluación GEO-5 precisamente resalta la falta y la necesidad de contar con datos ambientales desglosados por género (UNEP 2012). Uno de los mensajes más constantes en el ámbito del análisis medio ambiental desglosado por género es la gran importancia de contar con un análisis exhaustivo (United Nations 2015a; UNEP 2016). Algunos progresos se han dado desde la evaluación GEO-5 y el PNUMA (2016) sintetiza los datos y los enfoques analíticos que

Recuadro 3.2: Estadísticas de género

"Las estadísticas de género se definen como estadísticas que reflejan adecuadamente las diferencias y desigualdades en la situación de las mujeres y los hombres en todos los ámbitos de la vida... En primer lugar, este tipo de estadísticas deben reflejar las problemáticas de género, es decir, las preguntas, los problemas y las preocupaciones relacionadas con todos los aspectos de la vida de las mujeres y los hombres, incluidas sus necesidades, oportunidades y contribuciones específicas a la sociedad. En cada sociedad hay diferencias entre lo que se espera, se permite y se valora en una mujer y lo que se espera, se permite y se valora en un hombre. Estas diferencias tienen un impacto específico en la vida de las mujeres y los hombres a lo largo de todas las etapas de la vida y determinan, por ejemplo, las diferencias en salud, educación, trabajo, la vida familiar o el bienestar general. La elaboración de estadísticas de género implica el desglose de los datos por sexo y otras características con el fin de revelar esas diferencias o desigualdades y la recopilación de datos sobre cuestiones específicas que afectan más a un sexo que a otro o que se refieren a las relaciones de género entre mujeres y hombres. En segundo lugar, las estadísticas de género deberían reflejar las diferencias y desigualdades en las situaciones de la mujer y el hombre. En otras palabras, los conceptos y definiciones utilizados en la recopilación de datos deben desarrollarse de forma que se garantice que la diversidad de los distintos grupos de mujeres y hombres, así como sus actividades y desafíos específicos, sean captados. Además, deben evitarse los métodos de recogida de datos que induzcan a un sesgo de género en la recopilación de los mismos, como por ejemplo la falta de información sobre la actividad económica de las mujeres, la falta de información sobre la violencia contra las mujeres y la falta de contabilización de las niñas, sus nacimientos y sus muertes..."

Fuente: UNSD (2015)

en la actualidad se encuentran disponibles. Sin embargo, aún se dispone de muy poca información sobre las diferentes necesidades entre hombres y mujeres, su uso diferenciado de los recursos y sus diferentes responsabilidades a la hora de contribuir a la conservación y el desarrollo sostenible.

Incluso aún es menor la información disponible para apoyar el análisis interseccional del género en relación con la edad, la raza, la clase o la dinámica de casta. Los datos existentes sobre género y el medio ambiente están fragmentados y dispersos entre fuentes pequeñas y a menudo en literatura no convencional o a través de informes académicos de difícil acceso. Prácticamente no existen normas ni elementos adicionales comunes a todos los países, por lo que resulta casi imposible agregar y comparar cuestiones entre regiones. La falta de datos suficientes a largo plazo dificulta aún más la evaluación ambiental desglosada por género, ya que las relaciones entre el género y el medio ambiente pueden hacerse evidentes únicamente durante largos períodos de tiempo.

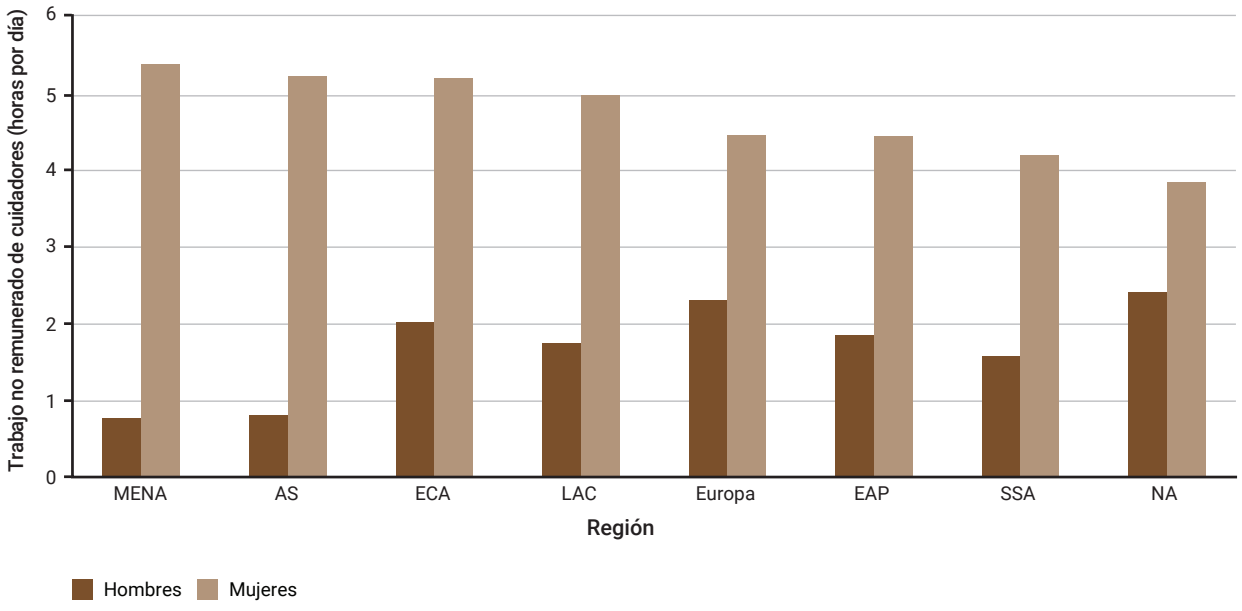
La ausencia de datos socava el impulso hacia un mayor análisis de género y medio ambiente: "lo que no se cuenta se asume como si no contara". A falta de datos, las evaluaciones medio ambientales siguen siendo parciales; el establecimiento de líneas de base, el seguimiento de los avances y la evaluación de los resultados son casi imposibles. El progreso hacia los compromisos de los ODS en materia de equidad e igualdad de género en todos los ámbitos, incluido el medio ambiente, será imposible de medir sin una mejora sustancial de los datos de género.

Incluso un simple análisis basado en datos desagregados por género, como el del tiempo promedio dedicado al trabajo no remunerado entre los hombres y las mujeres (**Figura 3.5**), puede revelar importantes dinámicas de género. La carga del trabajo sin remuneración limita la posibilidad, más en las mujeres que en los hombres, de realizar un trabajo remunerado y de participar plenamente en la esfera civil y económica. La Figura 3.5 ilustra la desigualdad en la carga de trabajo no remunerado entre hombres y mujeres. Muchas horas del trabajo no remunerado de las mujeres, especialmente en los países más pobres, se dedican a la gestión directa de recursos medio ambientales locales para satisfacer las necesidades de agua, combustible y alimentos para el hogar. Al mismo tiempo, la "pobreza de tiempo", producida por la carga de trabajo no remunerado, significa que las mujeres tienen menos probabilidades que los hombres de estar disponibles para recibir formación en materia de medio ambiente, así como tampoco tienen disponibilidad para participar en procesos formales relacionados con el uso, la gestión y la toma de decisiones en materia de medio ambiente.

Recuadro 3.3: Preguntas basadas en género

- ¿Cuáles son los lugares geográficos, los ámbitos, sectores y actividades en los que la diferencia de género y la clase social repercuten en la relación con el medio ambiente?
- ¿Existen otras cuestiones interseccionales que deban tenerse en cuenta (como, por ejemplo, qué tan diferentes en términos culturales/étnicos/de clase utilizan, imaginan y/o se relacionan los grupos con el lugar y qué conflictos existen entre estos)?
- Tal y como se recoge en informes tales como el Global Gender and Environment Outlook, PNUMA 2016, ¿cómo se aplican las diferencias generales entre las clases socioeconómicas a las cuestiones medio ambientales que se están evaluando?
- ¿Cuáles son las diferencias de comportamiento de los hombres, las mujeres, los niños y las niñas en relación con las cuestiones medio ambientales que se están evaluando (según se demuestra en informes tales como el de *Gender and Environment Outlook*)?
- ¿Se dispone de datos desglosados por sexo para comprender esa relación o será necesario recopilarlos?

Figura 3.5: Trabajo de cuidado no remunerado



MENA, Oriente Medio y África del Norte; SA, Asia del Sur; ECA, África Oriental y Central; LAC, América Latina y el Caribe; EAP, Asia Oriental y el Pacífico; SSA, África Subsahariana; NA, África del Norte..

Fuente: Ferrant, Pesando y Nowacka (2014, p 2).

La idea de que las evaluaciones medio ambientales incluyan análisis y datos de género está logrando una aceptación generalizada. En 2016, el PNUMA elaboró el informe *Gender and Environment Outlook* (GGEO, por sus siglas en inglés) siguiendo, exclusivamente, una perspectiva de género. Este informe concluyó que la eficacia del proceso de toma de decisiones en materia de medio ambiente mejoraría si se "reforzara el énfasis en el desarrollo, la recopilación y el análisis de datos, indicadores y otra información desglosada por género, incluso a nivel intrafamiliar". (UNEP 2016, p.201).

La meta 17.18 de los ODS hace un llamamiento específico para mejorar la recopilación y la disponibilidad de datos desglosados por género: "Para 2020, mejorar el apoyo a la creación de capacidad de los países en desarrollo, incluidos los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, para aumentar significativamente la disponibilidad de datos de alta calidad, oportunos y fiables, desglosados por ingresos, género, edad, raza, etnia, situación migratoria, discapacidad, ubicación geográfica y otras características pertinentes en los contextos nacionales" (A/RES/70/1). El GGEO ofrece un resumen de los conjuntos de datos más completos y desglosados por género disponibles a partir de 2016. Estos incluyen varios índices agrícolas desglosados por género (de la FAO) sobre indicadores como el empleo agrícola y los propietarios de tierras; información comparativa transnacional sobre el acceso y la propiedad de la tierra (de la FAO, la Organization for Economic Co-operation and Development [OECD] y the World Bank); y datos sobre la carga de morbilidad desglosados por sexo para algunos factores ambientales (Prüss-Ustün *et al*. 2017).

Otros esfuerzos a gran escala se están llevando a cabo para recopilar y analizar datos desagregados por género relacionados con el medio ambiente:

- en 2014, las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y Organización Cultural (UNESCO) lanzó un proyecto para identificar los indicadores de prioridad de género y agua (UNESCO 2014);
- la base de datos Género y Derecho a la Tierra de la FAO "fue lanzada en 2010 con el fin de destacar los principales factores políticos, legales y culturales que influyen en la materialización de los derechos de las mujeres a la tierra" (FAO 2018). En 2018, la base de datos de la FAO contaba con datos de más de 80 países, y la "Herramienta de Evaluación Legal" de la misma organización se encarga de mapear las complejidades de acceso a la tierra por parte de los hombres y las mujeres.

Las posibilidades de perfeccionamiento de los datos medio ambientales desglosados por sexo son prometedoras y las expectativas de recopilación de datos para los ODS deberían acelerar los esfuerzos por recopilar sistemáticamente no solo los datos medio ambientales desglosados por sexo (indicadores relacionados específicamente con actividades, funciones e impactos de origen biológico), sino también datos medio ambientales desglosados por género (relacionados con funciones e impactos sociales). Sin embargo, sigue habiendo una brecha considerable entre la demanda y la oferta.

3.6 Equidad e interacciones entre el ser humano y el medio ambiente

Evaluar las interacciones entre el hombre y el medio ambiente requiere datos, conocimientos y enfoques integrados, según como se describe en el Capítulo 1 de este informe. Una evaluación equilibrada de los datos existentes y de los resultados científicos puede llevar a la toma de elecciones políticas equilibradas. Sin embargo, ¿son los conocimientos de base capaces de proporcionar una historia equilibrada sobre las interacciones entre el ser humano y el medio ambiente? Como se muestra en la **Figura 3.6**, esto lleva a tres preguntas claves:

Figura 3.6: Preguntas sobre equidad en los datos y el conocimiento



¿Quién paga por los datos y el conocimiento y por qué tipo de datos y conocimiento? Todos los datos e investigaciones son financiados por actores específicos como el Estado, pero también por actores no estatales como la sociedad civil, la industria y los filántropos. Hay pruebas claras de que los estados invierten grandes sumas de dinero en investigación en ciencia natural y tecnología, pero hay una inversión, significativamente, menor en ciencia social relacionada con el medio ambiente y los recursos e investigación relacionada con la equidad. Por ejemplo, un estudio sobre la financiación en Estados Unidos muestra que entre 1970 y 2015 las ciencias sociales recibieron muy poca financiación en comparación con otros campos de estudio (National Science Foundation 2017).

¿A qué clase de intereses sirven los datos y conocimientos existentes?

Las preguntas y los datos de la investigación tienden a servir a los intereses dominantes, por ejemplo, los identificados por los organismos de financiación. También pueden servir a intereses disciplinarios en vez de servir a las interacciones entre el hombre y el medio ambiente de forma más integradora (McMichael, Butler y Folke 2003). Además, aunque se necesitan datos y conocimientos sobre las causas y el impacto de los desplazados internos, estos datos aún no están disponibles (Bennett *et al.* 2017, p.11). La necesidad de contar con datos desglosados es vital para abordar las cuestiones de equidad, pero esos datos y conocimientos son limitados.

¿De quién son los datos y los conocimientos que se tienen en cuenta y por qué? En las evaluaciones internacionales hay cada vez más pruebas de que los investigadores provienen del mundo "desarrollado" y más rico, en lugar de aquellos de habla no inglesa y/o mundo en desarrollo. Por ejemplo, el 87% de los investigadores del mundo, el 92% del presupuesto de investigación y el 94% de las publicaciones científicas provienen de los países del G20 (UNESCO 2015). En 2015, la mayoría de los autores del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) pertenecían a países desarrollados, con un número, significativamente, menor a países en desarrollo (Schulte-Uebbing *et al.* 2015).

En la literatura sobre el medio ambiente existe poca evaluación sobre la política de datos y conocimientos, lo que supone un desafío.

3.6.1 Medio ambiente y economía

Algunos ODS dependen, para su realización, de que se comprendan y se tengan en cuenta de manera adecuada los costos y los beneficios de las relaciones entre el medio ambiente y la economía. Aún más importante, los ODS y los indicadores de contabilidad del capital natural proporcionan una visión del valor de las "contribuciones de la naturaleza a las personas", a las sociedades humanas en general, y del costo de los residuos, como la contaminación y los desechos. La economía de la naturaleza o la contabilidad del capital natural involucran la evaluación, medición, agregación y valoración de estas contribuciones, a fin de ayudar a los responsables de la formulación de políticas a garantizar que este valor se refleje en las actividades económicas de producción, consumo, comercio e inversión a través de instrumentos como la fijación de precios, el cálculo de costos y la regulación. Evaluar las actividades económicas desde su dimensión medio ambiental ayuda a los responsables en la formulación de políticas a encontrar sinergias entre las cuestiones económicas y medio ambientales, a mejorar la eficiencia en la asignación de recursos limitados y a evitar concesiones o a minimizarlas cuando son inevitables. Cualquier evaluación de este tipo debe tener en cuenta que las actividades económicas se caracterizan cada vez más por las Cadenas Globales (por ejemplo, de inversión o de comercio), y el papel de estas "teleconexiones" es crucial para determinar el impacto global. Por lo tanto, lo que hacemos para mantener los recursos ambientales en un lugar puede darse a expensas de los recursos o de la calidad ambiental en otros lugares. El Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica proporciona un marco para analizar las interacciones entre el medio ambiente y la economía. Este incluye información sobre cuatro bloques de políticas, a saber: el acceso a los servicios y recursos; la gestión de la oferta y la demanda de recursos medio ambientales; el estado del medio ambiente; y los riesgos y fenómenos extremos (United Nations 2014).

Al considerar los beneficios de la naturaleza, una cuestión fundamental es si estos valores son comparables y sustituibles con otros beneficios económicos. La mayoría de los análisis económicos convencionales asumen la posibilidad de sustituir los factores de producción, esto se ha denominado "débil sostenibilidad", cuando se aplica al capital natural (Solow 1974; Hartwick 1977). Pero hay muchos casos en los que las contribuciones de la naturaleza a la vida humana (por ejemplo, la regulación climática) no pueden ser proporcionadas por otras actividades humanas. Estas situaciones de "sostenibilidad fuerte", a menudo relacionadas con los límites planetarios, necesitan ser revelados a través de un análisis sólido. Dicho análisis tendrá que basarse en la diversidad metodológica, haciendo uso de conocimientos ecológicos, económicos y estudios sociales y culturales, a la vez que reconoce su evolución dinámica.

En la contabilidad del capital natural y en el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica pueden usarse metodologías para dar valor monetario a los beneficios y a los costos ambientales, de modo que puedan compararse con otras actividades y costos económicos. Por otra parte, en algunos casos, sólo se miden las existencias y los flujos de recursos y residuos medio ambientales mediante un marco contable, en lugar de conceder una valoración. Un marco contable proporciona información sobre el uso de los recursos medio ambientales, como el agua y la energía, y los residuos al medio ambiente, como las emisiones y los desechos, según la clasificación industrial.

En cuanto a la valoración económica, esta debe aplicarse siempre de manera que pueda captar las compensaciones y la demanda de recursos para usos competitivos. También debe reconocerse que hay numerosas situaciones ambientales en las que, debido a la falta de datos o a la ausencia de un acuerdo científico o metodológico creíble, el análisis económico tiene un alcance limitado.

El análisis económico del medio ambiente puede orientarse hacia los objetivos más amplios del sistema de las Naciones Unidas y de los ODS relacionados con la paz, los derechos humanos, la equidad y la seguridad, así como la sostenibilidad. Se debe reconocer la complejidad de las interacciones entre el medio ambiente y la economía y destacar las incertidumbres, mediante una comunicación clara y sencilla.

La sostenibilidad y las políticas necesarias para alcanzarla, deben centrarse en las tendencias de la riqueza per cápita, así como en los flujos de ingresos y beneficios no monetarios. Es el stock de capital natural el que genera la contribución de la naturaleza a las personas y una contabilidad correcta de la riqueza en relación con el medio ambiente y los recursos, evitando la mezcla de ingresos y riqueza.

Los macromodelos son necesarios para evaluar los resultados nacionales y globales de las políticas de uso de los recursos y del medio ambiente. Los resultados recientes de la utilización de estos modelos sugieren que la percepción tradicional enfocada en que la economía y el medio ambiente tienen una relación de compensación puede ser incorrecta. Cada vez más, los análisis de la "economía verde" parecen sugerir que los recursos naturales son un insumo esencial para el crecimiento económico sostenible. Desde esta perspectiva, una apropiada "economía de la naturaleza" puede ser un gran facilitador tanto de la conservación como del desarrollo. Estos mensajes deben ser transmitidos con claridad y confianza.

3.6.2 Medio ambiente y salud

El entorno en el que vivimos es un determinante clave de la salud y el bienestar humano. El entorno físico nos proporciona el aire que respiramos, los alimentos y el agua necesarios para el sustento, para el calor y la luz provista por la radiación solar y para mucho más. Estos son los efectos directos, sin embargo, los efectos indirectos también son importantes para mantener la salud de los ecosistemas, que a su vez proporcionan seguridad alimentaria y otros servicios ecosistémicos. El entorno social también tiene una gran influencia en la salud y en el bienestar, como los demuestran claramente los gradientes socioeconómicos en materia de salud, según los cuales la desigualdad social está asociada con una salud deficiente, así como un deficiente bienestar respecto de una amplia gama de enfermedades y comportamientos de riesgo para esta (Friel y Marmot 2011). La degradación de nuestro medio ambiente (por ejemplo, la contaminación del aire, de los alimentos y/o del agua, la exposición insuficiente o excesiva al sol, el ruido excesivo, los conflictos y la guerra) afecta negativamente la seguridad alimentaria e hídrica, la salud y el bienestar.

La exploración de los vínculos entre el medio ambiente, en su sentido más amplio, la salud y el bienestar humano requiere la medición de la "exposición" (el factor ambiental de interés) y el "resultado" (alguna medida de salud y/o bienestar). El siguiente paso es evaluar si existe una relación causal entre la exposición (por ejemplo, contaminantes atmosféricos, conflictos, espacios verdes, ruido) y el resultado, lo que suele requerir un buen diseño del estudio, métodos estadísticos adecuados y un análisis causal. El alcance del efecto, acompañado del entendimiento sobre la prevalencia de la exposición en la población, puede utilizarse para proporcionar un efecto atribuible (es decir, qué proporción del resultado sobre la salud es causado por la exposición al factor de riesgo ambiental) (Prüss-Ustün *et al.* 2017). Además de analizar la exposición a determinados contaminantes, el análisis de las condiciones ambientales con respecto a la salud y al bienestar también puede revelar las relaciones subyacentes entre la salud y el medio ambiente. Por ejemplo, los datos sobre niños con bajo

peso, malnutrición y otros indicadores de seguridad alimentaria pueden analizarse a través de una óptica medio ambiental para comprender mejor la relación entre el cambio climático, la seguridad alimentaria, la salud y el bienestar.

La exposición ambiental puede medirse directamente a nivel individual (por lo general, solo para un número relativamente pequeño de personas) o inferirse a nivel individual o a nivel ecológico utilizando datos procedentes de la vigilancia rutinaria (por ejemplo, de la calidad del aire y del agua, de los niveles de radiación solar, o modelizarse, por ejemplo, utilizando combinaciones de variables atmosféricas para estimar las exposiciones relacionadas con el cambio climático). Asimismo, estos métodos pueden combinarse para calcular las exposiciones individuales en diferentes lugares de una zona, por ejemplo, cuando se utilizan los datos de múltiples estaciones meteorológicas (Miranda *et al. 2016).* La medición de la exposición es más precisa para algunos factores ambientales como, por ejemplo, los niveles de plomo en sangre, que para otros como la exposición a la contaminación acústica a lo largo de la vida (Klompmaker *et al.* 2018), y para exposiciones a corto plazo en lugar de a largo plazo tales como aquellas de por vida. En este caso, se requieren muestras de gran tamaño ("big data"), además de diseños de estudio y análisis de datos innovadores, pero también hay que reconocer los posibles sesgos dentro de esos "ruidosos" conjuntos de datos (Ehrenstein *et al.* 2017).

Los datos para evaluar la incidencia de los resultados de salud con los factores ambientales están disponibles a nivel individual a través de estudios epidemiológico y de bases de datos administrativas (por ejemplo, datos de separaciones hospitalarias, donde los métodos modernos de vinculación de datos pueden permitir el examen de los datos a nivel individual). Sin embargo, el uso de datos administrativos sigue planteando considerables dificultades debido a cuestiones éticas relacionadas con la protección de los datos personales. Los datos administrativos también pueden utilizarse en estudios ecológicos (por ejemplo, sobre el efecto de la contaminación atmosférica en reportes de admisiones hospitalarias). En algunos países, la vigilancia a través de registros de enfermedades proporciona datos completos y precisos sobre incidencia y mortalidad. Estos pueden vincularse a otros conjuntos de datos para obtener asociaciones a nivel individual (Korda *et al.* 2017), o utilizarse en estudios ecológicos para evaluar las relaciones entre las enfermedades y los parámetros ambientales (Adams *et al.* 2016). El estudio sobre Carga Global de las Enfermedades (GBD, por sus siglas en inglés) es un valioso conjunto de datos para la incidencia y la mortalidad de enfermedades específicas (GBD 2016 Causes of Death Collaborators 2017; GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators 2017). En la actualidad, el GBD se actualiza anualmente y trata de recopilar los mejores datos sanitarios de todos los países (normalmente de enfermedades) para proporcionar estimaciones completas a nivel mundial, nacional y, en algunos casos, regional. Además, el Estudio GBD estima la pérdida de salud por morbilidad, así como los años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) y la esperanza de vida ajustada por salud (EVAS) (GBD 2016 DALYs y HALE Collaborators 2017). Sin embargo, por lo general no se dispone de información adicional desglosada sobre quiénes son los afectados y su ubicación, lo que sería necesario para una evaluación exhaustiva. Los recientes avances en las tecnologías "ómicas" (genómica, metabolómica, exposómica, epigenómica y otras) aportan una enorme cantidad de datos que pueden permitir evaluar los efectos de las exposiciones ambientales en la salud y el bienestar humano. Sin embargo, siguen existiendo dificultades para separar los efectos de una exposición específica (por ejemplo, los distintos componentes de la "contaminación atmosférica") y cuantificar con precisión los efectos atribuibles a las exposiciones:

a) que son difíciles de medir con precisión,
b) tienen efectos no lineales de dosis-respuesta o de umbral,
c) cuando los niveles de exposición cambian a lo largo de la vida, o
d) tienen tanto riesgos como beneficios para la salud humana.

3.7 Sistemas de datos existentes

Las estadísticas oficiales, los datos geoespaciales nacionales y los datos de seguimiento de la observación de la Tierra no suelen formar parte de un único sistema de datos a nivel nacional, y es necesario integrar mejor los datos de estas fuentes en las evaluaciones. Aunque siguen existiendo brechas en las estadísticas oficiales relacionadas con datos geoespaciales nacionales y datos de observación de la Tierra, estas fuentes de información continúan siendo utilizadas para la evaluación ambiental y han contado con un mejor desarrollo a nivel global, en comparación con aquellas herramientas de evaluación ambiental presentadas en el Capítulo 1.

3.7.1 Estadísticas oficiales

Las disciplinas oficiales sobre estadística y observación de la Tierra se han desarrollado de manera independiente y las manifestaciones de su interconexión han sido esporádicas. Esta relación se ha beneficiado de la guía brindada por los sistemas nacionales de estadísticas a través de los siguientes desarrollos: en 2012 bajo el Marco Central se adoptó el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE); la adopción de las cuentas económicas ambientales del SCAE en 2013; y, la última versión del Marco para el Desarrollo de las Estadísticas Ambientales en 2013. Estos tres marcos estadísticos proporcionan una base metodológica mejorada para este tipo de datos, sin embargo, aún existe una necesidad por incrementar la producción estadística e involucrar a más actores en la generación de estadísticas medio ambientales, incluso de niveles locales. Además, existe una necesidad de contar con directrices metodológicas relacionadas con la interacción entre sociedad y el medio ambiente, incluyendo la dimensión de género.

El cambio tecnológico, entre los que se incluyen el mejoramiento de los datos satelitales, un monitoreo de las estaciones y de los aparatos electrónicos personales, está cambiando el panorama de los datos, incluyendo aquellos de la ciencia ciudadana. La revolución de los datos y sus derivados tecnológicos, principalmente el big data y la ciencia ciudadana, han desatado nuevas posibilidades para la medición las cuales han alterado potencialmente las relaciones institucionales y organizacionales existentes encargadas del manejo de estas mediciones y de la producción de conocimiento científico. Las respuestas a estas nuevas formas de medición inspiradas en la tecnología han estado impulsadas, entre otros, por el Comité de Expertos sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial de las Naciones Unidas (UN-GGIM, por sus siglas en inglés). Sin embargo, es muy probable que aún quede un largo camino por recorrer antes de que se logre la urgente necesidad de integración. Así, aún existe una necesidad para hacer un mejor uso de las tecnologías, incluidas las aplicaciones móviles, los dispositivos inteligentes y otras herramientas que permitan a la población tener un acceso a los datos y que brinden una interface que haga posible el descubrimiento de los datos de la ciencia ciudadana.

El imperativo de las estadísticas y los datos

El mandato de "no dejar a nadie atrás" impone una gran importancia a la generación y entrega de datos desagregados en todas las categorías posibles, incluyendo (de forma importante) aquellos por área local. De este modo, los ODS ponen de manifiesto la importancia de los datos geoespaciales y las estadísticas. Una aproximación estadística geoespacial a las mediciones proporciona una infraestructura transformadora que mejora la información necesaria por medio de la cual es posible el no dejar a nadie atrás mediante el análisis de las interacciones y de la causalidad a nivel local y para una demografía determinada.

El marco de indicadores de los ODS

Si bien la agenda de los ODS es audaz y ambiciosa, no es posible cubrir todo al mismo tiempo. Por lo tanto, la habilidad de priorizar y ordenar es estratégica para el éxito en la entrega de mediciones para la agenda global. Entonces, ¿qué datos, qué estadísticas y qué indicadores?

Un intento de responder a las preguntas no puede hacerse sin experiencias históricas sobre ejercicios de medición del desarrollo mundial para los cuales, los Objetivos de Desarrollo del Milenio representan los más esclarecedores. En el reporte 2015 de los ODM, la Secretaría General de las Naciones Unidas estableció con tristeza que, en primer lugar, la información estadística es recogida con un importante desfase temporal. Sin embargo, el mundo actual se mueve con rapidez y requiere datos en tiempo real; en segundo lugar, la información está altamente agregada y carece de especificidad local para su uso en la dirección de las intervenciones; y, en tercer lugar, hay una mínima asignación de recursos a los países e instituciones que más necesitan datos para el desarrollo, el de su población y la de su medio ambiente.

Definir la naturaleza del problema no implica que no haya que responder a las preguntas que éste plantea. En efecto, la ventaja de definir el problema estriba en identificar con un mayor nivel de claridad lo que hay que hacer a la hora de priorizar y secuenciar.

En cuanto a los indicadores, bajo la dirección del UNSC, los estadísticos oficiales han trabajado arduamente para identificar un marco de indicadores y la viabilidad de aquellos que se alimentarían de dicho marco. Sin embargo, el diseño del marco, en la práctica, se ha orientado hacia el número de indicadores y no hacia una arquitectura que logre determinarlos. La existencia del marco y la capacidad de identificar indicadores que se adentran en el marco es un comienzo encomiable.

En relación con la Perspectiva Mundial del Medio Ambiente, es más importante señalar que la tarea se vuelve aún más seria y políticamente difícil dado que decenas de los objetivos de los ODS se relacionan directamente con el medio ambiente o están estrechamente vinculados a él. Tal vez esto conduzca a un resultado diferente del GEO.

Como se define en la sección 3.1, menos de una cuarta parte de los indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente son de Nivel I, lo cual aporta una idea de la dificultad de la medición, incluida la provisión de recursos de los sistemas estadísticos, en algunos países.

El ex Secretario General de las Naciones Unidas ha reconocido la necesidad de contar con mecanismos claros de coordinación de datos y estadísticas. A este respecto, el Secretario General pidió a los países que reconocieran la importancia de la coordinación entre los organismos nacionales (**Recuadro 3.4**), incluidos las instituciones estadísticas, a la hora de proporcionar, fomentar y hacer cumplir las normas de esta naturaleza a través de los principios, la legislación y las notas prácticas.

Medición del medio ambiente en el contexto de los ODS

Evaluar con precisión la interacción entre las personas y el medio ambiente requerirá nuevas fuentes de datos y nuevas herramientas de evaluación medio ambiental. Por ejemplo, la información geoespacial puede incorporarse a los mapas demográficos para determinar los problemas medio ambientales regionales que afectan a las personas (por ejemplo, dónde viven las personas de escasos recursos y dónde están los problemas de calidad del agua).

Recuadro 3.4: Declaración del Secretario General de las Naciones Unidas

"Las oficinas nacionales de estadística deberían contar con un claro mandato para liderar la coordinación entre los organismos nacionales involucrados y convertirse en el centro para el monitoreo de datos".

Ban Ki Moon, Secretario General de las Naciones Unidas 2007-2016, (Naciones Unidas 2015a)

El motor clave del crecimiento exponencial del acceso y el uso de la tecnología ha sido la capacidad de esta para crear y promover normas comunes. A través de esta innovación, ha surgido un movimiento hacia métodos estandarizados de datos que se recogerán a un costo mucho menor. Esto ha hecho que la recopilación de grandes cantidades de datos sea mucho más atractiva. Y lo que es más importante, la tecnología ha dado rienda suelta a las posibilidades de uso de las estadísticas geoespaciales y a una mayor capacidad de observación de los cambios en el medio ambiente.

Los datos, las estadísticas y los conocimientos sobre el medio ambiente son los cimientos de una evaluación medio ambiental satisfactoria. Las tecnologías remotas, los sistemas de observación de la Tierra y las oficinas nacionales de estadística siguen siendo los principales generadores de datos medio ambientales. Los nuevos y emergentes marcos de conocimiento y las capacidades de los datos en la gestión de las bases de datos, la ciencia ciudadana, el análisis social y de género desagregado, los grandes volúmenes de datos, las herramientas de visualización de estos, la modelización espacial, las redes sociales y el Internet ofrecen oportunidades para recopilar y difundir información. En conjunto, los datos agregados a partir de estos enfoques mejoran la capacidad de apoyar los procesos de toma de decisiones estratégicas que se basan en conocimientos amplios y multidisciplinarios. El seguimiento eficaz de las tendencias medio ambientales es fundamental para sanear este tipo de información.

Se cree que la información desagregada y basada en la ubicación necesaria para "no dejar a nadie atrás" es alcanzable y esto cumple los requisitos para un seguimiento eficaz de las tendencias medio ambientales.

Sin embargo, si somos fieles a la noción de "no dejar a nadie atrás", tal como se prescribe en los ODS, entonces, se deberán manejar múltiples métodos por parte de los sistemas de gestión de la información. Estos incluyen los ya tradicionales y bien establecidos estándares estadísticos, mientras que el futuro de estas se ve reforzado con la disponibilidad y el potencial de análisis de los sistemas de información territorial. Además, las nuevas tecnologías y sus capacidades en el ámbito de los datos y la geografía crean nuevas formas de participación de los ciudadanos en la ciencia y también aumentan las posibilidades de integración de los datos medio ambientales.

El reto, sin embargo, para que estas nuevas plataformas de conocimiento sean útiles, es que cuenten con un respaldo institucional. En primer lugar, ¿pueden ser vistos como sistemas de hoy y del mañana que atraen recursos razonables y que mejoran el bienestar de las personas y del planeta? El informe del Secretario

General de las Naciones Unidas sobre los ODM de 2015 sostiene la necesidad de coordinación y participación de los organismos nacionales en la supervisión (véase **Recuadro 3.5**). En segundo lugar, ¿pueden estos sistemas de datos e información funcionar juntos en el espacio y el tiempo? Es decir, ¿puede confiarse en ellos para que apoyen las discusiones sociales, económicas y políticas y, también, para resistir tiempos de transición? Tercero, ¿pueden ser auditados? ¿soportarán el escrutinio? En cuarto lugar, el conocimiento, las estadísticas y los datos son intrínsecamente políticos y pueden crear desafíos para los gobiernos respecto del discurso del conocimiento.

Desafíos subyacentes

Las principales brechas de datos, en todo el mundo y en todos los ámbitos medio ambientales, limitan nuestra capacidad para identificar tendencias y gestionar resultados no deseados. En muchos países, las estadísticas oficiales sobre el medio ambiente rara vez se generan, son de difícil acceso, están dispersas en diferentes instituciones y la presentación de informes es fragmentada (UNEP 2016). En muchos temas ambientales, la disponibilidad de datos está desequilibrada geográficamente, siendo más escasa en las zonas rurales y en los países en desarrollo. Los sistemas de vigilancia, desde lo mundial a lo regional, están fragmentados, carecen de cobertura y a menudo no se actualizan con regularidad (UNEP 2012, p.129), con lo cual existe una necesidad apremiante de crear una vigilancia periódica que se ajuste a las normas internacionales acordadas conjuntamente y cuya promulgación se optimiza mediante la cooperación internacional. También existe la necesidad de aumentar el intercambio de datos en un formato estandarizado, por ejemplo, para aquellos que se ajusten a las normas de intercambio electrónico de datos y metadatos estadísticos.

El informe de las Naciones Unidas sobre los ODS de 2016 explica que los requisitos de datos para los indicadores globales son casi tan sin precedentes como los propios ODS, y constituyen un reto para muchos países. El seguimiento del progreso de los ODS requerirá de la recopilación, el procesamiento, el análisis y la difusión de una cantidad sin precedentes de datos y estadísticas a nivel local, nacional, regional y mundial, incluidos aquellos procedentes de los sistemas estadísticos oficiales, así como de fuentes de datos nuevas e innovadoras (United Nations 2016b).

Aunque los sistemas de conocimiento a menudo atraviesan las fronteras nacionales, la creación, la custodia, la distribución y el uso del conocimiento se han asociado histórica y políticamente con los gobiernos. El conocimiento no existe en un vacío geopolítico, social o económico, y entonces ¿podrán estos nuevos sistemas contribuir a la toma de decisiones políticas y a la aceptación del desarrollo y la gestión del medio ambiente?

3.7.2 Información geoespacial

Los sistemas de vigilancia y previsión ambientales han ido creciendo rápidamente. Sin embargo, reunir la información de múltiples sistemas para generar estadísticas e indicadores sigue siendo un gran reto. El Grupo Mundial de Observaciones de la Tierra define esta metodología, por las observaciones de la superficie *(in situ)* y aquellas recogidas por aeronaves y teledetección, incluso desde satélites y otras misiones espaciales. Del mismo modo, un conjunto de datos recogidos para un propósito puede utilizarse a menudo para múltiples fines. Por ejemplo, la cobertura del suelo agrícola podría ser útil para comprender el riesgo de catástrofes naturales, examinar los procesos migratorios, la naturaleza de los asentamientos informales, las infraestructuras urbanas y su relación con la biodiversidad y los ecosistemas.

Las observaciones de la Tierra y la vigilancia del medio ambiente se están transformando gracias a la integración de datos administrativos de los organismos nacionales de estadística, incluidos los datos económicos y a las políticas de datos abiertos para las observaciones de la Tierra que benefician tanto a las economías emergentes como a los países desarrollados.

Las observaciones abiertas de la Tierra, la ciencia ciudadana, las redes sociales y el acceso a las plataformas digitales o al big data pueden estimular una transformación hacia un nuevo modelo de creación de datos que dé lugar a un conocimiento más inclusivo, social y sólido para la toma de decisiones, en el que haya una comprensión y un acceso más amplios al conocimiento relevante para las políticas.

Por ejemplo, el *primer Atlas del planeta humano* (Pesaresi *et al.* 2017), obtenido a partir de la Capa Global de Asentamientos Humanos (GHSL, por sus siglas en inglés), proporciona una fuente de información validada sobre dicho tipo de asentamientos, desde las aldeas hasta las megaciudades. Los datos de referencia, las métricas espaciales y los indicadores relacionados con la población y los asentamientos, desarrollados en el marco de la iniciativa Planeta Humano del Grupo de Observaciones de la Tierra, proporcionan a los usuarios una plataforma de datos de referencia para su seguimiento y análisis. El recurso GHSL es un ejemplo del potencial de los datos públicos para apoyar los análisis mundiales, nacionales y locales de los asentamientos humanos y, en particular, para apoyar las políticas y la adopción de decisiones. La Observación de la Tierra es esencial para la elaboración de modelos basados en pruebas sobre la exposición humana y física a la contaminación y a la degradación del medio ambiente, ejemplo este del monitoreo que se realiza a través de los acuerdos ambientales multilaterales; los desastres los cuales se registran en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres; el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas el cual se mide en el Convenio sobre la Diversidad Biológica; y el acceso humano a los recursos, evaluado por los ODS (European Commission 2018).

En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó *la iniciativa Transformar Nuestro Mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible,* un programa de desarrollo global que se utilizará para supervisar los avances en los aspectos económicos, sociales y medio ambientales de la sostenibilidad, tal y como se estipula en el artículo 76 (**Recuadro 3.5**) (A/RES/70/1).

Dentro del sistema de las Naciones Unidas organismos como el Grupo de Trabajo Interinstitucional de Expertos del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas (IAEG-SDG) y los organismos de custodia de las Naciones Unidas que lideran el desarrollo de metodologías de seguimiento, están examinando y, en algunos casos, preparándose para incorporar datos de observación de la Tierra y geoespaciales para apoyar los ODS, sus metas e indicadores. Un análisis realizado en 2016 por el Grupo de observaciones de la Tierra estimó que al menos 98 objetivos e indicadores podrían beneficiarse y usar datos de observaciones terrestres (United Nations 2016c). La comunidad mundial de observadores de la Tierra está plenamente comprometida y dispuesta a aportar su experiencia a todos los miembros de las Naciones Unidas, en particular a los países en desarrollo, con la creación de capacidades regionales y nacionales específicas.

Recuadro 3.5: Artículo 76 de la Agenda 2030

«Promoveremos el aumento, con transparencia y rendición de cuentas, de una cooperación adecuada entre los sectores público y privado para aprovechar una amplia gama de datos, incluidos los de observación de la Tierra e información geoespacial, garantizando al mismo tiempo que sean los propios países quienes se encarguen de apoyar y vigilar los progresos conseguidos».

– United Nations, General Assembly (2015)

3.8 Conclusión

Intersección entre género y el entorno socio - ambiental
Las diferencias en la exposición a los problemas y riesgos medio ambientales dan lugar a diferentes perspectivas para hombres y mujeres, reflejando así una reacción e interpretación desigual de las oportunidades de desarrollo y sostenibilidad. Teniendo en cuenta que el medio ambiente está conformado por una mezcla de identidades y normas sociales, es necesario mejorar la recopilación y reforzar el análisis de datos de alta calidad y oportunos desglosados por género, edad, raza y otras características en los contextos nacionales, para establecer una línea de referencia integral para el seguimiento y la evaluación. Estos datos deberían estar desglosados espacialmente y ser, geográficamente, sensibles para captar las variaciones locales.

Equidad e interacciones entre el ser humano y el medio ambiente
La recolección, desagregación y análisis de los datos de las comunidades más vulnerables continúa siendo un reto. Un mayor trabajo en esta esfera captaría mejor los problemas de desigualdad (United Nations 2012, p.12). La industria generalmente financia la investigación que ayuda a mejorar los procesos industriales y a aumentar el valor para los accionistas, mientras que los filántropos pueden abarcar una serie de asuntos que incluyen cuestiones de equidad. Es importante promover datos y conocimientos sobre cómo "superar los obstáculos a la participación política y social, al acceso a los servicios y a las políticas proactivas, a la comunicación social sostenida para influir en las normas sociales que perpetúan la discriminación y la exclusión" (United Nations 2012, p.9). Además, en términos geográficos, la concentración regional se presenta en los Estados Unidos de América, China, Japón y Alemania, los cuales en conjunto representan el 63% del gasto mundial en investigación y desarrollo, financiado en su mayoría por el sector empresarial (National Science Board 2016, pp. 41-46). Las empresas en tanto financiadoras de la investigación han superado la financiación gubernamental, lo que ha causado que la balanza se incline más hacia la investigación aplicada, que hacia la investigación básica (United States National Science Board 2016). Esta cuestión plantea la pregunta de quién se beneficia de la investigación y si se consigue un beneficio mayor con esta.

Medio ambiente y economía

La evaluación económica de los impactos ambientales implica la valoración global de las contribuciones de la naturaleza a la vida de las personas; la contabilización de las actividades económicas globales, la inversión y el comercio para las personas y el medio ambiente; y las extensas cuestiones institucionales que afectan la equidad y las operaciones de mercado. Los resultados concretos sobre sostenibilidad solo pueden obtenerse mediante un análisis sólido que abarque los factores ecológicos, sociales y culturales, y su interacción a largo plazo. La evaluación atribuye un valor monetario a los beneficios y costos ambientales, así como a las compensaciones y la competencia. El análisis económico del medio ambiente debe orientarse hacia un ámbito más amplio de los ODS, incluyendo la paz, la equidad y la seguridad. Los valores monetarios y no monetarios en relación con el medio ambiente y los recursos, así como los modelos que reflejan la economía de la naturaleza, solo pueden generarse a través de datos e información oportuna y fiable procedente de encuestas estadísticas y otras nuevas fuentes de datos, como el big data.

Medio ambiente y salud
Los entornos físicos y sociales combinados tienen una fuerte influencia, tanto directa como indirecta, en la salud y el bienestar humano. De esta forma, la medición de los vínculos entre la "exposición" y el "resultado", la evaluación de las relaciones causales y la exposición a las poblaciones necesitan bases estadísticas sólidas y muestras de gran tamaño (es decir, big data). Los retos a los que se enfrentan los estudios epidemiológicos son la protección de datos, la credibilidad y la disparidad cuando se utilizan bases de datos administrativas. Entre los avances recientes se encuentra el uso de big data para permitir la evaluación de las exposiciones ambientales a largo plazo. Es necesario explorar el uso de otras fuentes de información para validar los efectos a largo plazo de las actividades humanas y las alteraciones naturales, como el cambio climático sobre la salud, con el uso de nuevas formas de datos y conocimientos, es decir, ciencia ciudadana y conocimientos tradicionales.

3.8.1 Mejores datos para un mejor planeta y una vida mejor

La Agenda 2030 de las Naciones Unidas sirve de marco global para evaluar el desarrollo económico, social y medio ambiental, centrándose en la construcción de un planeta más saludable y en el fomento de una vida mejor a través del compromiso nacional y las alianzas. Monitorear el progreso de los ODS requiere cambios en la recopilación, el análisis y la difusión de datos, incluido el uso de estadísticas medio ambientales, datos geoespaciales, observación de la Tierra y nuevas fuentes de datos, es decir, ciencia ciudadana, big data y conocimiento tradicional.

Un enfoque nuevo e innovador de los sistemas de datos y conocimientos, centrado en la recopilación de información empírica, es esencial para alcanzar el prometedor marco de los ODS. Sin embargo, se calcula que el seguimiento de todo el marco de los ODS durante el periodo 2016-2030 costará alrededor de un cuarto de billón de dólares (Jerven 2014). Por tanto, además de mejorar los sistemas de datos, es necesario establecer prioridades para orientar su recolección y mejorar la eficiencia.

El cambio ambiental es difícil de medir y más aún sus efectos, especialmente, la identificación de sus causas. Es fundamental dejar de centrarse únicamente en las dimensiones físicas y empezar a incluir la orientación social, el valor económico y las repercusiones en la salud y el bienestar. Este es incluso un reto para los sistemas estadísticos bien desarrollados.

Referencias

Adams, S., Lin, J., Brown, D., Shriver, C.D. y Zhu, K. (2016). Ultraviolet radiation exposure and the Pesaresi, M., Ehrlich, D., Kemper, T., Siragusa, A., Florczyk, A., Freire, S. *et al.* (2017). *Atlas of the Human*

incidence of oral, pharyngeal and cervical cancer and melanoma: An analysis of the SEER data. *Anticancer research* 36(1), 233-238. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26722048.

Agnew, D.J., Pearce, J., Pramod, G., Peatman, T., Watson, R., Beddington, J.R. *et al* (2009). Estimating the worldwide extent of illegal fishing. *PLoS ONE* 4(2), e4570. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004570

Bennett, K., Bilak, A., Bullock, N., Cakaj, L., Clarey, M., Desai, B. *et al.* (2017). *Global Report on Internal Displacement.* International Displacement Monitoring Centre and Norwegian Refugee Council. http://www.internal-displacement.org/global-report/grid2017/pdfs/2017-GRID.pdf.

Brauer, M., Freedman, G., Frostad, J., van Donkelaar, A., Martin, R.V., Dentener, F. *et al.* (2016). Ambient air pollution exposure estimation for the global burden of disease 2013. *Environmental Science & Technology* 50(1), 79–88. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03709.

Costello, M.J., Wilson, S. y Houlding, B. (2012). Predicting total global species richness using rates of species description and estimates of taxonomic effort. *Systematic Biology* 61(5). https://doi.org/10.1093/sysbio/syr080.

Doherty, T.S., Glen, A.S., Nimmo, D.G., Ritchie, E.G. y Dickman, C.R. (2016). Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(40), 11261-11265. https://doi.org/10.1073/pnas.1602480113.

Ehrenstein, V., Nielsen, H., Pedersen, A.B., Johnsen, S.P. y Pedersen, L. (2017). Clinical epidemiology in the era of big data: New opportunities, familiar challenges. *Clinical epidemiology* 9, 245-250. https://doi.org/10.2147/CLEPS129779.

European Commission (2018). *GHSL - Global Human Settlement Layer*. http://ghsl.jrc.ec.europa.eu/.
Ferrant, G., Pesando, L.M. y Nowacka, K. (2014). *Unpaid Care Work: The Missing Link in the Analysis of Gender Gaps in Labour Outcomes.* Centro de Desarrollo de la OCDE. Paris: Organisation

for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/dev/development-gender/Unpaid_care_work.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *What is the GLRD?* http://www.fao.org/gender-landrights-database/background/en/.

Friel, S. y Marmot, M.G. (2011). Action on the social determinants of health and health inequities goes global. *Annual review of public health* 32, 225-236. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031210-101220.

GBD 2016 Causes of Death Collaborators (2017). Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Global Health Metrics* 390(10100), 1151-1210. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32152-9.

GBD 2016 DALYs y HALE Collaborators (2017). Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Global Health Metrics* 390(10100), 1260-1344. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32130-X.

Global Biodiversity Information Facility (2018). *Free and open access to biodiversity data*. https://www.gbif.org/.

Hartwick, J.M. (1977). Intergenerational equity and the investment of rents from exhaustible resources. *American Economic Review* 67(5), 972-974. https://www.jstor.org/stable/1828079.

Hin, S. (2007). *Counting Romans.* Princeton/Stanford Working Papers in Classic Stanford University. https://www.princeton.edu/~pswpc/pdfs/hin/110703.pdf.

Hin, S. (2007). *Counting Romans.* Princeton/Stanford Working Papers in Classic Stanford University. https://www.princeton.edu/~pswpc/pdfs/hin/110703.pdf.

Hosein, F.N., Austin, N., Maharaj, S., Johnson, W., Rostant, L., Ramdass, A.C. *et al* (2017). Utility of DNA barcoding to identify rare endemic vascular plant species in Trinidad. *Ecology and Evolution* 7(18), 7311–7333. https://doi.org/10.1002/ece3.3220.

Jerven, M. (2014). *Data for Development Assessment Paper: Benefits and Costs of the Data for Development Targets for the Post-2015 Development Agenda.* Copenhagen Consensus Center. https://www.copenhagenconsensus.com/sites/default/files/data_assessment_-_jerven.pdf.

Klompmaker, J.O., Hoek, G., Bloemsma, L.D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A.H. *et al.* (2018). Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental research* 160, 531-540. https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.027.

Korda, R.J., Clements, M.S., Armstrong, B., K., Di Law, H., Guiver, T., Anderson, P.R. *et al.* (2017). Risk of cancer associated with residential exposure to asbestos insulation: A whole-population cohort study. *The Lancet Public Health* 2(11), e522-e528. https://doi.org/10.1016/S2468-2667(17)30192-5.

Lawford, R., Strauch, A., Toll, D., Fekete, B. y Cripe, D. (2013). Earth observations for global water security. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(6), 633–643. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.009

Lemmens, R., Lungo, J., Georgiadou, Y. y Verplanke, J. (2017). Monitoring rural water points in Tanzania with mobile phones: The evolution of the SEMA App. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6(10), 316. https://doi.org/10.3390/ijgi6100316.

Liebenberg, L., Steventon, L., Benadie, K. y Minye, J. (1999). Rhino tracking with the CyberTracker field computer. *Pachyderm* 27, 59-61. https://www.iucn.org/backup_iucn/cmsdata.iucn.org/downloads/pachy27.pdf#page=60.

McCarter, J., Gavin, M.C., Baereleo, S. y Love, M. (2014). The challenges of maintaining indigenous ecological knowledge. *Ecology and Society* 19(3), 39. http://dx.doi.org/10.5751/ES-06741-190339.

McMichael, A.J., Butler, C.D. y Folke, C. (2003). New visions for addressing sustainability. *Science*

302(5652), 1919-1920. https://doi.org/10.1126/science.1090001.

McMichael, C., Barnett, J. y McMichael, A.J. (2012). An ill wind? climate change, migration, and health. *Environmental health perspectives* 120(5), 646–654. https://doi.org/10.1289/ehp.1104375.

Miranda, A.I., Ferreira, J., Silveira, C., Relvas, H., Duque, L., Roebeling, P. *et al.* (2016). A cost-efficiency and health benefit approach to improve urban air quality. *Science of the Total Environment* 569-570, 342-351. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.102.

Mora, C., Tittensor, D.P., ADL, S., Simpson, A.G.B. y Worm, B. (2011). ¿Cuántas especies hay en la tierra y en el océano? *PLoS Biology* 9(8), e1001127. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2015). *Strengthening National Statistical Systems to Monitor Global Goals.* OECD and Post-2015 Reflections: Element 5, Paper 1. Paris. https://www.oecd.org/dac/POST-2015%20P21.pdf.

Overdevest, C., Orr, C.H. y Stepenuck, K. (2004). Volunteer stream monitoring and local participation in natural resource issues. *Human Ecology Review* 11(2), 177-185. https://www.humanecologyreview.org/pastissues/her112/overdevestorrstepenuck.pdf.

Planet: Global Exposure to Natural Hazards. European Union. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106292/atlas2017_online.pdf.

Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Neville, T., Bos, R. y Neira, M. (2017). Diseases due to unhealthy environments: An updated estimate of the global burden of disease attributable to environmental determinants of health. *Journal of public health* 39(3), 464-475. https://doi.org/10.1093/pubmed/fdw085.

Salzmann, N., Huggel, C., Rohrer, M. y Stoffel, M. (2014). Data and knowledge gaps in glacier, snow and related runoff research – A climate change adaptation perspective. *Journal of Hydrology* 518, 225–234. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.058.

Scheffers, B.R., Joppa, L.N., Pimm, S.L. y Laurance, W.F. (2012). What we know and don't know about Earth's missing biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution* 27(9), 501-510. https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.05.008.

Schulte-Uebbing, L., Hansen, G., Hernandez, A.M. y Winter, M. (2015). Chapter scientists in the IPCC AR5—experience and lessons learned. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 250-256. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.06.012.

Seager, J. (2014). *Background and Methodology for Gender Global Environmental Outlook*. Nairobi: United Nations Environment Programme. https://web.unep.org/sites/default/files/ggeo/documents/GGEO_Multi-stakehoder_consultation_Background_document_final.pdf.

Siebenhüner, B. (2006). Administrator of global biodiversity: The secretariat of the convention on biological diversity. *Biodiversity and Conservation* 16(1), 259–274. https://doi.org/10.1007/s10531-006-9043-8.

Solow, R.M. (1974). Intergenerational equity and exhaustible resources. *The Review of Economic Studies* 41(5), 29-46. https://doi.org/10.2307/2296370.

Stevens, M., Vitos, M., Altenbuchner, J., Conquest, G., Lewis, J. y Haklay, M. (2014). Taking participatory citizen science to extremes. *IEEE Pervasive Computing* 13(2). https://doi.org/10.1109/MPRV.2014.37.

Stone, R. (1947). *Measurement of national income and the construction of social accounts: Report of the Sub-committee on National Income Statistics of the League of Nations Committee of Statistical Experts.* United Nations. http://www.worldcat.org/title/measurement-of-national-income-and-the-construction-of-social-accounts-report/oclc/610219052?referer=di&ht=edition.

Sustainable Development Solutions Network (2017). *Counting on the World: Building Modern Data Systems for Sustainable Development.* New York, NY. http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2017/09/sdsn-trends-counting-on-the-world-1.pdf.

Sutherland, W.J., Gardner, T.A., Haider, L.J. y Dicks, L.V. (2014). ¿Cómo se pueden incorporar eficazmente los conocimientos locales y tradicionales en las evaluaciones internacionales? *Oryx* 48(1), 1-2. https://doi.org/10.1017/S0030605313001543.

Tengö, M., Malmer, P., Brondizio, E., Elmqvist, T. y Spierenburg, M. (2013). *The Multiple Evidence Base as a Framework for Connecting Diverse Knowledge Systems in the IPBES.* Stockholm: Stockholm Resilience Centre. http://www.stockholmresilience.org/download/18.416c425f13e06f977b11277/Multiple+Evidence+Base+for+IPBES+2013-06-05.pdf.

United Nations (1993). *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting.* New York, NY. http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_61E.pdf.

United Nations (2012). *Addressing Inequalities: The Heart of the Post-2015 Agenda and the Future We Want for All.* http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/Think%20Pieces/10_inequalities.pdf.

United Nations (2014). *System of Environmental-Economic Accounting 2012: Central Framework.* New York, NY. https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea_cf_final_en.pdf.

United Nations, General Assembly (2015). *70/1. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015.* 21 October. A/RES/70/1. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E.

United Nations (2015a). *The Millennium Development Goals Report.* New York, NY. http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf.

United Nations (2015b). *World's Women 2015: Trends and Statistics.* https://unstats.un.org/unsd/gender/downloads/worldswomen2015_report.pdf.

United Nations (2016a). *World Economic and Social Survey 2014/2015.* New York, NY. http://www.un.org/en/development/desa/policy/wess/wess_archive/2015wess_full_en.pdf.

United Nations (2016b). *Sustainable Development Goals Report 2016.* New York, NY. http://unstats.un.org/sdgs/report/2016/.

United Nations (2016c). Geospatial information and earth observations: Supporting official statistics in monitoring the SDGs. *47th Session of the United Nations Statistical Commission Statistical-Geospatial Integration Forum*. New York, NY, 7 March. United Nations Statistical Commission https://www.fgdc.gov/organization/working-groups-subcommittees/unggim-wg/unggim-meeting-march-2016.pdf

United Nations (2017a). Report of the Inter-Secretariat Working Group on National Accounts: Supplement to the Report of the Inter-Secretariat Working Group on National Accounts. https://unstats.un.org/unsd/statcom/48th-session/documents/BG-NationalAccounts-Supplement-E.pdf

United Nations (2017b). *Report of the Inter-agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators.* https://unstats.un.org/unsd/statcom/48th-session/documents/2017-2-IAEG-SDGs-E.pdf.

United Nations (2018). *Tier Classification for Global SDG Indicators*. https://unstats.un.org/sdgs/files/Tier%20Classification%20of%20SDG%20Indicators_11%20May%202018_web.pdf.

United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development and World Bank (2003). *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003.* http://unstats.un.org/unsd/EconStatKB/Attachment60.aspx?AttachmentType=1.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2014). *Water and gender*. http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/water-and-gender/.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2015). *UNESCO Science Report: Towards 2030.* Institutions and Economies. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002354/235406e.pdf.

United Nations Environment Programme (2012). *Global Environment Outlook-5: Environment for the Future We Want.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/GEO5_report_full_en.pdf?isAllowed=y&sequence=5.

United Nations Environment Programme (2016). *Global Gender and Environment Outlook*. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14764/Gender_and_environment_outlook_HIGH_res.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2017). *Guidelines for Conducting Integrated Environmental Assessment* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/16775/IEA_Guidelines_Living_Document_v2.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United States National Science Board (2016). Research and development: National trends and international comparisons. In Science *and Engineering Indicators.* Arlington, VA: National Science Foundation. chapter 4. https://www.nsf.gov/statistics/2016/nsb20161/uploads/1/7/chapter-4.pdf.

United States National Science Foundation (2017). *Federal funds for research and development*. http://www.nsf.gov/statistics/fedfunds/.

Vanoli, A. (2005). *National Accounting at the beginning of the 21st century: Where from? Where to?* European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/p1-national_accounting_at_the_beginning_of_the_21st_century.pdf.

White, R. (ed.) (2017). *Transnational Environmental Crime*. London: Routledge. https://www.taylorfrancis.com/books/9781409447856.

World Bank (2002). *Building Statistical Capacity to Monitor Development Progress.* Washington, D.C. http://siteresources.worldbank.org/SCBINTRANET/Resources/Building_Statistical_Capacity_to_Monitor_Development_Progress.pdf.

World Health Organization (2018). *Global Health Observatory (GHO) Data: Mortality and Global Health Estimates*. http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/en/.

Yesson, C., Brewer, P.W., Sutton, T., Caithness, N., Pahwa, J.S., Burgess, M. *et al.* (2007). How global is the global biodiversity information facility? *PLoS ONE* 2(11), e1124. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001124

Capítulo 4

Temas transversales



© Shutterstock/Donatas Dabravolskas

Autores coordinadores principales: Shanna N. McClain (Environmental Law Institute), Catherine P. McMullen (Stockholm Environment Institute – Asia)

Autores principales: Babatunde Joseph Abiodun (University of Cape Town), Giovanna Armiento (Italian National Agency for New Technologies, Energy and Economic Sustainable Development), Rob Bailey (Chatham House –The Royal Institute of International Affairs), Rajasekhar Balasubramanian (National University of Singapore), Ricardo Barra (University of Concepción), Kathryn Jennifer Bowen (Australian National University), John Crump (Grid-Arendal), Irene Dankelman (Radboud University), Kari DePryck (Sciences Po University), Riyanti Djalante (United Nations University), Monica Dutta (The Energy Research Institute), Francois Gemenne (Université de Liège), Linda Godfrey (Council of Scientific & Industrial Research, South Africa), James Grellier (University of Exeter), Maha Halalsheh (University of Jordan), Fintan Hurley (Institute of Occupational Medicine), Maria Jesus Iraola (University of Uruguay), Richard King (Chatham House – The Royal Institute of International Affairs), Andrei Kirilenko (University of Florida), Shi Lei (Tsinghua University), Peter Lemke (Alfred-Wegener-Institut), Daniela Liggett (University of Canterbury), Robyn Lucas (National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University), Oswaldo dos Santos Lucon (Sao Paulo State Environment Secretariat), Katrina Lyne (James Cook University), Diego Martino (AAE Asesoramiento Ambiental Estratégico and ORT University), Ritu Mathur (TERI), Emma Gaalaas Mullaney (Bucknell University), Leisa N. Perch (SAEDI Consulting), Marco Rieckmann (University of Vechta), Fülöp Sándor (National University of Public Services), Atilio Savino (ARS), Heinz Schandl (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation [CSIRO]), Joeri Scholtens (University of Amsterdam), Patricia Nayna Schwerdtle (Monash University), Joni Seager (Bentley University), Frank Thomalla (Stockholm Environment Institute – Asia), Laura Wellesley (Chatham House – The Royal Institute of International Affairs), Caradee Y. Wright (Medical Research Council of South Africa), Dimitri Alexis Zenghelis (London School of Economics), Caroline Zickgraf (Université de Liège)

Resumen ejecutivo

La contaminación ambiental sigue siendo una fuente importante de daños para la salud del planeta (*bien establecido*), **para la salud humana** (*bien establecido*), **para la equidad** (*bien establecido*) **y para la sostenibilidad económica** (*establecido, pero incompleto*). Sin embargo, los riesgos son sistémicos y de gran alcance. Entre estos se incluyen el cambio climático, la pérdida de ecosistemas y biodiversidad, los daños a la fauna silvestre, el cambio sistémico y otros problemas importantes. El desarrollo sostenible será posible si "Planeta Sano, Gente Sana" se convierte en el eje central de nuestra comprensión sobre lo que es el verdadero progreso. Las soluciones deben basarse en evidencia empírica y ser sistémicas, combatiendo las fuentes de contaminación, buscando co-beneficios y controlando las consecuencias no deseadas. {4.2.1}

El número de personas afectadas por catástrofes ambientales, tanto de aparición lenta como repentina, está aumentando debido a los efectos combinados de múltiples fuerzas motrices que interactúan entre sí (*bien establecido*). Entre estas fuerzas se encuentran el cambio climático y la degradación del medio ambiente, la pobreza y la desigualdad social, el cambio demográfico y los patrones de asentamiento, el aumento de la densidad demográfica en las zonas urbanas, la urbanización no planificada, el uso insostenible de los recursos naturales, la debilidad de los acuerdos y políticas institucionales que no tienen en cuenta el riesgo de desastres. Las catástrofes socavan la seguridad y el bienestar de los seres humanos, provocando pérdidas y daños en los ecosistemas, los bienes, las infraestructuras, los medios de subsistencia, las economías y los lugares de importancia cultural, al tiempo que obligan a millones de personas cada año a abandonar sus hogares. {4.2.2}

La igualdad de género y el empoderamiento de la mujer son multiplicadores de sostenibilidad (*bien establecido*). Garantizar la representación equitativa de género en las evaluaciones ambientales, la gestión de los recursos y la toma de decisiones en materia de medio ambiente asegurar la integración de diversas experiencias y sistemas de conocimiento sobre el medio ambiente, un mejoramiento en la conservación de los ecosistemas y el uso sostenible de los recursos naturales. De esta manera, aumentar la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer ayudará a lograr la dimensión ambiental de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). {4.2.3}

El mundo ha sido testigo de progresos significativos con la implementación de la Educación para el Desarrollo Sostenible (ESD, por sus siglas en inglés) en todos los sectores educativos (*bien establecido*). Sin embargo, todavía es Necesaria su intensificación para incluirla como elemento central en las estructuras de los sistemas educativos de todo el mundo y, con ello, el logro de los ODS. Complementariamente, son necesarias las políticas que eliminen las barreras económicas y de género para acceder a la educación. {4.2.4}

Las huellas urbanas tienen ramificaciones transfronterizas (*bien establecido*). La magnitud, la escala y el alcance de la urbanización contemporánea es ahora tan grande que está afectando los flujos de recursos globales y los ciclos planetarios. Al mismo tiempo, el actual proceso de urbanización y sus perspectivas no solo representan un desafío, sino también una oportunidad para mejorar el bienestar humano con posibles efectos ambientales per cápita y por unidades de producción cada vez menores. {4.2.5}

El cambio climático es una de las cuestiones más acuciantes que afecta a los sistemas naturales (*bien establecido*) **y a los humanos** (*establecido, pero incompletos*) **(ODS 13).** La evidencia del actual cambio climático global es inequívoca. A nivel mundial, la temperatura media de la superficie ha aumentado aproximadamente 1,0°C desde el periodo 1850-1879. Si el ritmo actual de emisión de gases de efecto invernadero persiste, para el año 2040 el calentamiento superará los 1,5°C. Ocho de los diez años más cálidos registrados se han producido en la última década. Los impactos del cambio climático abarcan mucho más que el aumento de la temperatura, pues afectan la disponibilidad de agua, los ecosistemas, la demanda y la producción de energía, el transporte y otros sectores. Los cambios en los patrones climáticos; los fenómenos climáticos extremos como, por ejemplo, las olas de calor y las sequías; y, las perturbaciones ambientales, como la pérdida de cosechas, suponen mayores riesgos para la salud y el bienestar de las personas, así como para los medios de subsistencia, especialmente, entre los grupos más pobres y vulnerables. {4.3.1}

Las observaciones actuales y la experimentación con modelos climáticos indican que el aumento de las temperaturas de la superficie polar supera el doble del aumento medio de la temperatura global (*bien establecido*). Este calentamiento amplificado tiene efecto cascada sobre otros componentes del sistema climático polar, con el retroceso del hielo marino en el Ártico; el deshielo del permafrost; la disminución de la extensión de la capa de nieve; la decadencia de las capas de hielo y su continua pérdida de masa, de las plataformas de hielo y de los glaciares de montaña, lo que contribuye sustancialmente al aumento del nivel del mar. {4.3.2}

La sociedad moderna está viviendo la era de mayor intensidad química de la historia de la humanidad, el ritmo de producción de nuevas sustancias químicas supera ampliamente la capacidad de evaluar plenamente los potenciales impactos adversos que tiene sobre la salud humana y los ecosistemas (*bien establecido*). Los riesgos para la salud humana y la integridad de los ecosistemas producidos por los efectos combinados de ciertas sustancias químicas y productos utilizados actualmente, dada su presencia en el medio ambiente como una mezcla compleja, incluso en zonas remotas, son poco conocidos y necesitan una mayor evaluación. Se necesitan normas, evaluaciones y controles, así como la responsabilización de la industria y de los consumidores, de informarse y sustituir el uso de sustancias químicas con una preocupación mundial, por alternativas más seguras. El objetivo de la química verde y sostenible es lograr el diseño, la producción, el uso y la eliminación de productos químicos a lo largo de su ciclo de vida, teniendo en cuenta las tres dimensiones del desarrollo sostenible. {4.3.3}

La eliminación y el vertido de residuos en los entornos receptores tienen un impacto negativo en el ecosistema y en la salud humana (*bien establecido*). Entre los problemas que mayor preocupación suscitan a nivel mundial se encuentran: el aumento de la distribución y el impacto de los desechos marinos, en particular del plástico en los océanos del mundo; la pérdida y el desperdicio de, aproximadamente, un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano; y, el aumento del tráfico de residuos de los países desarrollados a los países en desarrollo. Mientras los países desarrollados se encaminan hacia una menor generación de residuos y una mayor eficiencia en el uso de estos, los países en desarrollo se enfrentan a problemas básicos de gestión como, por ejemplo, el vertido incontrolado, la quema al aire libre y el acceso inadecuado a los servicios de residuos. {4.3.4}

El uso de los recursos y los impactos ambientales de su extracción y uso son cada vez mayores, a pesar de su gran potencial de eficiencia producto de la economía circular y de los enfoques de consumo y producción sostenibles (*bien*

establecidos)**.** Desde el año 2000, el uso mundial de los recursos se ha acelerado, alcanzando para el año 2017, los 90 mil millones de toneladas. De ahí se ha identificado que los países de ingresos altos consumen diez veces más recursos que aquellos países con bajos ingresos. Igualmente, la eficiencia de los recursos se ha estancado y el impacto medio ambiental proveniente de su uso ha crecido a un ritmo proporcional. Aun así, hay muchas oportunidades económicamente atractivas para incrementar la eficiencia de los recursos a corto plazo, y a medio y largo plazo la eficiencia de estos crea mejores resultados económicos en comparación con el *statu quo.* Así, hay considerables co-beneficios derivados de la mejora en la eficiencia de los recursos para la mitigación del impacto climático {4.4.1}.

Sumado a las mejoras en la eficiencia, la transición hacia fuentes de energía con bajas emisiones de carbono se ha acelerado a nivel mundial en la última década, pero aún no es suficiente para alcanzar el objetivo de 2°C del Acuerdo de París (*bien establecido*), lo que justifica una acción más audaz en términos de innovación tecnológica. Mientras tanto, el acceso de miles de millones de personas de muy bajos recursos a la electricidad y a otros servicios energéticos modernos sigue siendo un desafío. {4.4.2}

El sistema alimentario está aumentando las presiones en los ecosistemas y el clima, desde lo local a lo global *(bien establecido)*. La agricultura es la actividad humana más expansiva del mundo y la principal usuaria de agua dulce. La producción de alimentos es el principal motor de la pérdida de biodiversidad, uno de los principales contaminantes del aire, del agua dulce y del agua de mar, una de las principales fuentes de degradación del suelo y una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero. Los cambios en los patrones de consumo están incrementando estas presiones y presentando nuevos retos en materia de seguridad alimentaria, lo cual se traduce en malnutrición, así como también en sobrealimentación y desnutrición. El cambio climático, la escasez de recursos naturales y las tendencias demográficas sugieren que el reto de producir y distribuir alimentos nutritivos y sostenibles para todos sigue aumentando y requerirá cambios significativos en su producción y consumo. {4.4.3}

4.1 Introducción

A medida que se desarrolla la comprensión de la interdependencia entre un planeta sano y personas sanas, las cuestiones complejas que atraviesan los sistemas y las sociedades adquieren una nueva importancia. Más allá de los temas tradicionales propuestos por el informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO) relacionados con el aire, la biodiversidad, los océanos, la tierra y el agua dulce, esta evaluación aborda cuestiones transversales que merecen un examen más profundo. Mediante el uso de un enfoque sistémico, estos temas transversales ofrecen puntos de inicio para analizar los temas del GEO-6, así como para comprender la red de interconexiones en todos los sistemas terrestres y humanos. Estos temas transversales se agrupan según ciertas características que comparten: bajo el título "personas y medios de subsistencia" se agrupan los temas de salud, desastres ambientales, cuestiones de género, educación y urbanización; el cambio climático, las regiones polares y de montaña, los productos químicos, los residuos y las aguas residuales se agrupan bajo el título "entornos cambiantes"; y, el uso de recursos, la energía y los sistemas alimentarios se agrupan bajo la denominación "recursos y materiales". Si bien cada uno ofrece un punto de partida útil para los temas del GEO-6, es importante discutir el estado del medio ambiente y el contexto político de cada uno de ellos.

Dado que las deficiencias de nuestro enfoque tradicional basado en problemas para la realización de evaluaciones ambientales limitan nuestra capacidad de considerar vías verdaderamente transformadoras, es esencial adoptar enfoques transversales y más integrados que, en última instancia, deben desplazar a los basados en análisis de un solo tema. Por lo tanto, este capítulo introduce un nuevo enfoque en el proceso de evaluación del GEO a través de un análisis de temas transversales seleccionados que ilustran la urgente necesidad de contar con respuestas políticas más integradas y transformadoras. Dada la dimensión mundial de la evaluación del GEO-6, el capítulo solo puede abordar algunas cuestiones transversales, hilos conductores e influencias entre la miríada de combinaciones posibles. Los temas intersectoriales seleccionados para esta evaluación se eligieron debido a su estrecha alineación con los ODS y al hecho de que el alcance y la influencia de estas diferentes cuestiones varían drásticamente dependiendo del tiempo, la magnitud y la región.

Dadas las evidentes intersecciones entre estas cuestiones transversales, una serie de temas surgieron con respecto a la adopción de una perspectiva de 'Planeta Sano, Gente Sana'. Este capítulo aborda la salud ambiental, las consecuencias de la contaminación de todo tipo para la salud humana, los efectos del cambio climático, las catástrofes ambientales y el consumo insostenible de los recursos naturales, así como los efectos a largo plazo para la salud de los cambios de vida rápidos e intensos, de los medios de subsistencia y del medio ambiente, lo cual requiere un enfoque más amplio.

Las implicaciones políticas que conlleva el tratamiento de estas cuestiones transversales convergen en cuatro sistemas humanos y económicos concretos que podrían lograr la transformación necesaria hacia un planeta sano capaz de mantener gente sana. Las contribuciones de los 12 equipos temáticos, incluidas las opiniones de al menos 50 especialistas de todo el mundo, se convirtieron en estudios sistémicos sobre la adaptación al cambio climático, la alimentación sostenible, los sistemas de energía limpia y una economía más circular. Los productos de estos esfuerzos colaborativos se presentan en el Capítulo 17 (Parte B) de este informe.

4.2 Gente y medios de subsistencia

4.2.1 Salud

La comunidad dedicada a la salud pública cuenta con dos formas de plasmar el complejo entramado de relaciones existentes entre un planeta sano y una población sana, siendo esto fundamental para el GEO-6. Una forma es definir la salud humana de forma inclusiva como "un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solo como una ausencia de afecciones o enfermedades" (World Health Organization [WHO] 1948), y luego utilizar "bienestar" (Glatzer *et al.* 2015; Maggino 2015) junto con "salud" para incorporar las dimensiones psicológica, emocional y social. La segunda vía se centra en los determinantes de la salud. Este reconoce que la salud humana está mediada por múltiples factores del entorno natural, social y urbanizado, incluidos nuestros sentidos de equidad y seguridad, así como el acceso equitativo a los recursos ambientales y el contacto humano con la naturaleza (WHO 2008). Por lo tanto, si bien la salud humana es el enfoque directo del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 3, esta complejidad termina por vincular a la salud y el bienestar directa e indirectamente con todos los ODS (véase, por ejemplo, la Sección 20.3.1) y a problemáticas de todo el GEO-6, incluyendo los capítulos temáticos y otros temas transversales.

Buse *et al.* (2018) identificaron seis marcos desarrollados desde finales del siglo XX para mostrar y tratar los siguientes aspectos: ecología política de la salud, justicia ambiental, Ecosalud, Una Salud, Salud Pública Ecológica y Salud Planetaria. Estos marcos representan un cambio hacia una comprensión más sofisticada de los vínculos implícitos, complejos y sistémicos entre la salud y el bienestar humano y el entorno natural. Se basan en una tradición más antigua (de mediados del siglo XIX), de "salud ocupacional y ambiental". Esto es más limitado (por ejemplo, Ayres *et al.* eds. 2010) que los marcos más recientes de dos maneras: en primer lugar, la salud suele interpretarse como el riesgo de muerte y enfermedad, denominados mortalidad y morbilidad, y no como la salud y el bienestar en un sentido más integral; en segundo lugar, se centra en las esferas física, química y biológica, en lugar de hacerlo en los determinantes sociales de la salud.

Dentro de este marco tradicional, pero estrecho de contaminación y enfermedad, este informe muestra numerosos ejemplos de cómo la salud se ve perjudicada por los cambios ambientales, como la contaminación del aire, el agua y la tierra; las olas de calor, las inundaciones y otros fenómenos extremos meteorológicos; los productos químicos tóxicos; los patógenos; la radiación ultravioleta y otras radiaciones; la desertificación; la reducción de la biodiversidad; la fusión del hielo polar; y la destrucción de los arrecifes de coral. En general, "los sistemas naturales se están degradando hasta un punto sin precedentes en la historia de la humanidad" (Whitmee *et al.* 2015, p.1.974) y los daños a la salud humana ya son graves. Por ejemplo, la Comisión Lancet sobre contaminación y salud (Landrigan *et al.* 2017) estimó que las enfermedades causadas por la contaminación ambiental causaron 9 millones de muertes prematuras en 2015. Los mayores efectos provienen de la exposición a la contaminación del aire exterior e interior, que en conjunto causaron 6,4 millones de muertes en 2015 (Cohen *et al.* 2017). En general, la incidencia de las enfermedades no transmisibles está aumentando en todo el mundo y seguirá viéndose afectada por el estado del medio ambiente en relación con la contaminación, la dieta y la (in)actividad física. Sin embargo, la salud humana depende de mucho más que un planeta sano.

Del mismo modo, Prüss-Ustün *et al.* (2016) estimaron que en 2012 los factores de riesgo ambientales modificables para la salud causaron 12,6 millones de muertes en todo el mundo, lo que representa el 23% (13-34%, intervalo de confianza [IC] del 95%) de todas las muertes. Estos impactos son importantes y, sin embargo, demuestran que, incluso si fuera conveniente y factible lograr un planeta sano y sostenible sin abordar los problemas socioeconómicos y los determinantes asociados a la salud, la humanidad seguiría estando muy lejos del objetivo "gente sana" (véase también la Sección 20.3.1).

Las presiones ambientales y sus efectos sobre la salud y el bienestar no están distribuidos equitativamente, ya que recaen en grupos de por sí vulnerables o desfavorecidos, como los jóvenes y los ancianos, las mujeres, las personas de escasos recursos, las personas con enfermedades crónicas, los pueblos indígenas y las personas víctimas del racismo (Solomon *et al.* 2016; Landrigan *et al.* 2017, pp. 27-31). Por ejemplo, los alimentos y el agua contaminados pueden causar enfermedades diarreicas (Mills y Cumming 2016), siendo los niños menores de cinco años en el África subsahariana y el Asia meridional los más afectados (Walker *et al.* 2013; Prüss-Ustün *et al.* 2014). El ODS 3 señala que cuatro de cada cinco muertes de niños menores de cinco años ocurren en estas regiones.

Entre los nuevos retos, los cuales pueden contrarrestarse con investigaciones científicas pertinentes y sólidas, se encuentran el aumento de la resistencia de los agentes patógenos a los antibióticos, usados o que se utilizan (resistencia antimicrobiana), en gran medida en la agricultura y la acuicultura (Finley *et al.* 2013; Wallinga, Rayner y Lang 2015). La gran cantidad de productos químicos industriales (aunque no todos son de uso generalizado) que desafían nuestra capacidad de probar de manera significativa sus posibles impactos en la salud ambiental y humana, incluso para las generaciones futuras (The American Society of Human Genetics *et al.* 2011; Sharma *et al.* 2014; Landrigan *et al.* 2017). El efecto acumulativo, tanto social como ambiental, de múltiples exposiciones, incluidas las mezclas químicas (Solomon *et al.* 2016). La aparición y reaparición de infecciones originadas en aves y animales (Ostfeld 2009; Lindahl y Grace 2015; Hassell *et al.* 2017). El aumento de la inactividad física asociado a las nuevas tecnologías laborales y de ocio; y otros, incluidos algunos cuyos efectos para la salud humana no están claros en la actualidad, por ejemplo, la presencia de microplásticos en peces y recursos biológicos marinos.

Las respuestas para la degradación de los sistemas naturales, incluida la gestión de la contaminación ambiental desde sus fuentes, deben tener en cuenta las complejas interacciones entre el planeta y la salud (Whitmee *et al.* 2015) y considerar la relación entre medio ambiente-salud como un sistema complejo, en busca de beneficios conjuntos (Haines, 2017) y, en lo posible, que evita concesiones o situaciones donde unos ganan y otros pierden, o aquellas que tienen consecuencias adversas indeseadas (von Schneidemesser *et al.* 2015). En la actualidad existen muchos ejemplos de co-beneficios para la salud, especialmente de reducciones de gases de efecto invernadero (Chang *et al.* 2017; Quam *et al.* 2017; Deng *et al.* 2018). Por ejemplo, el proceso de transición hacia una energía más limpia mejora la calidad del aire y ralentiza los efectos del cambio climático, lo cual beneficia, enormemente, la salud y el bienestar (Smith *et al.* 2014a; Haines 2017; véase también la Sección 4.2.1). Los desplazamientos activos, como caminar y montar en bicicleta, pueden tener múltiples beneficios para la salud y el bienestar (Saunders *et al.* 2013; Smith *et al.* 2014a); sin embargo, los beneficios variarán en función, por ejemplo, del clima y los niveles de contaminación. La reducción de la ingesta de carne roja per cápita donde hay un alto consumo, especialmente de carne procesada, mejorará la salud humana (McMichael *et al.* 2007; Wolk 2017), al tiempo que reducirá la presión sobre la biodiversidad y las emisiones de gases de efecto invernadero, incluido el metano. Los beneficios para la salud humana y el bienestar que generan un acceso a entornos naturales seguros y biodiversos, así como a espacios verdes y azules, están siendo reconocidos (Coutts y Hahn 2015; Wolf y Robbins 2015; Wall, Derham y o'Mahony eds 2016; Grellier *et al.* 2017).

La incorporación e integración rigurosa de las consideraciones relativas a la salud humana en los planes sectoriales de salud (por ejemplo, la agricultura, el agua, la gestión de desastres, el diseño urbano) puede apoyar las respuestas que abordan los impactos en la salud humana, con un enfoque en las actividades de prevención. Las iniciativas para reducir los riesgos ambientales, centradas en los beneficios para todos los sectores, son coherentes con el llamamiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en favor de la salud en todas las políticas (WHO 2014) y el desarrollo de herramientas para la evaluación integrada del medio ambiente y la salud (Fehr *et al.* 2016). El sector sanitario debe reforzar rápidamente la forma en que articula los mensajes sobre la salud humana y hacer hincapié en que la mayoría de las presiones medio ambientales acabarán teniendo repercusiones sobre esta.

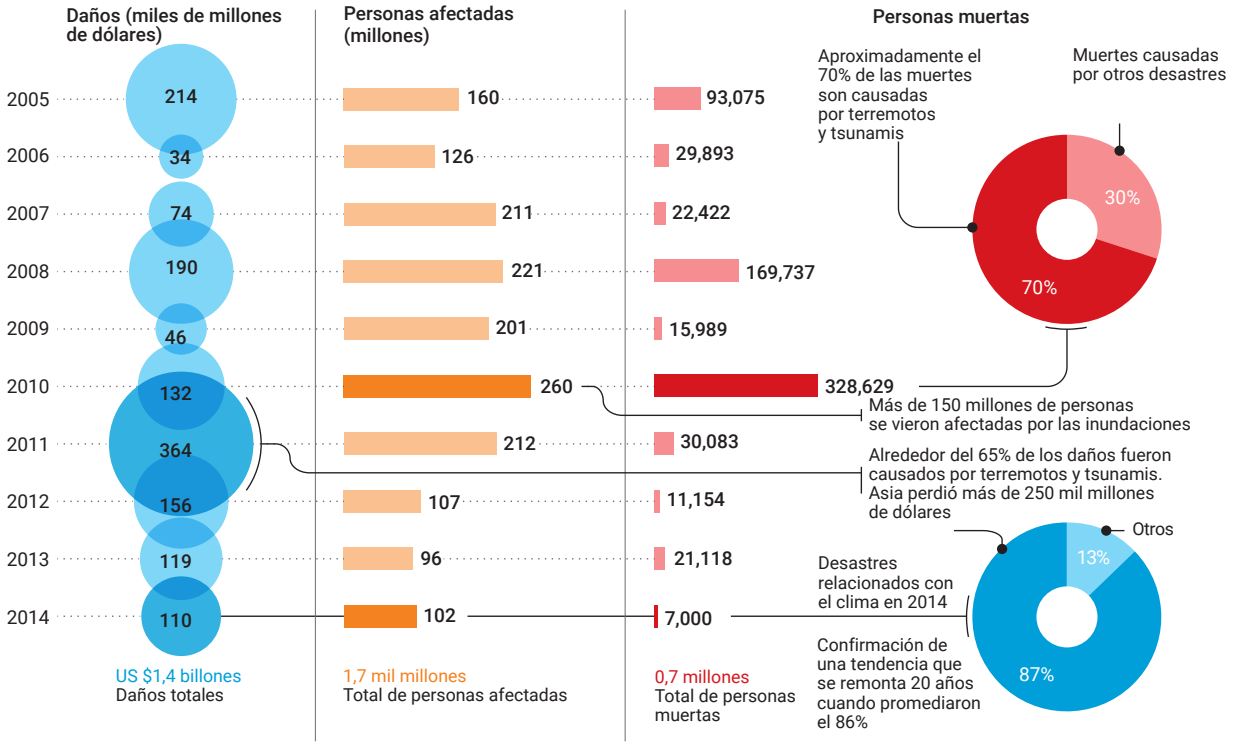
Es posible que se necesiten cambios más fundamentales, por ejemplo "una redefinición de prosperidad para centrarse en una mejora de la calidad de vida y la prestación de mejores servicios de salud para todos, junto con el respeto por la integridad de los sistemas naturales" (Whitmee *et al.* 2015). Esa visión coincide con las intenciones de mantener el objetivo del GEO-6 de "Planeta Sano, Gente Sana" como elemento central de nuestra comprensión sobre el verdadero progreso.

4.2.2 Desastres ambientales

Los peligros se convierten en desastres cuando perturban a las comunidades humanas, con lo cual, las consecuencias de estos dependen tanto del lugar y la forma en que viven las personas como de la presencia del peligro en sí (Sun 2016, p.30). Esto incluye a los efectos antropogénicos sobre el clima, pero también a los desastres causados directamente por las actividades humanas, como los derrames de petróleo, los accidentes en centrales nucleares u otras instalaciones peligrosas, e incluso los terremotos provocados por el fracking y la construcción de grandes represas (Legere 2016). Las catástrofes repentinas, como los terremotos, los tsunamis, los corrimientos de tierra, las inundaciones repentinas y las tormentas graves, se distinguen de los acontecimientos de evolución lenta, como la sequía, la desertificación, la subida del nivel del mar y la erosión costera. Los fenómenos de evolución lenta representan hasta el 90% de las catástrofes en todo el mundo y amenazan el crecimiento, el desarrollo y los medios de subsistencia (Lucard, Jaquemet y Carpentie 2011). El desarrollo y el riesgo de catástrofes están estrechamente vinculados; por lo tanto, las decisiones relativas a la gestión de los recursos naturales y las formas de desarrollo determinan los patrones de vulnerabilidad y exposición a una serie de peligros medio ambientales. A su vez, las catástrofes logran retroceder los logros en materia de desarrollo durante años o incluso décadas, con un inmenso costo social y económico. A largo o corto plazo, estas decisiones y su gestión pueden actuar como fuerzas motrices de la migración y el desplazamiento (United Kingdom Government Office for Science 2011), afectando también la paz y la seguridad (Schilling *et al.* 2017).

Las catástrofes medio ambientales están afectando a un número cada vez mayor de personas en todo el mundo y cobrando un tributo cada vez mayor a las sociedades y economías, especialmente en las comunidades y países más pobres. Entre 2005 y 2015, afectaron a más de 3 mil millones de personas (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters 2017). Esto se debe en parte a un aumento en la frecuencia y en la magnitud de los peligros climáticos e hidrometeorológicos como ciclones tropicales, incendios e inundaciones. Sin embargo, los procesos sociales y económicos que aumentan la exposición a los peligros al poner en riesgo a un mayor número de personas, infraestructuras

Figura 4.1: Impacto económico y humano de los desastres en los últimos diez años



Fuente: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, por sus siglas en inglés) 2014.

y actividades económicas incrementan considerablemente el riesgo de catástrofes. Por ejemplo, la migración desde las zonas rurales a causa de la sequía hacia las megaciudades costeras, superpobladas y mal planificadas, en zonas propensas a las inundaciones, puede aumentar la mortalidad, los desplazamientos, la salud y los riesgos de catástrofe en las zonas urbanas.

En algunos casos, las catástrofes son el resultado del efecto combinado de varios fenómenos peligrosos que interactúan entre sí. En 2011, la catástrofe de Tohoku, en Japón, fue un ejemplo de ello, ya que se produjo una secuencia de acontecimientos en cascada, como un terremoto, un tsunami y un accidente en una central nuclear, que contribuyeron a causar la muerte de 15.893 víctimas, el desplazamiento prolongado de más de 350.000 personas (es decir, a lo largo de un año) y representó costos por unos 210.000 millones de dólares en daños directos. Los desastres también afectan de forma desproporcionada algunas de las poblaciones más vulnerables; el 54% de las víctimas mortales de la catástrofe de Tohoku eran mujeres y niñas y el 56% eran mayores de 65 años (Leoni 2012). Hasta la fecha, sigue siendo el desastre medio ambiental más costoso de la historia (Ranghiere y Ishiwatari eds. 2014, pp. 2, 269, 284).

Las consecuencias de los desastres son de largo alcance y duraderas. Solo en 2016, 24,2 millones de personas de 118 países se convirtieron en nuevos desplazados internos debido a desastres repentinos (Internal Displacement Monitoring Centre [IDMC] 2017, p.10), sobrepasándolos así en un número tres veces mayor a los desplazados por razones de conflictos y violencia (IDMC 2017). Las crisis de lluvias, las sequías, las inundaciones y las tormentas en Filipinas, por ejemplo, corresponden a intensificaciones significativas del conflicto (Eastin 2016, p.12). La Agenda de Protección de la Iniciativa Nansen, la cual fue respaldada por 109 gobiernos en 2015, es un instrumento clave para promover la protección de los derechos de aquellas personas desplazadas a través de fronteras en el contexto de desastres. La Plataforma sobre Desplazamiento por Catástrofes, creada en 2016, se encarga de supervisar la aplicación de la Agenda y de dar seguimiento al trabajo realizado por la Iniciativa Nansen entre 2012 y 2015 (Disaster Displacement 2017). En muchos casos, las fuerzas motrices de desplazamiento son difíciles de desvincular de otros factores desestabilizadores. La Convención de Kampala de la Unión Africana, instrumento de protección jurídicamente vinculante que protege a las personas desplazadas por conflictos, violencia y abusos de los derechos humanos en el marco de desastres, es un paso importante en el reconocimiento de estas interacciones (African Union 2009).

Es imprescindible aprender de las catástrofes pasadas y pasar de una cultura de respuesta a las catástrofes a otra de prevención, preparación y resiliencia, pues si bien en muchos países se han formulado iniciativas como estrategias de respuesta y recuperación tras los desastres, el número de países que han incorporado la prevención, la mitigación y la preparación como parte de una estrategia integral de reducción del riesgo de desastres sigue siendo bastante bajo (Ranghiere y Ishiwatari eds. 2014, p.xv). El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (UNISDR 2015) representa una nueva oportunidad para seguir mejorando los esfuerzos en materia de reducción del riesgo de desastres. Dichas mejoras pueden lograrse mediante la movilización y la priorización de las inversiones, la mejora de la coherencia política e institucional, la promoción de la innovación y el desarrollo tecnológico, el aumento de la colaboración y la cooperación y la incorporación de la reducción del riesgo de desastres en los esfuerzos de desarrollo y adaptación al cambio climático.

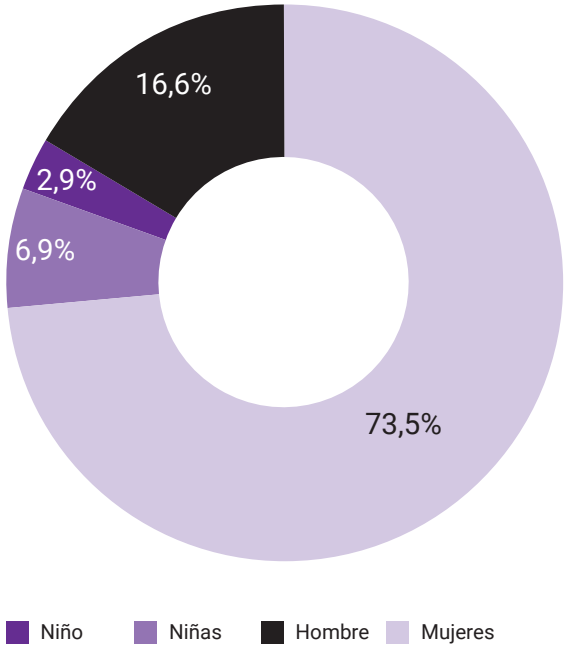
4.2.3 Género

Un enfoque de género redefine la situación ambiental a través de una óptica de relaciones sociales y su reflejo en las interacciones entre el hombre y el medio ambiente, en lugar de definir el estado del medio ambiente, principalmente, en sus formas físicas o ecológicas. El análisis de género revela que, si bien los problemas ambientales sistémicos se manifiestan típicamente en los paisajes físicos y los ecosistemas, el estado del medio ambiente solo puede explicarse examinando los sistemas y acuerdos sociales, culturales y económicos. Esas estructuras cuentan con una connotación de "género", es decir, se encuentran formadas por roles y relaciones socialmente construidas entre mujeres y hombres. Por ejemplo, en el párrafo 4.3.3 sobre el Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación de 2010-11, relativo a los sistemas alimentarios, se subraya el papel de la mujer en la agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2011).

La **Figura 4.2** muestra que la responsabilidad de las mujeres y las niñas en el acopio de agua es mucho mayor que la de los hombres y los niños (United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women [UN-Women] UN Women 2015; Sagrario y Willoughby 2016; United Nations Environment Programme [UNEP] 2016a; WHO 2017).

Las evaluaciones sobre el valor económico de los sectores relacionados con el medio ambiente suelen estar muy distorsionadas, ya que se pasa por alto la contribución de las mujeres (véase también la Sección 4.1.3). Por ejemplo, el trabajo remunerado de las mujeres en la pesca sigue siendo insuficiente, en parte porque esta labor se define a menudo solo como la captura de peces en el mar con equipo especializado. Este tipo de pesca está muy masculinizada (Harper *et al.* 2013; UNEP 2016a; Harper *et al.* 2017) y las tareas de las mujeres en el sector pesquero se centran en la pesca costera, la transformación del pescado y su comercio, y a menudo terminan siendo ignoradas (Lambeth *et al.* 2014). A lo largo de esta publicación se incluyen otros ejemplos de la relación entre género-medio ambiente.

Figura 4.2: Distribución porcentual de la carga de recolección de agua en 61 países



Fuente: UNICEF y OMS (2017, p. 30).

Desde la década de los 80's, el área académica y profesional de género y medio ambiente se ha venido desarrollando, constituyéndose ahora como un ámbito amplio y sólido de análisis y evaluación (Skinner 2011; Aguilar, Granat y Owren 2015). Las primeras orientaciones en este campo se centraron en la identificación de los impactos diferenciados por género del cambio ambiental (Dankelman y Davidson 1988). En la actualidad, se está examinando el modo en que las fuerzas motrices del cambio medio ambiental tienen un carácter de género que está arraigado en las normas de masculinidad y feminidad socialmente construidas, incluso en nuestras economía, ciencia y tecnología (Harcourt y Nelson eds. 2015; UNEP 2016a). Revelar las dimensiones de género de las dinámicas medio ambientales ilumina nuevos aspectos de sus estados y tendencias, además de señalar caminos con el fin de lograr transformaciones y soluciones políticas que sean sostenibles. El, que profundiza en la importancia del género en la mayoría de las áreas ambientales, proporciona la primera evaluación global exhaustiva del nexo entre género y medio ambiente y ofrece un canal para el análisis de género en el GEO-6 (UNEP 2016a). La aplicación de una perspectiva de género a la evaluación ambiental también crea conciencia sobre la importancia de otras dimensiones sociales y de las intersecciones en el uso y la gestión del medio ambiente, tales como la diferenciación por clase, raza o etnia, casta y edad (Harris 2011).

En estudios recientes se reconocen las diversas funciones de los hombres y las mujeres en la recolección de productos forestales y los diversos sistemas de conocimiento conexos (Sunderland *et al.* 2014; Chiwona-Karltun *et al.* 2017). Datos procedentes de estudios sobre gestión forestal comunitaria apuntan a que la participación de las mujeres en la evaluación medio ambiental y la gestión de los recursos puede mejorar la conservación de los ecosistemas y el uso sostenible de los recursos naturales (Agarwal 2010; Agarwal 2015).

Otros datos sugieren que cuando se concede a las mujeres la misma voz en la toma de decisiones sobre el medio ambiente, es más probable que los recursos públicos se destinen a prioridades e inversiones en materia de desarrollo humano (Chattopadhyay y Duflo 2004; UN- Women 2014). Un mayor acceso y control de las mujeres sobre los recursos agrícolas productivos contribuye a crear seguridad alimentaria y medios de subsistencia sostenibles (FAO 2011; UN-Women 2014).

El uso de presupuestos enfocados en temas de género es otro enfoque importante para promover la financiación en esta área. El marco de los ODS revela que el desarrollo sostenible no evolucionará, ni se contará con políticas e iniciativas medio ambientales eficaces, si no se mejora la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres (United Nations 2015a). La sostenibilidad y la justicia medio ambiental contribuyen de manera significativa al ODS 5, es decir, lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas; y, a las metas de género de los ODS 1, 4, 8 y 10 (Agarwal 2010; UNEP *et al.* 2013; Agarwal 2015; United Nations 2015b; Dankelman 2016; UNEP 2016a). Si bien la igualdad de género puede leerse tácitamente en todos los demás ODS, casi no hay metas e indicadores de género explícitos en los ODS relacionados con el medio ambiente.

La incorporación de la perspectiva de género en los marcos medio ambientales, no consiste, simplemente, en añadir la palabra "mujeres" a este tipo de análisis. Abordar el medio ambiente a través de una perspectiva de género supone nuevas y diferentes preguntas para la evaluación ambiental, haciendo hincapié en las diferentes dimensiones de las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente y requiriendo herramientas y enfoques metodológicos que tengan en cuenta el enfoque de género, así como también datos desagregados por género (Patt, Dazé y

Suárez 2009; Doss 2014; Seager 2014; Bradshaw y Fordham 2015; Harcourt y Nelson eds. 2015; Jerneck 2018). Dada la difícil situación del medio ambiente, la persistencia de fuerzas motrices en el cambio ambiental y la gravedad de las consecuencias sociales y ecológicas a las que se enfrentan las sociedades, se requiere como condición previa un enfoque integrador de la perspectiva de género para que las políticas e intervenciones ambientales sean más eficaces y transformadoras.

4.2.4 Educación

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) es un área clave de la educación para lograr la igualdad de género, el desarrollo de estilos de vida más saludables y sostenibles y la creación de sociedades más pacíficas. Sin embargo, es necesario que la educación sea universal y de alta calidad (United Nations Development Programme [UNDP] 2016; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO] 2017a). A pesar de todos los esfuerzos para que la totalidad de los niños en el mundo tengan acceso a la educación, esto todavía no es una realidad. "En el 2015, a nivel mundial, el 91% de los niños en edad escolar estaban matriculados en la escuela" (UNICEF 2018). "En 2015, se registraron 264 millones de niños y jóvenes en edad de asistir a la escuela primaria y secundaria que no estaban escolarizados: 61 millones de niños en edad de asistir a la escuela primaria (9% por grupo de edad), 62 millones de adolescentes en edad de asistir a la escuela secundaria inferior (16%) y 141 millones de jóvenes en edad de asistir a la escuela secundaria superior (37%)" (UNESCO 2017a, p. 118). Asimismo, la igualdad de género sigue siendo un reto importante: "Si bien hay paridad de género al participar en la educación, los promedios mundiales ocultan las brechas entre los países: solo el 66% ha logrado la paridad de género en la educación primaria, el 45% en el primer ciclo de secundaria y el 25% en el segundo ciclo de secundaria" (UNESCO 2017a, p.182). La Educación para el Desarrollo Sostenible, área clave de la educación, tiene como objetivo capacitar a las personas para que contribuyan a fomentar el desarrollo sostenible. En lugar de promover determinados comportamientos y formas de pensar (enfoque instrumental), un concepto emancipador de la EDS se concentra, particularmente, en la reflexión crítica de las opiniones de expertos, poniendo a prueba las posibilidades de desarrollo sostenible y explorando las disyuntivas de un estilo de vida sostenible (Wals 2015; UNESCO 2017b; Rieckmann 2018). Su objetivo es capacitar a los individuos para que actúen de forma responsable con el fin de contribuir a la creación de sociedades sostenibles y prepararlos para el pensamiento disruptivo y la co-creación de nuevos conocimientos (Lotz-Sisitka *et al.* 2015; UNESCO 2017b), pero también para explorar y utilizar los conocimientos tradicionales y autóctonos.

Con el objetivo general de desarrollar competencias transversales de sostenibilidad en los alumnos (Wiek, Withycombe y Redman 2011; Rieckmann 2018), la EDS es una contribución importante para lograr los ODS ya que permite a todas las personas contribuir a la consecución de los ODS proporcionándoles, no solo los conocimientos para entender de qué tratan dichos objetivos, sino también las competencias para marcar la diferencia hacia una sociedad más sostenible (UNESCO 2017b).

El enfoque emancipatorio de la EDS cuestiona qué competencias claves se necesitan para que los estudiantes sean "ciudadanos sostenibles" (Wals y Lenglet 2016) y esboza varias competencias clave esenciales para este tipo de desarrollo (por ejemplo, Wiek, Withycombe y Redman 2011; Rieckmann 2012; Glasser y Hirsh 2016; Wiek *et al.* 2016), las cuales describen qué deben ser capaces de hacer los individuos para transformar sus propios estilos de vida individuales en otros que sean más sostenibles y para contribuir a la transformación de la sociedad hacia la sostenibilidad.

Los discursos internacionales de EDS coinciden en que las siguientes son competencias esenciales y de especial importancia para pensar y actuar a favor del desarrollo sostenible (UNESCO 2017b; Rieckmann 2018):

- Competencia de pensamiento sistemático
- Competencia anticipatoria
- Competencia normativa
- Competencia estratégica
- Competencia de colaboración
- Competencia de pensamiento crítico
- Competencia de autoconciencia
- Competencia para la resolución de problemas integrados

Sin embargo, aunque las competencias describen la capacidad o disposición de actuar, no implican necesariamente que un individuo actúe de cierta manera en una situación específica. El desempeño orientado a la sostenibilidad depende de la interacción entre conocimientos y habilidades, valores, fuerza de motivación y oportunidades (Biberhofer *et al.* 2018) lo cual, a su vez influye en el comportamiento personal (**Figura 4.3**).

La EDS se encuentra directamente relacionada con otros temas transversales. Esto le permite a las personas, por ejemplo:

- "actuar en favor de las personas amenazadas por el cambio climático", y "promover políticas públicas de protección del clima" (UNESCO 2017b, p.36);
- "desarrollar una visión confiable y sostenible de la producción, el suministro y el uso energético en su país", y "aplicar y evaluar medidas con el fin de aumentar la eficiencia y la suficiencia energética en su ámbito personal, para incrementar la proporción de energía renovable en su combinación energética local" (UNESCO 2017b, p.24);
- "comunicar la necesidad de prácticas sostenibles en la producción y el consumo", y "desafiar las orientaciones culturales y sociales" (UNESCO 2017b, p.34);
- "reflexionar sobre su propia identidad y roles de género», y "planificar, aplicar, apoyar y evaluar estrategias para la igualdad de género" (UNESCO 2017b, p. 20); y
- "animar a los demás a decidir y actuar a favor de la promoción de la salud y el bienestar para todos", y a "incluir comportamientos de promoción de la salud en sus rutinas diarias" (UNESCO 2017b, p. 16).

Figura 4.3: Competencias clave y desempeño del ciudadano sostenible



Fuente: Rieckmann (2018).

La EDS se encuentra en el centro de la enseñanza y el aprendizaje y no debe considerarse como un complemento de los planes de estudio existentes. "La incorporación de la EDS requiere incluir temas de sostenibilidad en los planes de estudio, pero también los resultados previstos del aprendizaje relacionados con la sostenibilidad" (UNESCO 2017b, p. 49). Dado que las competencias en materia de sostenibilidad no pueden enseñarse ni transmitirse, y solo pueden ser desarrolladas por los propios alumnos, se requiere una pedagogía transformadora orientada a la acción (Mindt y Rieckmann 2017; UNESCO 2017b; Rieckmann 2018). Además de los programas de educación formal, la EDS también debería ser promovida en la educación no formal y la informal. La participación de la comunidad y el aprendizaje local también pueden desempeñar un papel importante, especialmente, en el involucramiento de conocimientos tradicionales e indígenas en el proceso de aprendizaje.

Durante el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) (DESD, por sus siglas en inglés) se lograron avances significativos en todo el mundo, dada su implementación en todos los sectores educativos (por ejemplo, McKeown 2015; Watson 2015). El seguimiento y la evaluación del DEDS han mostrado muy buenos ejemplos de la integración de la EDS en los planes de estudio, entre estos, las revisiones de los documentos curriculares oficiales muestran que "muchos países incluyen ahora la sostenibilidad y/o los temas ambientales como uno de los objetivos generales de la educación" (UNESCO 2014, p.30). Pero los mayores avances se han dado en la elaboración de planes de estudio para la EDS en la educación primaria y secundaria. "Cerca del 40% de los Estados Miembros indican que su mayor logro durante el DEDS ha sido la integración de la EDS en los programas de estudio formales y otra quinta parte describe proyectos escolares específicos como sus contribuciones más importantes a la EDS" (UNESCO 2014, p. 82). También ha habido un buen progreso en la implementación de la EDS en la educación superior (Caratzoglou 2013; Lozano *et al.* 2015). Este es el caso de Europa, más que en otros lugares del mundo en donde ha habido un mayor interés por la integración del desarrollo sostenible en las instituciones de educación superior (Lozano *et al.* 2015; Barth y Rieckmann 2016).

Sin embargo, aún es necesario intensificar la EDS para incluirla como elemento central en las estructuras de los sistemas educativos de todo el mundo (Singer-Brodowski *et al.* 2018). El Programa de Acción Mundial para la Educación para el Desarrollo Sostenible, se inició en 2014 en la Conferencia Mundial de la UNESCO sobre la EDS, llevada a cabo en Aichi-Nagoya, Japón cuenta con cinco esferas prioritarias:

1. Promoción de las políticas;
2. Transformación de los entornos de aprendizaje y formación;
3. Fortalecimiento de las capacidades de los educadores y capacitadores;
4. Empoderamiento y movilización de la juventud; y,
5. Aceleramiento de soluciones sostenibles a nivel local.

Su objetivo es ampliar la EDS, basándose en el DESD (Hopkins 2015; Mickelsson, Kronlid y Lotz-Sisitka 2018), concediéndole particular importancia a una mayor integración de la EDS en la enseñanza a los docentes (previo y durante el ejercicio del servicio). "Los esfuerzos para preparar a los maestros para implementar la EDS no han avanzado lo suficiente, por lo cual, debe trabajarse más para reorientar la formación de los docentes a fin de que aborden la EDS en su contenido y sus métodos de enseñanza y aprendizaje" (UNESCO 2017b, p. 51). Para lograr esta reorientación de la formación del personal docente hacia el desarrollo sostenible, es necesario formar alianzas institucionales estratégicas entre los gobiernos nacionales, regionales y locales, las organizaciones no gubernamentales, las universidades y otras instituciones educativas implicadas en su formación. Otros retos para ampliar la ESD son:

- integrar la EDS en políticas, estrategias y programas;
- integrar la EDS en planes de estudio y libros escolares;
- impartir la EDS en las aulas y otros entornos de aprendizaje;
- y, cambiar las formas de evaluar el aprendizaje de la EDS y la calidad de sus programas (UNESCO 2017b).

Para que todos los alumnos se beneficien de la EDS y desarrollen competencias de sostenibilidad, se necesitan políticas que eliminen las barreras económicas y de género en el acceso a la educación.

4.2.5 Urbanización

Como se explica en la Sección 2.3, la urbanización es un factor importante que da forma a la economía, el medio ambiente, el planeta y el bienestar humano en todo el mundo. Alrededor del 54% de la población mundial vive en zonas urbanas que, en conjunto, generan más del 80% del producto interior bruto (PIB) mundial (United Nations Human Settlements Programme [UN-Habitat] 2011; UN-Habitat 2016a). Para el año 2050, se espera que unos 6.700 millones de personas -alrededor del 66% de la población mundial total de 9.700 millones - vivan en ciudades, lo que añadirá 3.100 millones a la población de las ciudades en un plazo corto de unos 40 años (United Nations 2018). Si bien todas las regiones del mundo (excepto las polares) seguirán urbanizándose, se espera que el 90% del crecimiento futuro de la población urbana se produzca en África y Asia (UN-Habitat 2014).


© Shutterstock/Chatchawat Prasertsom

Las ciudades constituyen centros de innovación e, históricamente, experimentan economías de escala, con un PIB que aumenta linealmente en función del número de habitantes de la ciudad (Bettencourt 2013). Esta capacidad de innovación y de generación de riqueza, propiciada por la proximidad y la intensidad de la actividad, es una de las características que atrae a los inmigrantes a las ciudades (International Organization for Migration [IOM] 2015), provocando una expansión de la población urbana de aquí a 2050 (**Figura 4.4**). Sin embargo, la riqueza de las ciudades se distribuye de forma desigual en todo el mundo, ya que solo 600 ciudades aportan más del 62% del PIB mundial (UN-Habitat 2011).

También existe una importante desigualdad dentro de las ciudades, ya que se espera que entre 2.000 y 3.000 millones de personas -entre el 35% y el 50% de la población urbana en 2050- vivan en asentamientos informales (UN-Habitat 2014; UN-Habitat-2016a: UN-Habitat 2016b). La urbanización se asocia con menores tasas de fertilidad, mayor esperanza de vida y mejor acceso a la infraestructura física básica y a servicios sociales como los educativos y de atención de salud. Sin embargo, la desigualdad, la delincuencia y la exclusión social se están convirtiendo en características de muchas zonas urbanas, en las cuales las condiciones de vida se están deteriorando en relación con los orígenes rurales de muchos inmigrantes (United Nations, 2014).

Así, las ciudades enfrentan enormes desafíos en cuanto a la inclusión social y a la mejora en la prestación de servicios físicos básicos. La energía, el agua, los edificios, el transporte y la comunicación, la alimentación, los espacios públicos y la gestión de los residuos emergen como factores clave que modelan el efecto de las ciudades sobre las personas, el medio ambiente y el planeta.

La magnitud, la escala y el alcance de la urbanización contemporánea es ahora tan grande que está afectando los flujos de recursos globales y los ciclos planetarios. Los procesos de urbanización afectan a todo el planeta y no solo a aquellas zonas definidas como urbanas. A través de las redes de comercio, migración e infraestructura, las ciudades influyen en el entorno natural en mucho más allá de sus fronteras administrativas (Wiggington *et al.* 2016). Por ejemplo, a pesar de ocupar, directamente, solo el 3% de la superficie de suelo mundial, el suministro energético a las ciudades aporta más del 70% de las emisiones mundiales de carbono relacionadas con energía (Seto *et al.* 2014). El suministro directo de agua a las ciudades pone en riesgo al 42% de las cuencas hidrográficas del mundo (McDonald *et al.* 2014), así como el agua usada en los alimentos enviados a las ciudades supera en más de diez veces las necesidades directas de agua en las zonas urbanas (Ramaswami *et al.* 2017).

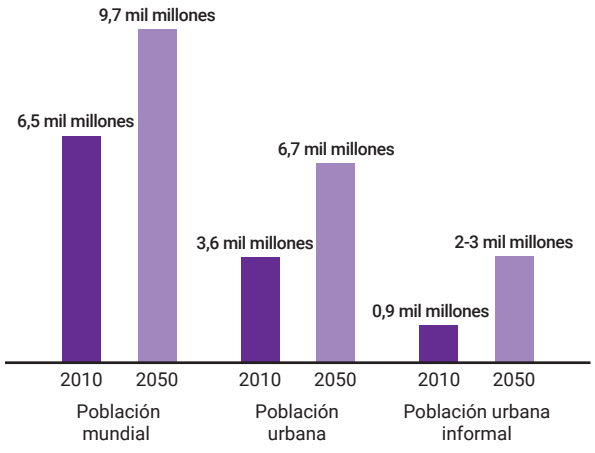
Las huellas urbanas que reflejan tanto las consecuencias fronterizas, como las transfronterizas, que tienen las ciudades sobre los recursos naturales y el medio ambiente son esenciales para describir las consecuencias de las diferentes actividades urbanas, como el consumo en los hogares, la producción y la provisión de infraestructuras en toda la comunidad y para trazar caminos hacia un futuro sostenible. En algunas regiones, las zonas urbanas están reduciendo su densificación: el crecimiento de la población urbana a densidades decrecientes conduce a la expansión del suelo urbano, lo que, en regiones ecológicamente sensibles, puede causar la fragmentación del hábitat y contribuir a la pérdida de biodiversidad a gran escala (Seto, Guneralp y Hutyra 2012).

Las ciudades también enfrentan oportunidades de gestión y transformación tecnológica. Alrededor del 60% de la superficie urbana necesaria para acoger a la población urbana en el 2050 aún no se ha construido (Secretariat of the Convention on Biological Diversity [SCBD] 2012). Una vez construido, durará al menos los próximos 40 años. Las bases de las estructuras urbanas (por ejemplo, redes de calles, bloques) "pueden afectar y bloquear la demanda de energía durante largos períodos de tiempo" (Seto *et al.* 2016).

Al mismo tiempo, las ciudades de las economías avanzadas están reparando o reemplazando las infraestructuras envejecidas. En las ciudades de los países desarrollados y en desarrollo se vislumbran varias innovaciones en la infraestructura que pueden mejorar la equidad, la eficiencia de los recursos y la sostenibilidad ambiental. Estas innovaciones incluyen nuevas estrategias para la movilidad compartida, la rehabilitación *in situ* de los barrios marginales, el enfoque One-Water para la gestión del agua urbana, la simbiosis urbano-industrial basada en la producción y el consumo sostenibles a través de una economía circular, vehículos eléctricos y autónomos para el transporte masivo y para viajes privados y la energía renovable distribuida para lograr una red descarbonizada y resiliente. Muchas ciudades en todo el mundo están experimentando con infraestructuras que involucran tecnología, comportamiento humano, financiación y nuevos acuerdos de gobernanza. Esto ofrece una oportunidad histórica y el imperativo de construir una infraestructura inclusiva y sostenible (UNEP 2013a). El éxito de la urbanización depende de los activos humanos y de la infraestructura.

Las zonas urbanas seguirán actuando como generadoras de crecimiento económico y, a través de la fertilidad y la migración, seguirán creciendo en población y tamaño. Esto puede dar lugar a un aumento de los impactos en las ciudades, pero también a una posible disminución de los impactos por unidad de producción y per cápita. Como se indica en la Sección 2.3 de este informe, hay claros desafíos y oportunidades que deben entenderse y abordarse con urgencia. Estos están relacionados tanto con la gobernanza como con la tecnología, como se destaca en la Parte B de este informe (UNEP 2017).

Figura 4.4: Tendencias de urbanización mundial



Fuente: Elaboración propia basada en (UN-Habitat 2014; UN-Habitat 2016a; UN-Habitat 2016b; United Nations 2018).

4.3 Entornos cambiantes

4.3.1 Cambio climático

Según se explicó en la Sección 2.7, el cambio climático está impulsado por las modificaciones de la composición atmosférica debidas al cambio en el uso del suelo, principalmente, por la deforestación y a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el CO_2 emitido por la quema de combustibles fósiles y el metano liberado por la agricultura y otras fuentes, así como por las emisiones de partículas de aerosol (Vaughan *et al.* 2013). La evidencia del actual cambio climático global es inequívoca (Vaughan *et al.* 2013).

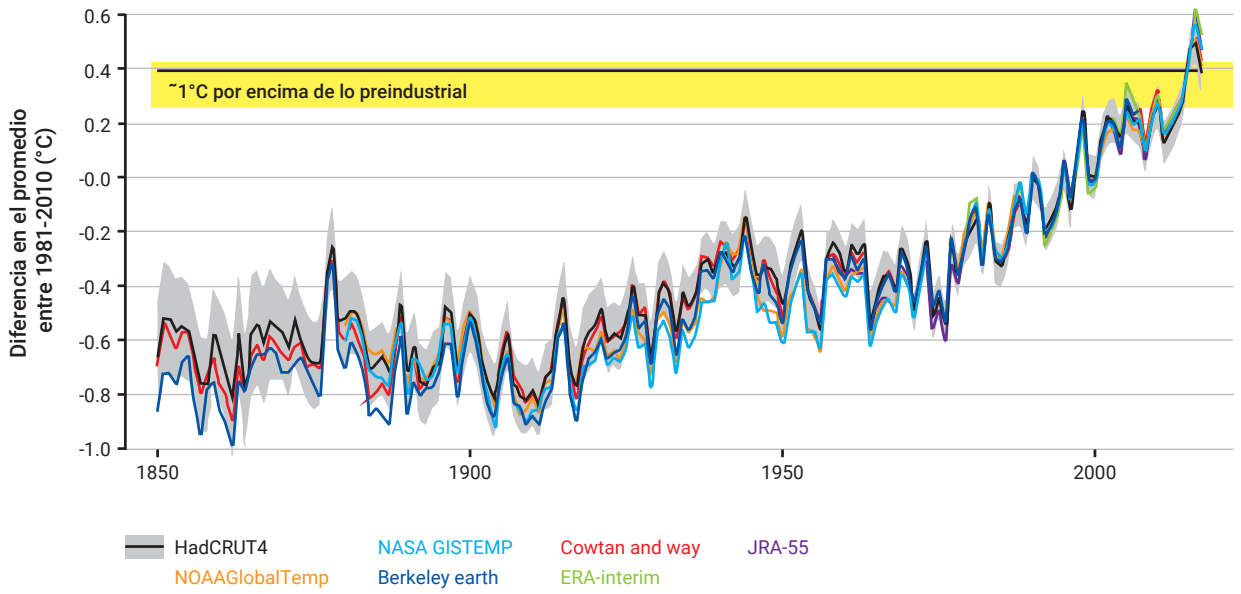
Ocho de los diez años más calurosos registrados se han producido en la última década (United States National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] 2018). Dentro de este periodo, 2016 fue el año más cálido en la historia de la observación instrumental (NOAA 2017), y 2017 fue el año más cálido sin la influencia de El Niño (NOAA 2018). Como resultado, el calentamiento global ha alcanzado, aproximadamente, 1,0±0,2°C por encima del nivel preindustrial (**Figura 4.5**, Haustein *et al.* 2017; Yin *et al.* 2017).

La tasa actual de emisiones de GEI, si persiste, dará lugar a la continuación de la tasa actual de aumento de la temperatura mundial de ~0,2°C por década (por ejemplo, Haustein *et al.* 2017), superando así el objetivo de 1,5°C del Acuerdo de París para la década de 2040 (Leach *et al.* 2018). Aunque no es inalcanzable, el objetivo de limitar el calentamiento a 1,5°C requiere de cambios transformadores que conduzcan a una reducción radical de las emisiones de GEI y a una transición acelerada hacia la neutralidad de carbono (Schellnhuber, Rahmstorf y Winkelmann 2016), lo que exige equilibrar las emisiones antropogénicas remanentes de CO_2, con las remociones antropogénicas de CO_2.

El cambio climático modifica el ciclo del agua, lo cual altera los patrones de precipitación y las estaciones. En general, las zonas secas se están volviendo más secas y las zonas húmedas se están volviendo más húmedas (Trenberth 2011; Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014; Feng y Zhang 2015), sin embargo, aún existen numerosas excepciones. Además, el aumento en la capacidad de retención del agua del aire más caliente conduce a tormentas más extremas que llegan con menos frecuencia (Trenberth 2011). Las temperaturas más elevadas aumentan las tasas de evapotranspiración y desplazan las precipitaciones de la nieve a la lluvia. Una atmósfera más cálida también regula el crecimiento, el deshielo y la descarga de los glaciares (Bliss, Hock y Radić 2014). Estas modificaciones hidrológicas determinan los flujos fluviales y los riesgos de inundación a principios de la primavera y de sequía en el verano (Seneviratne *et al.* 2012; Cook *et al.* 2014; Kundzewicz *et al.* 2014). Los cambios en los patrones de flujo alteran la disponibilidad de agua y, al mismo tiempo, el aumento de las temperaturas incrementa las demandas y la competencia entre los usuarios agrícolas, industriales y domésticos (Hanjra y Qureshi 2010; Jiménez-Cisneros *et al.* 2014).

Los océanos desempeñan un papel importante en la regulación del clima, ya que en ellos se ha almacenado el 93% del calor adicional absorbido por el sistema terrestre desde 1955. Durante ese periodo, la tierra ha absorbido el 3% del calor, el hielo otro 3% y la atmósfera solo el 1% (IPCC 2013; Levitus *et al.* 2012). El aumento del agua oceánica inducido por el calor contribuye a la subida del nivel del mar que se ha acelerado en las dos últimas décadas, tendencia que continuará en el futuro incluso limitando el calentamiento a 1,5°C (Schewe, Levermann y Meinshausen 2011). El aumento del nivel del mar incrementa los riesgos de mareas de tempestad para las pequeñas islas de mayor vulnerabilidad, comunidades costeras e infraestructuras expuestas. Los océanos también absorben CO de la atmósfera. Las estimaciones sugieren que de todo el CO2 liberado a la atmósfera por las actividades humanas desde el comienzo de la era industrial, el 40%, aproximadamente, ha sido absorbido por los océanos (IPCC 2013; Khatiwala *et al.* 2013), lo que resulta en una reducción del pH del agua de mar (acidificación), denominado "el otro problema de CO_2" (Caldeira y Wickett 2003; Doney *et al.* 2009). Esa acidificación se combina con temperaturas acuáticas más cálidas y procesos de desoxigenación que alteran los ecosistemas oceánicos (Achterberg 2014), más identificado como blanqueamiento de corales (ver

Figura 4.5: Anomalías térmicas mundiales por año (en relación con el promedio a largo plazo entre 1981-2010). Las etiquetas se refieren a diversos conjuntos de datos; para una mayor explicación, consulte la fuente



Source: United Kingdom Government Met Office (2018).

Capítulo 7) cuando las algas simbióticas son expulsadas de los arrecifes, reduciendo o acabando su productividad (Fabry *et al.* 2008).

Las estimaciones sugieren que, aproximadamente, el 20% de las emisiones de CO_2 de los combustibles fósiles son absorbidas por los ecosistemas terrestres (Arneth *et al.* 2017). El aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera puede, eventualmente, beneficiar a algunos cultivos C_3[1], una categoría que incluye trigo y fríjoles, a través de la fertilización con carbono (McGrath y Lobell 2013). De igual forma, temperaturas más cálidas podrían traer ganancias de rendimiento en regiones de latitudes altas, cuando las características del suelo y las precipitaciones son adecuadas (IPCC 2014). El 70% de la agricultura mundial es de secano y los cambios en los patrones de precipitación pueden beneficiar a ciertas regiones, pero el aumento de las temperaturas suele provocar un estrés hídrico que limita los cultivos (Lobell, Schlenker y Costa-Roberts 2011; Challinor *et al.* 2014). A pesar del potencial aumento de la producción local, a nivel global se espera que los rendimientos se resientan debido a los elevados riesgos de sequías y al estrés térmico (Schlenker y Roberts 2009; Lobell y Gourdji 2012; Jiménez-Cisneros *et al.* 2014; Porter *et al.* 2014). Además, se ha demostrado que el cambio climático, junto con los efectos directos del aumento de la concentración atmosférica de CO2, beneficia también a las especies de plantas invasoras (Ziska y Dukes eds. 2014).

El cambio climático también afecta la productividad de los bosques, incluyendo el aumento del estrés por las sequías, los incendios forestales, los insectos, los patógenos y las tormentas de viento (Williams *et al.* 2013; IPCC 2014). Sin embargo, la influencia de la fertilización con carbono en la productividad de los bosques no se conoce bien, dada la complejidad de los factores que contribuyen a esta (Norby *et al.* 2016). En combinación con otras presiones humanas, como la destrucción del hábitat, el cambio climático afecta la biodiversidad de especies y de ecosistemas a nivel genético. Los cambios estacionales pueden alterar el tiempo de gestación, nacimiento, hibernación, disponibilidad de recursos y una óptima productividad. Por su parte, las especies que pueden hacerlo están cambiando sus áreas de distribución, patrones e interacciones en la tierra, en el agua dulce y en los océanos (IPCC 2014). De igual forma, existen posibles cambios en la distribución de enfermedades infecciosas en flora, fauna y seres humanos (Lafferty 2009).

Los cambios en los patrones climáticos y los fenómenos extremos, como las olas de calor y las sequías, así como las alteraciones medio ambientales, incluidas las pérdidas de cosechas, suponen mayores riesgos para la salud y la supervivencia de las personas, especialmente, entre los pobres y los grupos más vulnerables (Smith *et al.* 2014b). El cambio climático también está afectando la toxicidad, el destino ambiental y el comportamiento de los químicos tóxicos al modificar los factores físicos, químicos y biológicos de la separación entre la atmósfera, el agua, el suelo/sedimento y la biota, la sedimentación húmeda/seca y las tasas de reacción, con un potencial impacto adverso en la biodiversidad y la salud humana (Noyes *et al.* 2009). Estudios recientes han examinado la relación entre el cambio climático y la pobreza en los países en desarrollo. En general, los hogares rurales de los países en desarrollo dependen de los cultivos, la extracción forestal y otras fuentes de ingresos para su subsistencia, los cuales tienden a ser, extremadamente, sensibles al cambio climático (Wunder, Noack y Angelsen 2018). Los sectores pobres están más expuestos a las condiciones climáticas extremas y experimentan mayores fluctuaciones de lluvia, mientras que los más pobres de las regiones secas experimentan la mayor pérdida de bosques (Angelsen y Dokken 2018). De igual forma, las personas de más bajos recursos suelen estar más expuestas a las sequías e inundaciones, sobre todo en zonas urbanas y en muchos países de África (Winsemius *et al.* 2018). Los hogares más pobres tienden a estar ubicados en lugares más calurosos dentro de los países cálidos y las personas más pobres tienen más probabilidades de realizar trabajos de mayor exposición a temperaturas elevadas en todos los países y dentro de ellos (Park *et al.* 2018). Se espera que para finales de siglo la productividad laboral mundial pueda reducirse en un 40% (Dunne, Stouffer y John 2013).

El clima sigue cambiando y los efectos sobre el sistema natural y humano son cada vez más reconocidos. Respuestas sociales, como la migración y el desplazamiento de la población, exacerban los riesgos sanitarios y amenazan la estabilidad geopolítica (Adger *et al.* 2014). Tal como se detalla en los Capítulos 3 y 5 del Informe Especial 1,5°C del IPCC (IPCC 2018), dichos riesgos aumentan con un calentamiento continuo más allá de 1,5 °C. Limitar la tendencia de calentamiento constatada de 1,5 °C requiere cambios transformadores en las políticas, las tecnologías y los objetivos sociales.

4.3.2 Regiones polares y montañas

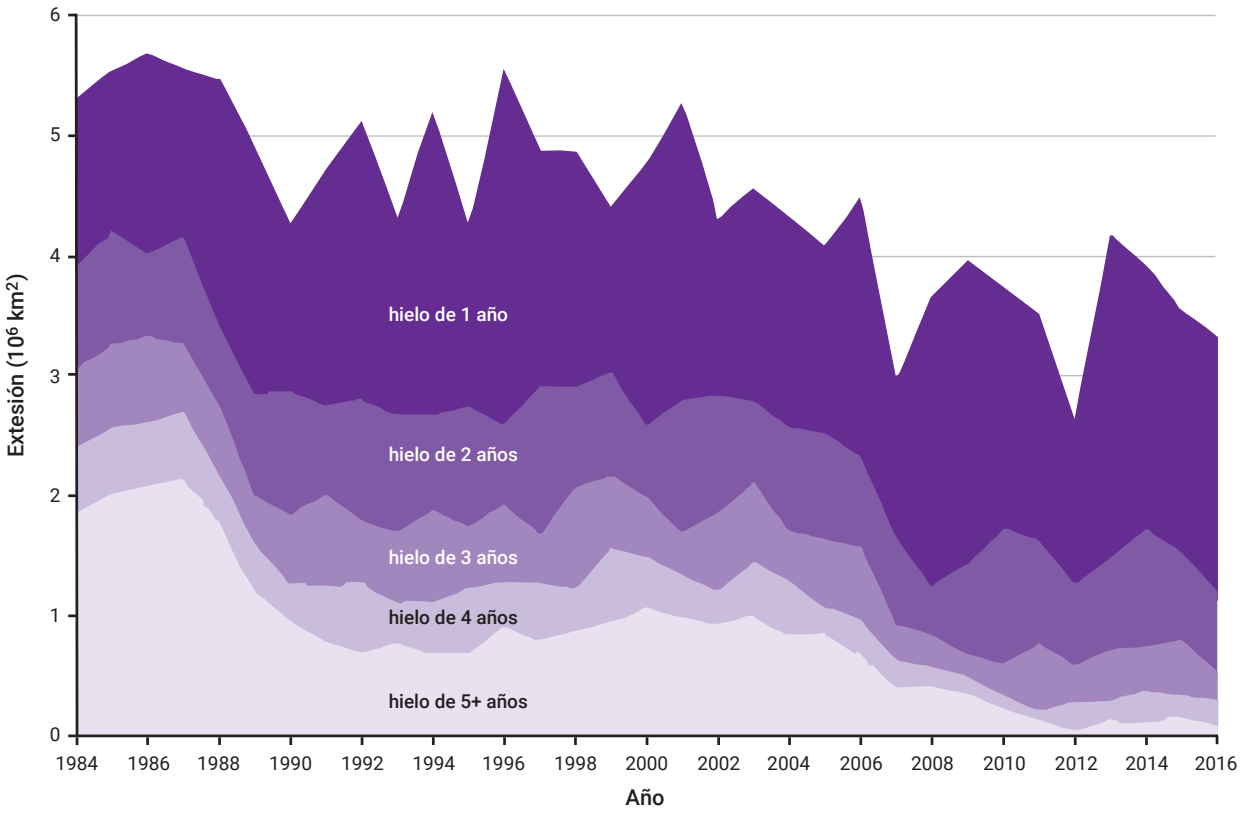
Las regiones polares, las cuales cubren, aproximadamente, el 20% de la superficie de la Tierra y contienen las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida, desempeñan un papel importante en el sistema climático mundial. La tierra y el hielo marino no solo regulan el equilibrio energético del sistema climático debido a su elevado albedo, o reflectividad, sino que también almacenan un registro de información climática. El Ártico y la Antártica, además del papel que desempeñan como motores de los procesos climáticos globales, actúan como indicadores del cambio climático ya que el calentamiento se amplifica en sus altas latitudes (Taylor *et al.* 2013). El calentamiento también se amplifica a gran altura, por lo que las regiones montañosas pueden incluirse en esta discusión como el 'Tercer Polo' (Pepin *et al.* 2015).

El calentamiento amplificado afecta todos los componentes del sistema climático polar. El hielo del Mar Ártico se está reduciendo en superficie y volumen (**Figura 4.6**). El permafrost se está descongelando, lo que provoca la liberación de gases de efecto invernadero, incluido el CO2, y la extensión de la capa de nieve está disminuyendo; las capas de hielo y los glaciares de montaña siguen perdiendo masa, contribuyendo de forma significativa a la subida del nivel del mar que amenaza a las regiones costeras en todas las latitudes (Vaughan *et al.* 2013). Estas transformaciones tienen consecuencias para los ecosistemas polares y de gran altitud y para las personas que allí habitan. En particular, los cambios en las condiciones ambientales y socioeconómicas en el Ártico están teniendo consecuencias en los entornos y en las poblaciones del sur a través de las teleconexiones dentro del sistema climático (Francis, Vavrus y Cohen 2017) y de las estrechas conexiones geopolíticas. De hecho, las regiones polares están ganando importancia político-estratégica. Por ejemplo, el Ártico ya ha sido objeto de extracción y explotación de recursos, desde hidrocarburos hasta diamantes (Dodds 2010; Ruel 2011), y la Antártica se está convirtiendo en una zona de interés estratégico para los países que estudian la posible extracción de recursos en el futuro. Al mismo tiempo, el Ártico y, en particular, la Antártica, que cuenta con un tratado que consagra la paz y la cooperación científica en el continente, son regiones de coordinación internacional pacífica y de cooperación medio ambiental reforzada, que muestran sistemas de gobernanza que pueden servir de ejemplo para la protección del medio ambiente en otras regiones.

Los servicios ecosistémicos de las regiones polares relacionados con la regulación del clima mundial se ven reforzados por la formación de aguas de fondo Antártico super densas y, en menor medida, de las aguas profundas del Atlántico Norte, que contribuyen significativamente a la circulación termohalina. Las aguas oceánicas más frías de las latitudes más altas, especialmente las del Océano Austral, también representan importantes sumideros de carbono y zonas de alta productividad marina.

1 Las plantas que utilizan la fotosíntesis C3 (el 85% de todas las plantas) están en desventaja en condiciones de calor y sequedad. Los cultivos C3 incluyen el trigo, el arroz, la soja y muchos otros.

Figura 4.6: Edad y extensión del hielo marino Ártico



Fuente: Centro Nacional de datos sobre Nieve y Hielo de los Estados Unidos (2017).

Estos desempeñan un papel importante en la producción de alimentos en las altas latitudes y requieren una gestión cuidadosa a través de organismos como la Organización de Pesca del Atlántico Norte y la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos. Algunas pesquerías de alta latitud se han visto significativamente afectadas por las actividades pesqueras en el último siglo, como se puso de manifiesto con el colapso de la pesca del bacalao en el Atlántico (Villasante *et al.* 2011).

Más del 70% del agua dulce del planeta está encerrada en el hielo de las regiones polares. Si se liberara, el agua almacenada en la capa de hielo de Groenlandia provocaría una subida del nivel del mar de 7,4 metros, el agua de la capa de hielo de la Antártida provocaría una subida de 58,3 metros y el agua almacenada en todos los glaciares de montaña produciría una subida de 0,4 metros (Vaughan *et al.* 2013). En un escenario que limite el aumento de la temperatura por debajo de los 2°C, el mundo seguiría experimentando una subida media del nivel del mar de 0,4 a 0,6 metros. Con este escenario de continuidad se producirá una subida media del nivel del mar de 0,7 a 1,2 metros para finales del siglo XXI (Horton *et al.* 2014). Tal como indica el último informe del IPCC y múltiples estudios científicos independientes, los glaciares de montaña y las capas de hielo polares ya están perdiendo masa y contribuyen, en promedio, a un aumento del nivel del mar equivalente a 1,85 mm al año (Bamber *et al.* 2018).

A medida que se transporta más agua dulce al océano por el deshielo estacional del permafrost, el desprendimiento de icebergs, el deshielo de glaciares y capas de hielo, junto con otras descargas fluviales, el aumento de sedimento, carbono y otros nutrientes afectará a la productividad primaria de las regiones polares en la cadena alimentaria marina. La fuente y la calidad de los alimentos para los organismos superiores cambiarán, con una productividad primaria mucho menor procedente de las algas relacionadas con el hielo, de modo que las especies de niveles tróficos superiores, como el krill y los peces, se verán afectadas (Alsos *et al.* 2016; Frey *et al.* 2016). Esto, combinado con las especies invasoras que se están trasladando a recientes condiciones tolerables y sus posibles amenazas, exige que los seres humanos se adapten a nuevos medios de subsistencia que sean económicos y culturalmente adecuados, dando lugar a posibles conflictos, especialmente, en lo que respecta al uso de los recursos, la gobernanza, las preocupaciones culturales y las áreas marinas protegidas (Conservation of Arctic Flora and Fauna [CAFF] y Protection of the Arctic Marine Environment [PAME] 2017). Casi todos los glaciares del mundo están perdiendo masa y algunos desaparecerán en las próximas décadas (Kaltenborn, Nellemann y Vistnes eds. 2010; Vaughan *et al.* 2013). Más de mil millones de personas dependen de los glaciares de montaña para el consumo de agua, muchas de estas personas viven en Asia, lugar que cuenta con cerca de 100,000 km^2 de glaciares (Yao *et al.* 2012). Más de 200 millones de personas dependen del agua de las montañas del Hindu Kush en el Himalaya, con cientos de millones más de personas río abajo que se ven afectadas por la reducción de la fiabilidad de las fuentes de agua locales y el aumento de los peligros, como las inundaciones por desbordamiento de los lagos glaciares. Se espera que la afluencia de agua disminuya hacia 2050 en las cuencas del Ganges, el Brahmaputra y el Mekong. Al mismo tiempo, la región Hindu Kush del Himalaya puede esperar una mayor variabilidad de los caudales de agua y más agua en los meses previos al monzón, lo que provocará más inundaciones y sequías. Los Andes ya están experimentando una menor afluencia de agua. Con lo cual, los cambios en la temperatura y las precipitaciones afectarán la agricultura, los recursos hídricos y la salud (Shrestha *et al.* Eds 2015).

Un mayor ajuste a las nuevas realidades garantizará soluciones para el aumento de los niveles de contaminantes que han sido transportados a grandes distancias y que se acumulan en las regiones polares. A pesar de las escasas fuentes industriales locales, los contaminantes ambientales persistentes fueron detectados hace décadas en estos lugares remotos y suponen una importante amenaza para la población local y el medio ambiente a causa de las cadenas alimentarias polares (Andrew 2014). El derretimiento del hielo marino provocará un intercambio de contaminantes orgánicos persistentes entre el aire y el agua en las zonas del Ártico que ya no están cubiertas de hielo. Asimismo, el derretimiento de los glaciares polares y alpinos, de las capas y plataformas de hielo y del permafrost también liberará contaminantes orgánicos persistentes y mercurio, lo que permitirá un mayor intercambio de estos compuestos perjudiciales entre el aire y el suelo (Arctic Monitoring and Assessment Programme [AMAP] 2015; Sun *et al.* 2017). Gracias a las nuevas normativas, los niveles de muchos contaminantes orgánicos persistentes están disminuyendo, pero hay nuevas sustancias químicas que son motivo de mayor preocupación, como los retardantes de llama a base de organofosforados, los ftalatos, algunos siloxanos y algunos plaguicidas utilizados actualmente (AMAP 2017). Igualmente, se han detectado microplásticos en todos los océanos del mundo (Thompson *et al.* 2004; Browne *et al.* 2011), incluso en sedimentos de aguas profundas (Barnes, Walters y Gonçalves 2010) y hasta en el hielo marino del Ártico (Thompson *et al.* 2004; Browne *et al.* 2011; Ivar do Sul y Costa 2014; Obbard *et al.* 2014; Isobe *et al.* 2017; Waller *et al.* 2017).

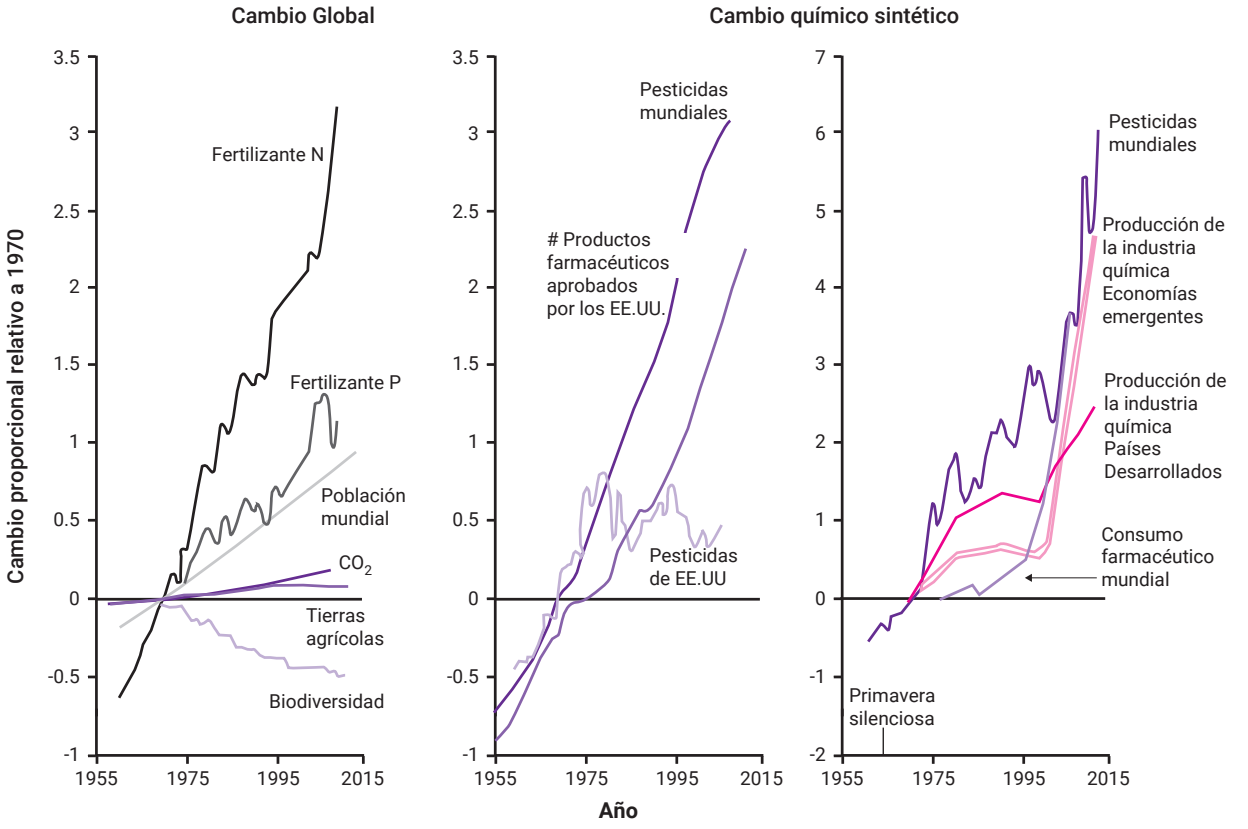
De ahí la necesidad de adelantar más investigaciones para rastrear la distribución y el impacto de los microplásticos en la Antártida, sin embargo, su existencia en el Océano Austral (Isobe *et al.* 2017; Waller *et al.* 2017) y en el Mar de Ross (Cincinelli *et al.* 2017) ya ha sido confirmada.

Los que viven en latitudes altas y en regiones montañosas son vulnerables a los efectos agravantes de la contaminación del aire, a los cambios en el uso y a otros factores, así como a las amenazas del cambio climático. Sin embargo, las personas propias de estas áreas, especialmente, los pueblos indígenas que han habitado las regiones árticas y montañosas durante milenios, tienen un rico conocimiento sobre su entorno que proporciona ideas cruciales para crear estrategias de adaptación eficaces (Magga *et al.* Eds 2009; Nakashima *et al.* 2012).

4.3.3 Químicos

Las sociedades modernas producen y habitan el entorno haciendo la utilización más intensiva de productos químicos que jamás haya experimentado el ser humano. Hoy en día se estima que hay más de 100.000 sustancias químicas en el mercado de la sociedad moderna (European Chemicals Agency [ECHA] 2018), lo cual conlleva a que se considere la contaminación química como una amenaza global (Barrows, Cathey y Petersen 2018). Entre las categorías más comunes de productos químicos se encuentran los productos farmacéuticos y veterinarios, los pesticidas, los antibióticos, los retardantes de llama, los plastificantes y los nanomateriales (Tijani *et al.* 2016). Incluso los productos químicos más conocidos que han sido utilizados durante generaciones en la agricultura y la industria, se utilizan ahora de forma tan intensa y en concentraciones tales que requieren programas responsables de seguimiento y evaluación (**Figura 4.7**) (Bernhardt, Rossi y Gessner 2017).

Figura 4.7: Intensificación química entre 1955-2015



Fuente: Bernhardt, Rossi y Gessner (2017).

La contaminación química mundial se ha planteado, no solo en los llamamientos de atención, pero también en las evaluaciones del cambio global, como un problema que requiere medidas urgentes: en todos los estudios pertinentes se incluyen llamamientos a una participación más activa de los gobiernos y de la industria y a una mayor investigación (UNEP 2012; Stehle y Schulz 2015; Bernhardt, Rossi y Gessner 2017). Sin embargo, las capacidades de asimilación de las cargas químicas se clasifican en gran medida como indeterminadas y luego se ignoran, incluso en los esfuerzos para despertar la preocupación por los problemas ambientales del planeta (Diamond *et al.* 2015; Steffen *et al.* 2015). La dimensión global de la contaminación química se manifiesta cuando estas sustancias se extienden a los entornos más remotos del planeta, incluidas las regiones polares (Andrew 2014), las altas cumbres de las montañas (Ferrario, Finizio y Villa 2017) y a los océanos más profundos. Contaminantes orgánicos persistentes fueron detectados en la fauna a más de 10.000 metros de profundidad en la Fosa de las Marianas en el Océano Pacífico (Jamieson *et al.* 2017). Sin embargo, en la actualidad se están realizando esfuerzos en los países desarrollados para llevar a cabo programas regulares de vigilancia a fin de mitigar el impacto de los productos químicos en la salud humana y ambiental, especialmente, aquella proveniente de los plaguicidas (Brouwer 2018).

Algunos productos químicos que son persistentes, tóxicos y bioacumulables, y que pueden recorrer largas distancias, están incluidos en las listas de los convenios internacionales, como el Convenio de Estocolmo (contaminantes orgánicos persistentes) y el Convenio de Minimata (mercurio), pero las pruebas científicas demuestran que un mayor número de productos químicos que se comercializan regularmente presentan las mismas propiedades que los contaminantes orgánicos persistentes regulados (Strempel *et al.* 2012). Innumerables productos químicos recientes, así como productos químicos antiguos de poco conocimiento, se encuentran sin algún tipo de regulación a pesar de la sospecha de los efectos adversos que tienen (Petrie, Barden y Kasprzyk-Hordern 2015; Ferrario, Finizio y Villa 2017).

De inicio a fin, los productos farmacéuticos son comúnmente manipulados, con más de 200 distintas sustancias reportadas en las aguas fluviales a nivel mundial (Petrie, Barden y Kasprzyk-Hordern 2015). La resistencia bacteriana a los antibióticos ha evolucionado y se ha extendido debido a la mala gestión de los fármacos antibacterianos (Marti, Variatza y Balcazar 2014; Grenni, Ancona y Caracciolo 2017). Investigaciones recientes indican que el desarrollo de resistencia antimicrobiana en los patógenos se acelera y existe en bajas concentraciones de exposición, en presencia de metales pesados y de otros contaminantes que se encuentran habitualmente en los mismos depósitos contaminados (The Lancet Planetary Health 2018). La presencia de estos contaminantes en el medio natural es el resultado del vertido de aguas residuales de plantas de tratamiento que no están equipadas para eliminar eficazmente estos compuestos peligrosos (Petrie, Barden y Kasprzyk-Hordern 2015) y de la mala gestión de su uso para la producción agrícola, especialmente, en el ganado (Hamscher y Bachour 2018).

Los efectos de algunas sustancias químicas que alteran el sistema endocrino son, especialmente, preocupantes debido a los posibles efectos multigeneracionales sobre la salud de los seres humanos y la fauna silvestre (Gore *et al.*2015). La actividad o alteración endocrina se ha asociado con una amplia variedad de compuestos, incluidos algunos contaminantes orgánicos persistentes (Kabir, Rahman y Rahman 2015) y productos químicos industriales (UNEP y WHO 2013), los cuales están presentes en muchos plaguicidas diseñados para interferir en los ciclos vitales de los organismos, razón por la cual resultan muy valorados (Gore *et al.* 2015). También se le ha atribuido un potencial de alteración endocrina a ciertas sustancias químicas presentes en los plásticos manufacturados (Schug *et al.* 2016), por ejemplo, productos utilizados cotidianamente, entre los que se encuentran los cosméticos, los envases plásticos y los limpiadores y pesticidas domésticos, pueden contener compuestos tóxicos que interfieren en la salud humana y en el medio ambiente. Abordar la problemática de las sustancias químicas en los productos puede ofrecer nuevas oportunidades de innovación en materia de química verde y sostenible siendo esta una valiosa oportunidad para mejorar los patrones de consumo y producción sostenible y el pensamiento de ciclo de vida. La aplicación del modelo de economía circular a la producción y el consumo de productos químicos podría establecer cierta medida de control pasando desde la extracción de materias primas, al diseño, la formulación, la producción, el uso y la eliminación final de las sustancias y los productos que las personas utilizan (Roschangar, Sheldon y Senanayake 2015). Las sustancias químicas de los productos de uso cotidiano, así como los disruptores endocrinos y los nanomateriales, han sido identificados como áreas políticas emergentes en el marco del Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de los Productos Químicos (SAICM, por sus siglas en inglés) (UNEP 2013b). Los plaguicidas altamente peligrosos, utilizados en las prácticas agrícolas de los países en desarrollo, es otra de las cuestiones que aborda el SAICM. Los enfoques alternativos se basan en las prácticas agroecológicas para promover la sustitución de los plaguicidas peligrosos por enfoques de gestión de plagas y productos que suponen un menor riesgo (FAO y WHO 2016), así como la reducción de la demanda y las alternativas no químicas.

La nanotecnología, al disminuir el tamaño de las partículas de los materiales y aumentar su reactividad, puede proveer un material de algunas propiedades interesantes, pero que pueden terminar siendo tóxicas (Schulte *et al.* 2016). De ahí que aún continúen existiendo una serie de preguntas sobre la toxicidad de las nanopartículas para los seres humanos y el medio ambiente, pero la comparación de los nanomateriales de cierto tamaño y forma con asbesto sugiere un potencial toxicológico similar (Nagai y Toyokuni 2012; Allegri *et al.* 2016).

Incluso, ciertas sustancias consideradas bajo control en algunas regiones, pueden distribuirse en los países en desarrollo sin ninguna orientación sobre las cuestiones de salud, seguridad y uso adecuado. El informe Perspectivas de los Productos Químicos en el Mundo (UNEP 2013b; UNEP 2013c) estima que los costos totales de los plaguicidas relacionados con la salud -los costos de la inacción- para los pequeños agricultores del África Subsahariana entre 2015 y 2020 ascienden a 90.000 millones de dólares, esto suponiendo que se mantenga un escenario de capacidad inadecuada para la gestión de los plaguicidas.

Por lo tanto, es fundamental realizar más estudios que evalúen los efectos combinados de las mezclas químicas, además de comprender los efectos acumulativos de las mismas en el largo plazo. Igualmente, se necesita más información sobre los vínculos causales entre las exposiciones a determinadas sustancias químicas y los efectos sanitarios relacionados (The Lancet Planetary Health 2018). Es esencial promover alternativas más seguras y sostenibles al uso de productos químicos, especialmente, en lo relacionado con alternativas biodegradables para los plásticos, así como una gestión de los productos químicos desde el origen. La disponibilidad de instituciones como de instrumentos, así como una coordinación a través de los organismos de las Naciones Unidas son los objetivos del SAICM. El costo de la inacción para la sociedad mundial es elevado si no se toman medidas para desintoxicar el medio ambiente y crear un futuro químico seguro para las próximas décadas (UNEP 2013c).

4.3.4 Desechos y aguas residuales

El informe Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos (UNEP 2015) estima que la generación total de residuos "urbanos", incluyendo los residuos sólidos municipales, los residuos comerciales e industriales y los residuos de la construcción y la demolición, se sitúan en torno a los 7.000 -10.000 millones de toneladas al año. Aunque las tasas de generación de residuos se están estabilizando en las regiones desarrolladas, se espera que Asia y África contribuyan con cantidades significativas a la generación mundial de residuos durante el próximo siglo (UNEP 2015).

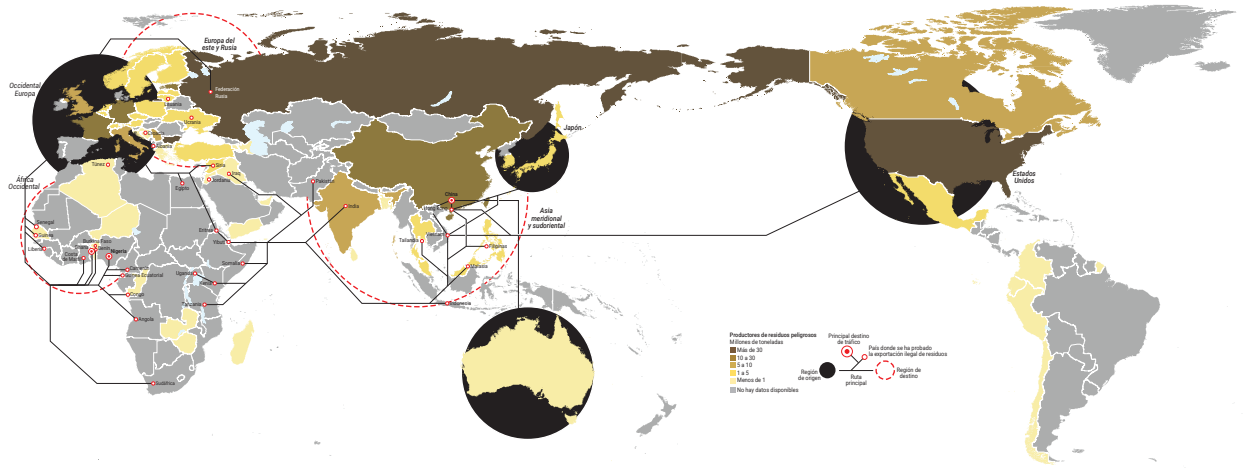
El GEO-6 destaca los principales retos de la gestión de residuos a nivel mundial, los cuales son coherentes con las evaluaciones regionales preparadas para este y priorizadas en la Perspectiva Mundial sobre la Gestión de Residuos (UNEP 2015), entre estos se encuentran los residuos alimentarios, la basura marina, el tráfico de residuos y la delincuencia, así como la creciente disparidad en la gestión de residuos entre países desarrollados y en desarrollo.

Aproximadamente, un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se desperdicia o se pierde anualmente, lo que supone un costo financiero de entre 750.000 millones y 1 billón de dólares (FAO 2013; FAO 2015; UNEP 2015). Este desperdicio de alimentos podría alimentar a más de 2.000 millones de personas, más del doble del número de personas desnutridas que se ha estimado en todo el mundo (FAO 2013). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos provocan emisiones innecesarias de gases de efecto invernadero, cuyo valor se estimó para 2007 en el equivalente de 3,3 gigatoneladas de CO_2, es decir, alrededor del 9% del total de las emisiones mundiales de GEI de ese año (UNEP 2015). Esta estimación no tiene en cuenta las emisiones de GEI como resultado de los cambios en el uso de la tierra, las cuales serían de un 25-40% mayores para aquellas procedentes de los desechos alimentarios. Incluso no contando el cambio en el uso de la tierra, si las pérdidas y el desperdicio de alimentos ocurrieran en un solo país, este se situaría como el tercer país del mundo en cuanto a emisiones de CO_2 (FAO 2013).

Con la creciente demanda mundial de recursos, el mercado de residuos, desde la recogida hasta el reciclaje, se ha convertido en un sector económicamente viable estimado en 410.000 millones de dólares al año. En un contexto de aumento de los costos para la eliminación segura de los residuos peligrosos, de debilidad en la normativa ambiental y de su aplicación, y de creciente escasez de recursos, este mercado crea oportunidades para el tráfico de residuos y actividades ilegales. Esto es evidente en la gran cantidad de residuos, a menudo peligrosos, que se exportan ilegalmente a los países en desarrollo, con el potencial de causar impactos y, desplazamientos, significativos (**Figura 4.8**) (Rucevska *et al.* 2015). El tráfico ilegal de equipos eléctricos y electrónicos al finalizar de su vida útil también se ha convertido en un tema de preocupación mundial (UNEP 2015; UNEP 2016b).



Figura 4.8: Tráfico ilegal de desechos a nivel mundial

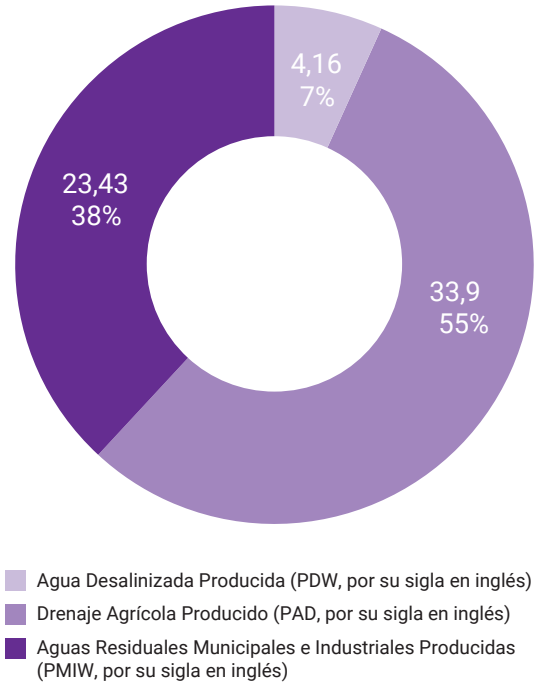


Fuente: Pravettoni (2015).

Los países desarrollados han avanzado en sus sistemas de gestión de residuos hasta el punto de poder considerar estrategias para integrar nuevos y complejos tipos; impulsar el consumo y la producción sostenibles; avanzar hacia esquemas de residuos casi nulos y hacia una economía circular; y la adopción de tecnologías emergentes y, potencialmente, disruptivas en la gestión de estos. Los países en desarrollo continúan lidiando con problemas básicos de gestión de residuos, como el vertido incontrolado, la quema al aire libre y un acceso inadecuado a los servicios de disposición final. Según estimaciones de las Naciones Unidas, a nivel mundial, 3.000 millones de personas carecen de acceso a instalaciones controladas de eliminación de desechos, lo cual tiene el potencial de causar importantes impactos ambientales, sociales y económicos producto de una mala gestión (UNEP 2015). En los primeros siete meses de 2016, un estimado de 750 personas murieron debido a la mala gestión de los desechos en los rellenos sanitarios (International Solid Waste Association [ISWA] 2016). A principios de 2017, aproximadamente, 115 personas murieron en un deslizamiento de desechos en Addis Abeba, Etiopía (Gardner 2017), y 16 personas murieron en el colapso del relleno sanitario de Hulene en febrero de 2018 en Maputo, Mozambique. Un alto porcentaje de las muertes fueron mujeres. En los países en desarrollo, estos rellenos sanitarios suelen ser el hogar de millones de recicladores informales (ISWA 2016; Duan, Li y Liu 2017). Si bien los países desarrollados persiguen los ideales de reducción de desechos, de una economía circular y de una mayor eficiencia de los recursos, los países en desarrollo no deben quedarse atrás.

Cualquier plan de economía circular incorpora las aguas residuales en su diseño, esto incluye las aguas residuales humanas, los afluentes industriales y las corrientes agrícolas y urbanas (Mateo-Sagasta *et al.* 2013). La agricultura es el principal contribuyente, ya que representa el 79% de las aguas residuales producidas en las zonas áridas de Asia Occidental, las cuales son vertidas directamente al medio ambiente (**Figura 4.9**) (AbuZeid y Elrawady 2014). Se estima que en 2015, el 68% de la población mundial utilizó algún tipo de servicios básicos de saneamiento (WHO y UNICEF, 2017). Sin embargo, el 34% de los servicios de saneamiento y aguas residuales rurales y solo el 26% de los urbanos evitan realmente el contacto humano con los excrementos a lo largo de toda la cadena de saneamiento de manera eficaz (United Nations World Water Assessment Programme [WWAP] 2017). Más aún, el 80% de todas las aguas residuales que se producen en el mundo se vierten al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento, es decir, aguas residuales contaminadas con materia fecal humana, así como con todos los productos farmacéuticos y disruptores endocrinos que actualmente amenazan la salud humana y los ecosistemas (WWAP 2017). Si bien las aguas residuales son un recurso considerable de agua y nutrientes, estas presentan riesgos para la salud pública y la integridad del medio ambiente si no se gestionan de manera adecuada. Brotes significativos de enfermedades y mortalidad asociada (Saxena, Kaushik y Krishna Mohan 2015; Prüss-Ustün *et al.* 2016), la eutrofización (Lewandowski *et al.* 2015) y la salinización del suelo en las tierras áridas (Qadir *et al.* 2014) se reportan como los principales desafíos asociados a las aguas residuales mal gestionadas.

Figura 4.9: Recursos hídricos no convencionales de Asia Occidental (por año)



Fuente: Abuzeid *et al.* (2014).

4.4 Recursos y materiales

4.4.1 Uso de recursos

Un uso sostenible de recursos requiere de una buena gestión de los recursos renovables, con el objetivo de reciclar los recursos no renovables, llegando así al concepto de economía circular en el que un residuo, considerado como el subproducto de un proceso, se convierte en materia prima para otro proceso. En una economía circular, es fundamental el uso eficiente de los recursos a lo largo de todo su ciclo de vida: desde la extracción hasta la fabricación, pasando por el consumo y el uso, hasta el reciclaje y la reutilización (Ellen MacArthur Foundation 2012; European Commission 2015).

A partir del siglo XX, la explotación de los recursos ha crecido considerablemente, especialmente, de los metales, como el hierro y el cobre y de los minerales, como la arena y la piedra caliza para el cemento. Siguiendo una sola narrativa, la exploración y extracción de combustibles fósiles y su consumo, ejemplifican los grandes avances de la sociedad moderna. Sin embargo, la explotación de los combustibles fósiles también ha creado grandes desafíos, ya que su consumo ha llevado a escalas cada vez mayores de explotación de recursos, provocando preocupación por las consecuencias acumulativas y globales de dichas actividades, así como por los daños locales (Rockström *et al.* 2009).

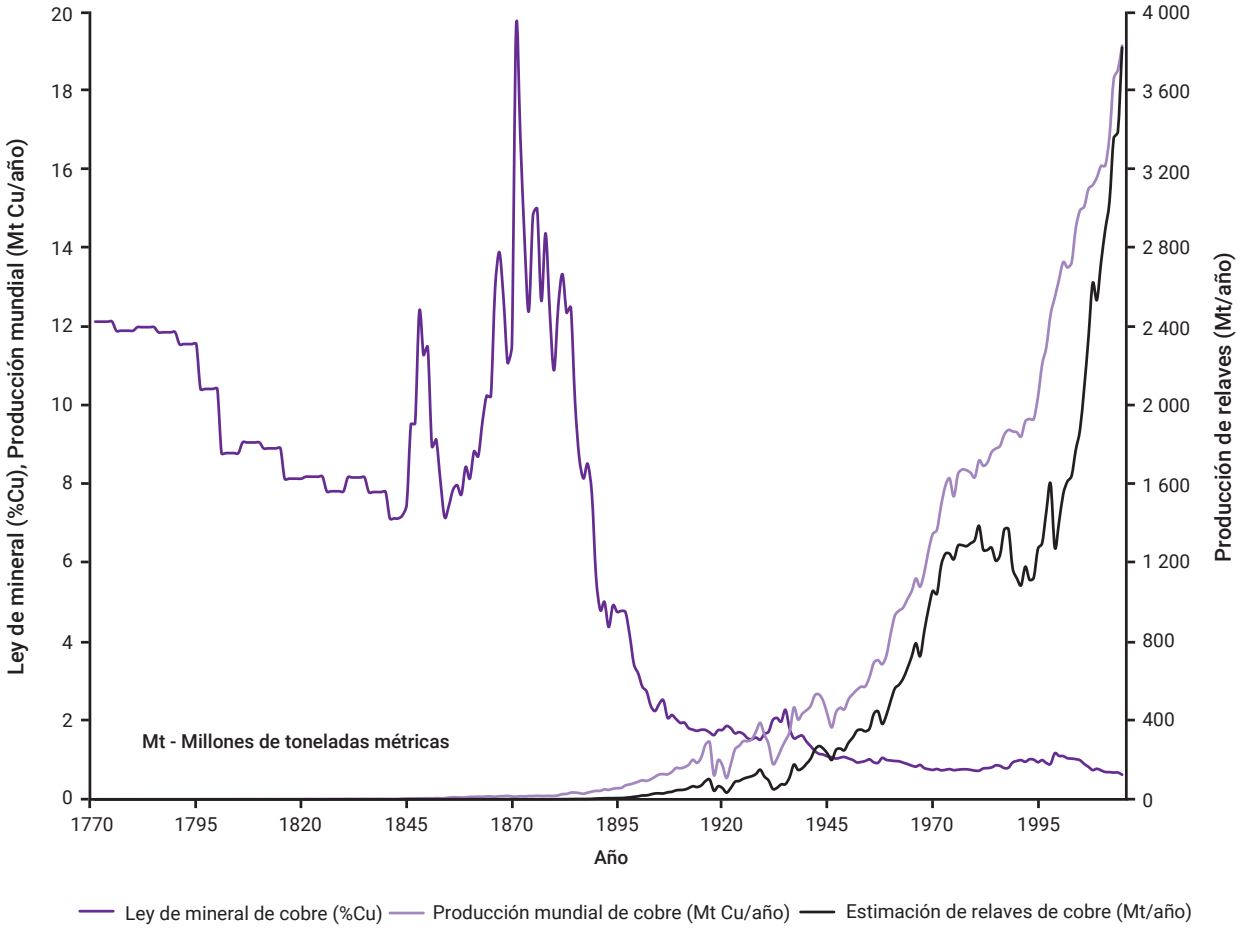


Tradicionalmente, el descubrimiento de depósitos nuevos y accesibles de recursos no renovables ha mantenido el ritmo de la extracción creciente e incluso ha superado a la misma, por lo que la preocupación por el agotamiento de esos recursos no se consideraría de gran importancia (Mudd, Weng y Jowitt 2013; Mudd y Jowitt 2014; Weng *et al.* 2015; Mudd y Jowitt 2017). Sin embargo, como medida de su calidad, los grados de la mayoría de los minerales minados están en declive gradual, lo que significa que los minerales más fáciles y económicamente refinados ya han sido explotados (Ruth 1995; Mudd 2010). La extracción y el procesamiento de mayores cantidades de mineral de baja ley es necesaria para satisfacer la demanda mundial, según demuestra el seguimiento de la explotación de los yacimientos de cobre (**Figura 4.10**).

Cuando los descensos de la ley del mineral son combinados con mayores escalas de proyectos necesarios para extraer suficientes minerales que satisfagan la demanda del mercado, los riesgos que amenazan el entorno natural son mayores. Cada vez se despeja más tierra, o simplemente se retira y se envía, como ilustra la eliminación de la cima de la montaña. Grandes volúmenes de residuos mineros se acumulan, con metales pesados y agentes reactivos que se recombinan en compuestos nocivos. Los riesgos de contaminación del agua aumentan, especialmente, por el drenaje ácido y metalúrgico; las amenazas a la biodiversidad se vuelven más complejas; la demanda de energía se intensifica, junto con las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas (Norgate y Haque 2010). Para satisfacer las demandas globales en 2014, los metales globales y la industria minera produjeron alrededor de 90 mil millones de toneladas de residuos mineros, excluyendo los materiales de construcción (Mudd y Jowitt 2016). Esta escala de minería masiva requiere un enfoque agudo en la evaluación, el seguimiento y la gestión ambiental para la extracción de recursos primarios (Hudson-Edwards 2016; Mudd y Jewitt 2016). En la actualidad, gran parte de los residuos mineros están almacenados, expuestos a condiciones ambientales y de gestión cambiantes. La ruptura de la presa de relaves de Samarco en Brasil en 2015, entre otros sucesos, demostró cómo las estrategias de almacenamiento a largo plazo no resultan en soluciones (Philips 2016; Roche, Thygesen y Baker 2017).

Algunos recursos mineros están ampliamente distribuidos por todo el mundo, como la arena, el oro, el cobre y el plomo-zinc; otros recursos, como el níquel, los elementos de tierras raras y el fósforo, se concentran en un pequeño número de países. Dada la contribución fundamental de los recursos minerales a los sistemas sociales, las tecnologías y las infraestructuras modernas, es necesario evaluar su papel en la sociedad moderna. Este enfoque analítico se conoce como criticidad, el cual consiste en el examen de las posibles implicaciones de la interrupción del suministro, la sustitución de recursos, la reciclabilidad y los impactos ambientales (Graedel *et al.* 2015) por ejemplo, muchos metales como el hierro, el cobre, el oro y el plomo son reciclables. Otros minerales, tales como como el fósforo, se dispersan en los

Figura 4.10: Ejemplo de disminución de la ley del mineral a lo largo del tiempo para la minería del cobre, mostrando su producción mundial anual y la estimación anual de los residuos generados



Source: Ruth (1995); Crowson (2012); Mudd, Weng y Jowitt (2013); Mudd y Jowitt (2016).

suelos y en las masas de agua y, en última instancia, se arrastran y se pierden para cualquier uso posterior. Ese tipo de disipación del mineral hace saltar las alarmas sobre el eventual agotamiento del recurso esencial (Ciacci *et al.* 2015; Nassar, Graedel y Harper 2015).

Por el contrario, cuando se recicla un metal, los riesgos ambientales suelen ser mucho menores. Por ejemplo, la fabricación de un producto a partir de aluminio reciclado utiliza una vigésima parte de la energía que se usaría en la producción de aluminio primario. En el caso de la economía circular, esto significa que el reciclaje debería conducir a una reducción de las presiones y los riesgos ambientales, principalmente, debido a la disminución de las necesidades de energía y materias primas (Wernick *et al.* 1996; Wernick y Ausubel 1997; Balke *et al.* 2017). El enfoque de una economía circular se concentra en un buen diseño de productos o infraestructuras, así como en los sistemas establecidos para controlar el uso de recursos, los residuos y las repercusiones medio ambientales (Ghisellini, Cialani y Ulgiati 2016). Otras estrategias pueden incluir variaciones de upcycling o reciclaje: Rechazar, repensar, reducir, reutilizar, reparar, reacondicionar, refabricar y reutilizar. En este caso, la educación ambiental y de sostenibilidad es crucial.

Un aspecto importante que surge del uso de los recursos se relaciona con que los costos ambientales y sociales suelen ser mayores durante la extracción, cuando se despeja la tierra o se desplaza a las poblaciones, mientras que los mayores beneficios se obtienen en el otro extremo de la cadena de suministro. Para apreciar plenamente la relación costo-beneficio y el valor real de un producto, es importante tener en cuenta las consecuencias medio ambientales del comercio mundial de recursos, incluidas las repercusiones para las comunidades locales en sus zonas de extracción. Cada vez es mayor el interés por rastrear los orígenes y los valores añadidos de los recursos suministrados a través de la gestión sostenible de la cadena de suministro. Esta trazabilidad apoya la adopción de medidas en relación con cuestiones como los minerales conflictivos, los residuos químicos y farmacéuticos, la contaminación de los alimentos y el comercio ilegal de especies amenazadas (Mundy y Sant 2015; Paunescu, Stark y Grass 2016; Tijani *et al.* 2016; Sauer y Seuring 2017). La disponibilidad y distribución de este tipo de información define una conexión entre el proveedor y el consumidor y fomenta la adopción de opciones para un uso más sostenible de los recursos. Sin embargo, investigaciones recientes indican que la humanidad ha sobrepasado el espacio operativo seguro para ciertos sistemas planetarios, concretamente el cambio climático, la tasa de pérdida de biodiversidad y el flujo biogeoquímico del ciclo del nitrógeno (Rockström *et al.* 2009; Steffen *et al.* 2015). Algunos análisis actualizados añadirían el fósforo a esa lista de excesos (Carpenter y Bennett 2011; Cordell y Neset 2014).

Por tanto, las presiones sobre nuestro planeta han llevado a la sociedad global a una encrucijada decisiva: la continuación de un modelo de proceso convencional de "extraer-hacer-usar-descartar" a través de una economía lineal o la transformación hacia una economía circular en la que la sociedad se centre en todo el ciclo de vida del uso y la gestión de los recursos. Aunque algunos expertos consideran que ya puede ser demasiado tarde (Urry 2010; Scheffer 2016), otros sugieren que la transición de una economía lineal con una gestión de recursos de derroche a una economía circular con una gestión de recursos sostenible puede lograrse, pero requiere nuevos conceptos de decrecimiento y una visión económica post-capitalista (Jackson y Senker 2011; Kosoy *et al.* 2012; Krausmann *et al.* 2017).

La transición a una economía circular ofrecerá muchas oportunidades para la innovación y el despliegue de nuevas tecnologías que también ofrecen muchas perspectivas de negocio novedosas. En el fondo, una economía circular requerirá políticas sólidas para contabilizar los recursos y gestionar los residuos a fin de crear una demanda de recursos reciclados y ofrecer una economía sostenible y eficiente en términos de recursos (Ghisellini, Cialani y Ulgiati 2016; Balke *et al.* 2017). El uso de los recursos también está íntimamente relacionado con las tecnologías y políticas energéticas, como por ejemplo, con los materiales necesarios para las distintas tecnologías energéticas renovables, lo que pone de manifiesto la necesidad de considerar los vínculos entre los recursos materiales, la energía y los resultados medio ambientales (Akenji *et al.* 2016; McLellan 2017).

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible entrañan una pugna por los recursos naturales y muchos de ellos exigen un uso eficiente y sostenible, así como la minimización de los impactos asociados, especialmente, de los metales que se consideran fundamentales para las energías renovables y, en consecuencia, para avanzar en las soluciones al cambio climático (Arrobas *et al.* 2017; International Resource Panel 2017).

4.4.2 Energía

En 2015, el consumo mundial de energía alcanzó el equivalente a unos 13.500 millones de toneladas de petróleo (International Energy Agency [IEA] 2018) y se espera que esa cifra aumente a cerca de 19 mil millones de toneladas para el 2040 (IEA 2016). Gran parte de este aumento se atribuye al consumo esperado en las economías en desarrollo que actualmente dependen, en gran medida, de las fuentes de energía fósiles. Esto hace que la eficiencia acelerada sea una estrategia crucial para mitigar los impactos relacionados con la energía. Al mismo tiempo, casi 1.200 millones de personas siguen sin acceso a la electricidad y 2.700 millones siguen recurriendo a los combustibles tradicionales para cocinar y calentarse, exponiéndose a la contaminación concentrada del aire en interiores (AIE 2016). Un mejor acceso a los servicios energéticos modernos no solo está relacionado, estrechamente, con todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus indicadores, incluyendo la seguridad alimentaria, la salud y la educación de calidad. El cambio a formas de energía limpias y eficientes también empodera a las mujeres y a otros grupos marginados responsables de la recolección y quema de combustibles sólidos primitivos (World Energy Council 2016).

La demanda de energía también conduce a la competencia por el agua, la tierra e incluso por los límites atmosféricos; a la distribución no equitativa de estos y otros tipos de capital natural, como los recursos minerales y el acceso a ecosistemas sensibles; y, a procesos que implican diferentes enfoques y que a menudo provocan disputas y conflictos a varios niveles y magnitudes (Rodríguez *et al.* 2013; Jägerskog *et al.* 2014; McLellan 2017).

La competencia entre los biocombustibles y los alimentos vuelve a poner de relieve la necesidad de comprender el nexo entre la energía, los alimentos, el agua y el uso de la tierra (véase el Capítulo 8). Popp *et al.* (2014) analizan el impacto de la producción de biocombustibles en el suministro de alimentos, la salud ambiental y las exigencias del suelo y destacan la necesidad de políticas integradas para gestionar los distintos componentes del nexo entre energía, alimentos, agua y uso de la tierra.

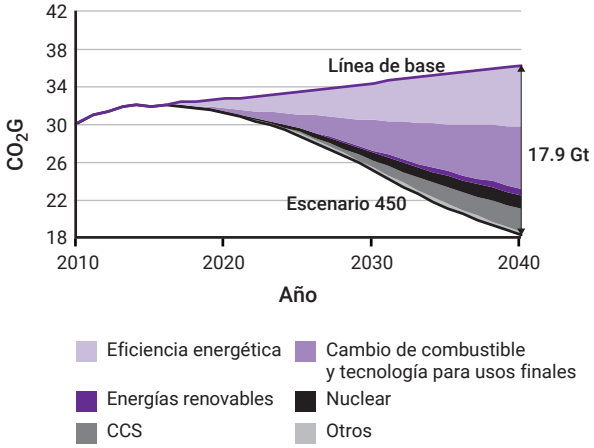
Mientras que las reservas de agua útiles disminuyen, el aumento de la demanda de agua acentúa la necesidad de examinar los vínculos entre el agua y la energía en el contexto de la creciente demanda energética. Jägerskog *et al.* (2014) analizan las compensaciones energéticas y medio ambientales relacionadas con la energía hidroeléctrica. Rodríguez *et al.* (2013) también ofrecen una visión general de las necesidades de agua para generar energía, especialmente en el caso de las centrales térmicas. Copeland y Carter (2017) abordan la necesidad energética para el suministro de agua a los usuarios finales y para la eliminación de las aguas residuales en los Estados Unidos de América.

A escala mundial, las emisiones de gases de efecto invernadero ascendieron a 33 gigatoneladas de CO_2 en 2014 y pueden llegar a 38 gigatoneladas en 2040, debido sobre todo a la quema de combustibles fósiles (IEA 2015). Los datos históricos muestran las tendencias de desvinculación debido a la descarbonización y a la mejora de la eficiencia, pero la tendencia actual sigue indicando un aumento de la temperatura mundial por encima de la meta de 2°C fijada en el Acuerdo de París (**Figura 4.11**) (IEA 2015; United Nations 2015b; IEA 2016). Este probable desbordamiento justifica una acción más audaz.

La economía producto de la transición a fuentes de energía bajas en carbono se ha visto muy favorecida por la drástica reducción del costo de las energías renovables, especialmente de los sistemas eólicos y solares fotovoltaicos.

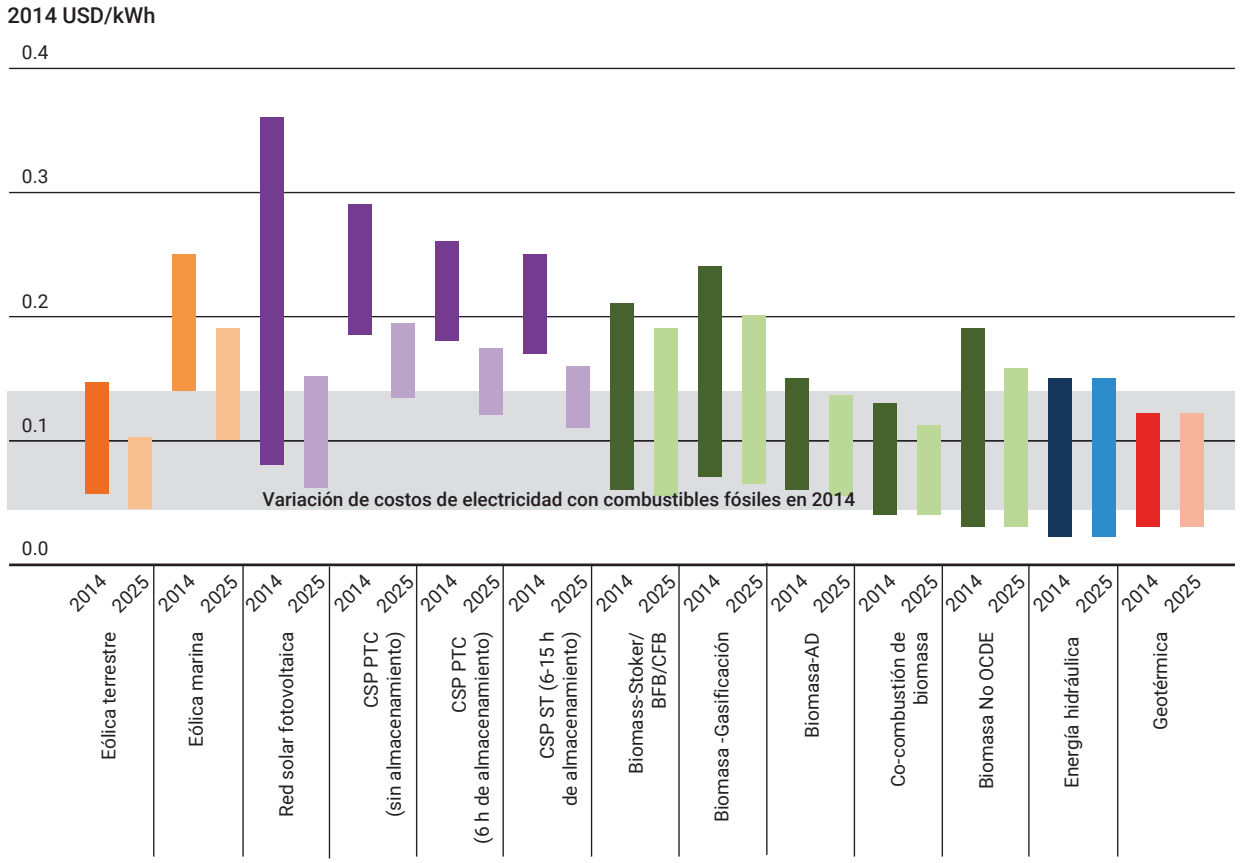
Estos últimos han experimentado un descenso de precios del 23% por cada duplicación acumulada de la producción en los últimos 35 años. En muchos casos, estos costos son ahora más bajos que los de las tecnologías convencionales de generación de electricidad con combustibles fósiles (International Renewable Energy Agency [IRENA] 2015). La posibilidad de mayores reducciones las convierte en la mejor opción económica-ambiental para prácticamente todos los países del mundo antes de 2025 (**Figura 4.12**).

Figura 4.11: Brechas tecnológicas para lograr la la ruta del 2°C



Fuente: IEA (2015).

Figura 4.12: Rangos de costo nivelado de electricidad para diferentes tecnologías de generación de energía renovable, 2014 y 2025



Fuente: IRENA (2015).

La educación es crucial para desarrollar la alfabetización energética. Visto desde la perspectiva de los ODS, esto permite a los individuos aplicar y evaluar medidas para aumentar la eficiencia y la suficiencia energética en sus propias vidas. Igualmente, influye en las políticas públicas relacionadas con la producción, el suministro y el uso de la energía (Aguirre-Bielschowsky *et al.* 2015; UNESCO 2017a).

4.4.3 Sistemas alimentarios

El sistema alimentario mundial es fundamental para el desarrollo sostenible y para muchos de los ODS. La interacción de complejas actividades entre las que se incluyen la agricultura, la pesca, el procesamiento de alimentos, la venta al por menor, la preparación y el consumo, y los múltiples actores intervinientes, lo afectan de forma significativa, así como también a la dinámica ambiental y socioeconómica (UNEP 2016c). La agricultura da trabajo a más del 30% de la mano de obra mundial, en su mayoría en los países en desarrollo, donde el 40% de los pequeños agricultores y trabajadores son mujeres (FAO 2011; FAO 2017a). Los sistemas dominados por pequeños agricultores en los países en desarrollo producen más de la mitad de todas las calorías alimentarias mundiales (Samberg *et al.* 2016) y contribuyen significativamente a la producción de micronutrientes (Herrero *et al.* 2017). 57 millones de personas trabajan en la pesca y la acuicultura, en donde el papel de las mujeres es a menudo invisible y poco reconocido (Koralagama, Gupta y Pouw 2017), con muchas otras más en la fabricación de alimentos y el comercio minorista (FAO 2016). Un gran número de estas mujeres y hombres viven en la pobreza.

Aunque el sistema alimentario produce más que lo suficiente para alimentar adecuadamente a la población mundial, este no está bien distribuido. Más de 800 millones de personas están desnutridas (FAO 2017a) y más de 2.000 millones sufren deficiencias de micronutrientes (Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition 2016). Sin embargo, más de 2.300 millones de personas -aproximadamente un tercio de la población humana- son obesas o sufren de sobrepeso (Abarca-Gómez *et al.* 2017). Las enfermedades relacionadas con la dieta son generalizadas en todo el mundo y, muchas de ellas, como la diabetes de tipo 2, el cáncer colorrectal y las enfermedades cardiovasculares, están asociadas al consumo excesivo de grasas saturadas y alimentos procesados (Monteiro *et al.* 2013; Tilman y Clark 2014; UNEP 2016c). Estas enfermedades son cada vez más frecuentes en los países de ingresos bajos y medios, ya que los productos de proteína animal y con alto contenido en grasas y azúcares son cada vez más accesibles (Popkin 2006; McMichael *et al.* 2007).

La huella ambiental del sistema alimentario mundial es inmensa y se estima que representa el 19-29% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (Vermeulen, Campbell e Ingram 2012). La agricultura es la actividad humana más expansiva del mundo, ya que representa el 38% de la superficie terrestre mundial, y es el principal consumidor de agua dulce, responsable del 70% de las extracciones (FAO 2017a; FAO 2017b). La producción de alimentos es el principal motor de la pérdida de biodiversidad (Kok *et al.* 2014), de la contaminación del aire, el agua dulce y el agua de mar, especialmente en los sistemas agrícolas que hacen un uso intensivo o mal gestionado de pesticidas y fertilizantes químicos (Popp, Potö y Nagy 2013; Sutton *et al.* 2013; Zhang, Zeiss y Geng 2015). Los sistemas de producción de alimentos son también una de las principales fuentes de degradación del suelo y de deforestación (Amundson *et al.* 2015; Vanwalleghem *et al.* 2017; FAO 2017a). Sin embargo, se estima que el sistema mundial de alimentos convierte sólo el 38% de la energía cosechada y el 28% de las proteínas recolectadas en alimentos de consumo, luego de contabilizar las pérdidas de desechos alimentarios, las pérdidas tróficas del ganado y el consumo excesivo por parte de los seres humanos (Alexander *et al.* 2017).

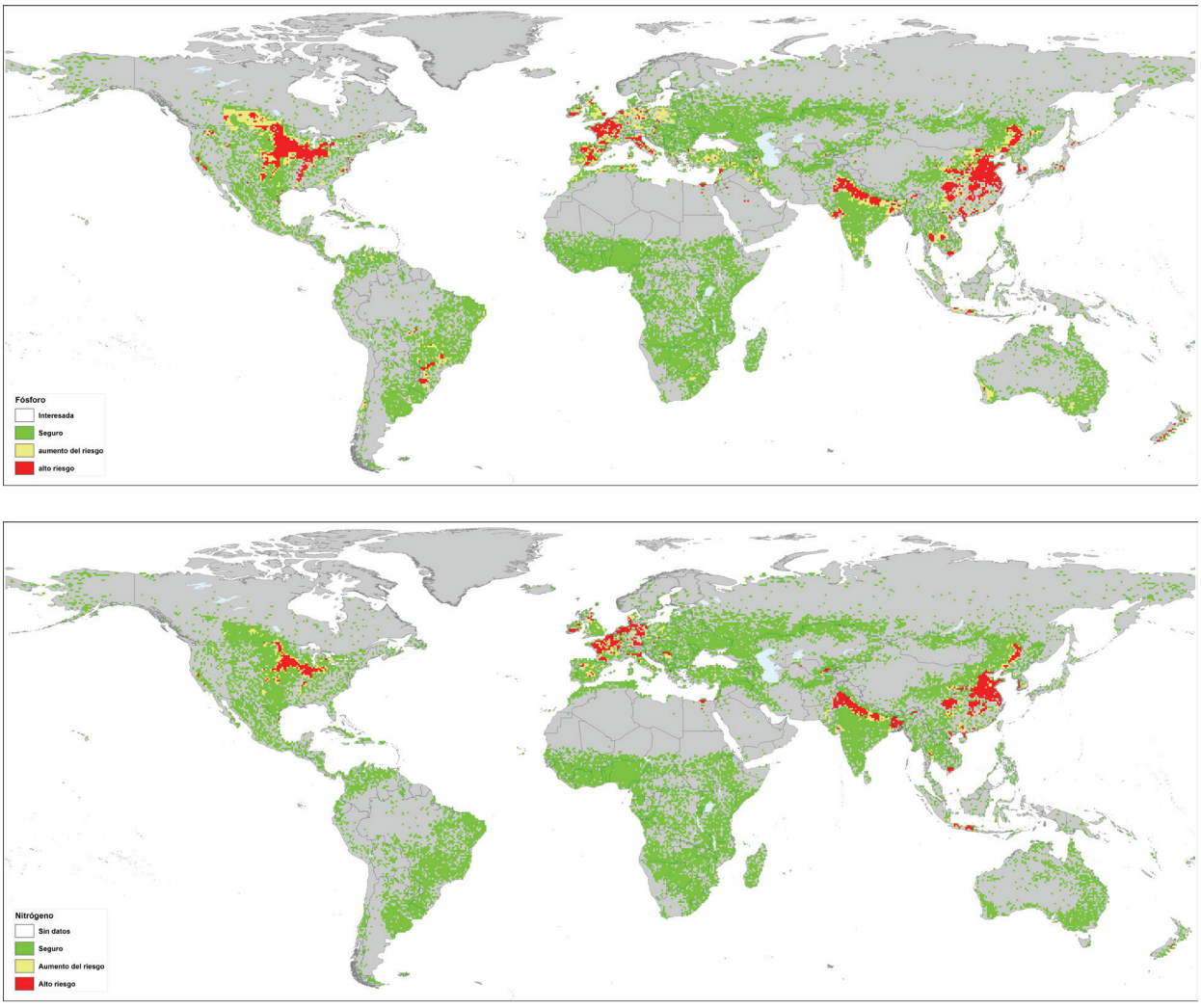
Dentro de la huella medio ambiental del sistema alimentario mundial, las consecuencias de la ganadería son desproporcionadamente grandes, ya que aunque sólo aporta el 18% de las calorías y el 40% de las proteínas al suministro mundial de alimentos, el sector ganadero es responsable de, aproximadamente, la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura (Gerber *et al.* 2013; FAO 2017a) y casi el 80% del uso de la tierra agrícola -un tercio de todas las tierras de cultivo- se utiliza para producir cultivos forrajeros (FAO 2009). Debido al sector ganadero, la producción de alimentos es la principal causa de destrucción del hábitat (Machovina, Feeley y Ripple 2015) y el principal perturbador de los ciclos del nitrógeno y el fósforo que producen la mayor parte de la contaminación de la agricultura (Bouwman *et al.* 2013; Sutton *et al.* 2013). Al igual que con muchas actividades de extracción de recursos, la carga ambiental de la producción de alimentos está localizada y, a menudo, espacialmente dislocada del consumo que impulsa la demanda. Alrededor del 20% de la superficie de cultivo y del uso del agua en la agricultura se destina a productos agrícolas consumidos en otros países (MacDonald *et al.* 2015). Asimismo, la sobreexplotación de las poblaciones de peces silvestres y la acuicultura intensiva tienen efectos perjudiciales para los ecosistemas marinos y terrestres (véase el Capítulo 7).



Las presiones ambientales actuales del sistema alimentario mundial no pueden mantenerse, pero para satisfacer la demanda prevista en 2050, con la eficiencia actual, la producción agrícola mundial tendría que aumentar en un 50% con respecto a los niveles de 2013 (FAO 2017a), con lo cual, el pronóstico se encamina a estimar que la demanda mundial de cultivos aumentará entre un 100-110% en el mismo período (Tilman *et al.* 2011). En la actualidad, los flujos de nitrógeno y fósforo hacia la biosfera y los océanos superan los niveles sostenibles a nivel mundial (**Figura 4.13**) (Steffen *et al.* 2015). En la situación actual, las emisiones agrícolas son incompatibles con la meta del 2°C, razón por la cual, para alcanzar el objetivo del Acuerdo de París será necesario tomar medidas que reduzcan el volumen y la intensidad de las emisiones agrícolas, la cantidad de residuos alimentarios y, sobre todo, la proporción de productos animales en las dietas (Bajželj *et al.* 2014; Hedenus, Wirsenius y Johansson 2014; United Nations 2015b). Aunque los requisitos particulares para el cambio dietético variarán según el contexto nacional, a nivel mundial, las dietas con menores niveles de productos animales y mayores niveles de frutas, verduras, legumbres, cereales integrales y frutos secos son necesarias para cumplir con los objetivos ambientales y nutricionales (Springmann *et al.* 2018).

El sistema alimentario es muy vulnerable a las presiones que se ejercen sobre los servicios ecosistémicos. La pérdida de hábitat está degradando los servicios de los polinizadores, con implicaciones para los cultivos que son importantes para la nutrición humana (Vanbergen 2013; Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services 2016). La degradación de la tierra disminuye el rendimiento de los cultivos y las tasas de abandono de las tierras agrícolas debido a esa degradación parecen haber aumentado (Gibbs y Salmon 2015; United Nations Convention to Combat Desertification 2017). Se cree que el aumento de las temperaturas está disminuyendo el rendimiento de los cultivos en lugar de aumentarlo en ciertas regiones, especialmente, en el caso del trigo y el maíz (Asseng *et al.* 2014; Porter *et al.* 2014; Moore y Lobell 2015; Schauberger *et al.* 2017). Es probable que esta tendencia tenga un efecto cada vez más perjudicial en la agricultura, especialmente, en los países en desarrollo de baja latitud, aunque algunas regiones templadas pueden beneficiarse de temperaturas más cálidas y de temporadas de crecimiento más largas a mediano plazo, si las características del suelo y el agua son correctas (Deryng *et al.* 2014; Porter *et al.* 2014; Zhao *et al.* 2017). La escasez de agua puede limitar la medida en que la expansión del riego puede

Figura 4.13: Distribuciones subglobales y estado actual de las variables de control para: A) los flujos biogeoquímicos del fósforo; B) los flujos biogeoquímicos del nitrógeno



Fuente: Steffen *et al.* (2015).

contrarrestar las amenazas climáticas a los rendimientos de los cultivos; De hecho, puede forzar la reversión a la agricultura de secano en varias regiones importantes productoras de cultivos para finales de este siglo, con consecuencias adicionales para la producción agrícola (Elliott *et al.* 2013). Así como la sobreexplotación ya está comprometiendo las aguas subterráneas de varios acuíferos de gran tamaño fundamentales para la agricultura (Gleeson *et al.* 2012).

4.5 Conclusiones

Esta evaluación del GEO-6 ofrece la oportunidad de identificar cuestiones transversales como puntos de entrada para una mayor comprensión del estado del medio ambiente mundial. Al explorar los 12 temas transversales y la forma en que se relacionan con los temas del sistema de la Tierra, el GEO puede demostrar cuáles de dichos temas y nexos exigen soluciones sinérgicas con el objetivo de lograr un verdadero cambio transformador.

Referencias

Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z.A., Hamid, Z.A., Abu-Rmeileh, N.M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C. et al (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. The Lancet 390(10113), 2627–2642. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3.

AbuZeid, K., Elrawady, M., CEDARE y Arab Water Council (2014). 2nd Arab State of the Water report 2012. http://www.arabwatercouncil.org/images/Publications/Arab_state/2nd_Arab_State_of_the_Water_Report.pdf.

Achterberg, P. E. (2014). Grand challenges in marine biogeochemistry. Frontiers in Marine Science 1(7), 1-5. https://doi.org/10.3389/fmars.2014.00007.

Adger, W.N., Pulhin, J.M., Barnett, J., Dabelko, G.D., Hovelsrud, G.K., Levy, M. *et al.* (2014). Human security. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Aspectos mundiales y sectoriales. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M. *et al* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 12. 755-791. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap12_FINAL.pdf.

African Union (2009). African Union Convention for the Protection and Assistance of Internally Displaced Persons in Africa (Kampala Convention). Kampala https://au.int/en/treaties/african-union-convention-protection-and-assistance-internally-displaced-persons-africa.

Agarwal, B. (2010). *Gender and Green Governance: The Political Economy of Women's Presence.* Oxford: Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/gender-and-green-governance-9780199569687?cc=ke&lang=en&#.

Siebenhüner, B. (2015). The power of numbers in gender dynamics: Illustrations from community forestry groups. *The Journal of Peasant Studies* 42(1), 1-20. https://doi.org/10.1080/03066150.2014.936007.

Aguilar, L., Granat, M. y Owren, C. (2015). *Roots for The Future: The Landscape and Way Forward on Gender and Climate Change.* Washington, D.C: International Union for Conservation of Nature and Global Gender Office. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2015-039.pdf.

Aguirre-Bielschowsky, I., Lawson, R., Stephenson, J. y Todd, S. (2015). Energy literacy and agency of New Zealand children. *Environmental Education Research* 23(6), 832–854. https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1054267.

Akenji, L., Bengtsson, M., Bleiswitz, R., Tukker, A. y Schandl, H. (2016). Ossified materialism: Introduction to the special volume on absolute reductions in materials throughput and emissions. *Journal of Cleaner Production* 132, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.071.

Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Finnigan, J., Moran, D. y Rounsevell, M.D.A. (2017). Losses, inefficiencies and waste in the global food system. *Agricultural Systems* 153, 190-200. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.014.

Allegri, M., Bianchi, M.G., Chiu, M., Varet, J., Costa, A.L., Ortelli, S. *et al.* (2016). Shape-related toxicity of titanium dioxide nanofibres. *PLoS One* 11(3), e0151365. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151365.

Alsos, I.G., Ehrich, D., Seidenkrantz, M.S., Bennike, O., Kirchhefer, A.J. y Geirsdottir, A. (2016). The role of sea ice for vascular plant dispersal in the Arctic. *Biological Letters* 12(9). http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2016.0264.

Amundson, R., Berhe, A.A., Hopmans, J.W., Olson, C., Sztein, A.E. y Sparks, D.L. (2015). Soil and human security in the 21st century. *Science* 348(6235), 1261071. https://doi.org/10.1126/ science.1261071.

Andrew, R. (2014). *Socio–Economic Drivers of Change in the Arctic. AMAP Technical Report No.9.* Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme. https://www.amap.no/documents/download/3011.

Angelsen, A. y Dokken, T. (2018). Climate exposure, vulnerability and environmental reliance: A cross-section analysis of structural and stochastic poverty. *Environment and Development Economics* 23(3), 257-278. https://doi.org/10.1017/S1355770X18000013.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2015). *Summary for Policy-makers: Arctic Pollution Issues 2015. Persistent Organic Pollutants; Radioactivity in the Arctic; Human Health in the Arctic.* Oslo. https://www.amap.no/documents/download/2222.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2017). *AMAP Assessment 2016: Chemicals of Emerging Arctic Concern.* Oslo. https://www.amap.no/documents/download/3003.

Arneth, A., Sitch, S., Pongratz, J., Stocker, B.D., Ciais, P., Poulter, B. *et al.* (2017). Historical carbon dioxide emissions caused by land-use changes are possibly larger than assumed. *Nature Geoscience* 10(2), 79–84. https://doi.org/10.1038/ngeo2882.

Arrobas, D., Hund, K., Mccormick, M., Ningthoujam, J. y Drexhage, J. (2017). *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future.* Washington, D.C: World Bank. http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf.

Asseng, S., Ewert, F., Martre, P., Rötter, R.P., Lobell, D.B., Cammarano, D. *et al.* (2014). Rising temperatures reduce global wheat production. *Nature Climate Change* 5(2), 143-147. 10.1038/nclimate2470.

Ayres, J.G., Harrison, R.M., Nichols, G.L. y Maynard, R.L. (eds.) (2010). *Environmental Medicine.* London: CRC Press. https://www.crcpress.com/Environmental-Medicine/Ayres-Harrison-Nichols-Maynard-CBE/p/book/9780340946565.

Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E. *et al.* (2014). Importance of food–demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change* 4( ), 924-929. https://doi.org/10.1038/nclimate2353.

Balke, V., Evans, S., Rabbiosi, L. y Monnery, S.A. (2017). Promoting circular economies. En *Green Industrial Policy: Concept, Policies, Country Experiences.* Altenburg, T. y Assmann, C. (eds.). Nairobi: United Environment Environment Programme. chapter 8. 120-133. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22277/Green_industrial_policy.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Bamber, J.L., Westaway, R.M., Marzeion, B. y Wouters, B. (2018). The land ice contribution to sea level during the satellite era. *Environmental Research Letters* 13(6), 063008. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac2f0.

Barnes, D.K., Walters, A. y Gonçalves, L. (2010). Macroplastics at sea around Antarctica. *Marine Environmental Research* 70(2), 250-252. https://www.doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.05.006.

Barrows, A.P.W., Cathey, S.E. y Petersen, C.W. (2018). Marine environment microfiber contamination: Global patterns and the diversity of microparticle origins. *Environmental Pollution* 237, 275-284. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.062.

Barth, M. y Rieckmann, M. (2016). State of the art in research on higher education for sustainable development. En *Routledge Handbook of Higher Education for Sustainable Development.* Barth, M., Michelsen, G., Thomas, I. y Rieckmann, R. (eds.). London: Routledge. chapter 7. 100-113. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781317918110/chapters/10.4324%2F9781315852249-18

Bernhardt, E.S., Rossi, E.J. y Gessner, M.O. (2017). Synthetic chemicals as agents of global change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15 (2), 84–90. https://doi.org/10.1002/fee.1450.

Bettencourt, L. (2013). The origins of scaling in cities. *Science* 340(6139), 1438-1441. https://doi.org/10.1126/science.1235823.

Biberhofer, P., Lintner, C., Bernhardt, J. y Rieckmann, M. (2018). Facilitating work performance of sustainability-driven entrepreneurs through higher education. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation.* https://doi.org/10.1177/1465750318755881.

Bliss, A., Hock, R. y Radić, V. (2014). Global response of glacier runoff to twenty-first century climate change. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 119(4), 717-730. https://doi.org/10.1002/2013JF002931.

Bouwman, L., Goldewijk, K.K., Van Der Hoek, K.W., Beusen, A.H.W., Van Vuuren, D.P., Willems, J. *et al.* (2013). Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(52), 21195-21196. https://doi.org/10.1073/pnas.1012878108.

Bradshaw, S. y Fordham, M. (2015). Double disaster: Disaster through a gender lens. En *Hazards, Risks and Disasters in Society.* London: Elsevier. 233-251. http://nrl.northumbria.ac.uk/21075/

Brouwer M. (2018). *Progress in Pesticide Exposure Assessment: The Case of Parkinson's Disease in the Netherlands.* Utrecht University https://www.ris.uu.nl/ws/files/41629133/Brouwer.pdf

Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T. *et al.* (2011). Accumulation of microplastic on shorelines woldwide: Sources and sinks. *Environmental Science & Technology* 45(21), 9175-9179. https://www.doi.org/10.1021/es201811s.

Buse, C.G., Oestreicher, J.S., Ellis, N.R., Patrick, R., Brisbois, B., Jenkins, A.P. *et al.* (2018). Public health guide to field developments linking ecosystems, environments and health in the Anthropocene. *Journal of Epidemiology and Community Health* 72(5), 420-425. http://dx.doi.org/10.1136/jech-2017-210082.

Caldeira, K. y Wickett, M.E. (2003). Oceanography: Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature* 425(6956), 365-365. https://doi.org/10.1038/425365a.

Carpenter, S.R. y Bennett, E.M. (2011). Reconsideration of the planetary boundary for phosphorus. *Environmental Research Letters* 6(1), 014009. https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/1/014009.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (2017). *EM-DAT: The International Disaster Database.* Centre for Research on the Epidemiology of Disaster. https://www.emdat.be/database (Consultado: 20 de Agosto de 2017).

Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R. y Chhetri, N. (2014). A meta–analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change* 4, 287-291. https://doi.org/10.1038/nclimate2153.

Chang, K., M,, Hess, J., J.,, Balbus, J.M., Buonocore, J.J., Cleveland, D.A., Grabow, M.L. *et al.* (2017). Ancillary health effects of climate mitigation scenarios as drivers of policy uptake: A review of air quality, transportation and diet co-benefits modeling studies. *Environmental Research Letters* 12(11),

113001. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8f7b.

Chattopadhyay, R. y Duflo, E. (2004). Women as policy makers: Evidence from a randomized policy experiment in India. *Econometrica* 72(5), 1409-1443. https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2004.00539.x.

Chiwona-Karltun, L., Kimanzu, N., Clendenning, J., Lodin, J.B., Ellingson, C., Lidestav, G. *et al.* (2017). What is the evidence that gender affects access to and use of forest assets for food security? A systematic map protocol. *Environmental Evidence* 6(2). https://doi.org/10.1186/s13750-016-0080-9.

Ciacci, L., Reck, B.K., Nassar, N.T. y Graedel, T.E. (2015). Lost by design. *Environmental Science & Technology* 49(16), 9443-9451. https://doi.org/10.1021/es505515z.

Cincinelli, A., Scopetani, C., Chelazzi, D., Lombardini, E., Martellini, T., Katsoyiannis, A. *et al.* (2017). Microplastic in the surface waters of the Ross Sea (Antarctica): Occurrence, distribution and characterization by FTIR. *Chemosphere* 175, 391-400. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.02.024

Cohen, A.J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H.R., Frostad, J., Estep, K. *et al.* (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet* 389(10082), 1907-1918. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

Conservation of Arctic Flora and Fauna and Protection of the Arctic Marine Environment (2017). *Arctic Invasive Alien Species: Strategy and Action Plan 2017.* Akureyri. https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/uploads/arias-27april2017_web.pdf.

Cook, B.I., Smerdon, J.E., Seager, R. y Coats, S. (2014). Global warming and 21st century drying. *Climate Dynamics* 43(9-10), 2607-2627. https://doi.org/10.1007/s00382-014-2075-y.

Copeland, C. y Carter, N.T. (2017). *Energy-Water Nexus: The Water Sector's Energy Use.* Congressional Research Service. https://fas.org/sgp/crs/misc/R43200.pdf.

Cordell, D. y Neset, T. (2014). Phosphorus vulnerability: A qualitative framework for assessing the vulnerability of national and regional food systems to the multi-dimensional stressors of phosphorus scarcity. *Global Environmental Change* 24, 108-122. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.11.005.

Coutts, C. y Hahn, M. (2015). Green infrastructure, ecosystem services, and human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12(8), 9768-9798. https://doi.org/10.3390/ijerph120809768.

Crowson, P. (2012). Some observations on copper yields and ore grades. *Resources Policy* 37(1), 59-72. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2011.12.004.

Dankelman, I. (2016). *Action Not Words: Confronting Gender Equality Through Climate Change Action and Disaster Risk Reduction in Asia. An overview of progress in Asia with Evidence from Bangladesh, Cambodia and Viet Nam.* Aipira, C., Kidd, A., Reggers, A., Fordham, M., Shreve, C. y Burnett, A. (eds.) United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women. http://www2.unwomen.org/-/media/field%20office%20eseasia/docs/publications/2017/04/ccdrr_130317-s.pdf?la=en&vs=5239.

Dankelman, I. y Davidson, J. (1988). *Women and the Environment in the Third World: Alliance for the Future. 1st* edn. London: Earthscan. https://www.popline.org/node/381129.

Deng, H.-M., Liang, Q.-M., Liu, L.-J. y Anadon, L.D. (2018). Co-benefits of greenhouse gas mitigation: a review and classification by type, mitigation sector, and geography. *Environmental Research Letters* 12(12), 123001. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa98d2.

Deryng, D., Conway, D., Ramankutty, N., Price, J. y Warren, R. (2014). Global crop yield response to extreme heat stress under multiple climate change futures. *Environmental Research Letters* 9(3). https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/3/034011

Diamond, M.L., de Wit, C.A., Molander, S., Scheringer, M., Backhaus, T., Lohmann, R. *et al.* (2015). Exploring the planetary boundary for chemical pollution. *Environment International* 78, 8-15.

https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.02.001.Disaster Displacement (2017). *Platform on disaster displacement*. [Disaster Displacement https://disasterdisplacement.org/ (Consultado: 27 de septiembre de 2018).

Dodds, K. (2010). A polar Mediterranean? Accessibility, resources and sovereignty in the Arctic Ocean. *Global Policy* 1(3), 303-311. https://doi.org/10.1111/j.1758-5899.2010.00038.x.

Doney, S.C., Fabry, V.J., Feely, R.A. y Kleypas, J.A. (2009). Ocean acidification: The other CO2 problem. *Annual review of marine science* 1, 169-192. https://doi.org/10.1146/annurev. marine.010908.163834

Doss, C. (2014). Data needs for gender analysis in agriculture. En *Gender in agriculture: Closing the knowledge gap.* Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A. y Peterman, A. (eds.). Dordrecht: Springer. 55-68. https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-017-8616-4

Duan, H., Li, J. y Liu, G. (2017). Developing countries: Growing threat of urban waste dumps. *Nature* 546(7660), 599-599. https://doi.org/10.1038/546599b.

Dunne, J., Stouffer, R. y John, J. (2013). Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming. *Nature Climate Change* 3(3), 563-566. https://doi.org/10.1038/nclimate1827.

Eastin, J. (2016). Hell or high water: Precipitation shocks and conflict violence in the Philippines. *Political Geography* 63, 116-134. https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2016.12.001.

Ellen MacArthur Foundation (2012). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition.* https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf.

Elliott, J., Deryng, D., Müller, C., Frieler, K., Konzmann, M., Gerten, D. *et al.* (2013). Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(9), 3239-3244. https://doi.org/10.1073/pnas.1222474110.

European Chemicals Agency (2018). *Sostanze registrate*. https://echa.europa.eu/it/information-on-chemicals/registered-substances.

European Commission (2015). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy *COM/2015/0614 final*. Brussels https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614

Fabry, V.J., Seibel, B.A., Feely, R.A. y Orr, J.C. (2008). Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES Journal of Marine Science* 65(3), 414-432. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn048.

Fehr, R., Mekel O.C.L., Hurley, J.F., Mekel, O.C. y Mackenbach, J.P. (2016). Health impact assessment: A survey of quantifying tools. *Environmental Impact Assessment Review* 57, 178-186. http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2016.01.001.

Feng, H. y Zhang, M. (2015). Global land moisture trends: Drier in dry and wetter in wet over land. *Scientific Reports* 5(18018), 1-6. https://doi.org/10.1038/srep18018.

Ferrario, C., Finizio, A. y Villa, S. (2017). Legacy and emerging contaminants in meltwater of three Alpine glaciers. *Science of the total Environment* 574, 350-357. https://www.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.067.

Finley, R.L., Collignon, P., Larsson, D.G.J., Mcewen, S.A., Li, X.Z., Gaze, W.H. *et al.* (2013). The scourge of antibiotic resistance: The important role of the environment. *Clinical Infectious Diseases* 57(5), 704–710. https://doi.org/10.1093/cid/cit355.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). *The State of Food and Agriculture 2009: Livestock in the Balance.* Rome. http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). *The State of Food and Agriculture 2010–11. Women in Agriculture: Closing the Gender Gap for Development.* Rome. http://www.fao.org/docrep/013/i2050e/i2050e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). *Food Wastage Footprint. Impacts on Natural Resources.* Rome. http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). *Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to Food Security and Nutrition for All.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017a). *The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017b). *FAOStat.* http://www.faostat.org/en (Consultado: 20 de julio de 2017).

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (2016). *International Code of Conduct on Pesticide Management: Guidelines on Highly Hazardous Pesticides.* Rome. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/205561/9789241510417_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Francis, J.A., Vavrus, S.J. y Cohen, J. (2017). Amplified Arctic warming and mid-latitude weather: New perspectives on emerging connections. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 8(5), e474. https://doi.org/10.1002/wcc.474.

Frey, K.E., Comiso, J.C., Cooper, L.W., Gradinger, R.R., Grebmeier, J.M. y Tremblay, J.-É. (2016). *Arctic Ocean Primary Productivity.* Arctic Report Card 2016Arctic Program. http://arctic.noaa.gov/ Report-Card/Report-Card-2016/ArtMID/5022/ArticleID/284/Arctic-Ocean-Primary-Productivity.

Gardner, T. (2017). 'Ethiopia's deadly rubbish dump landslide sparks landrights battle'. *Reuters* 3 May 2017 https://www.reuters.com/article/us-ethiopia-landslide-landrights/ethiopias-deadly-rubbish-dump-landslide-sparks-landrights-battle-idUSKBN17Z1O6.

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J. *et al.* (2013). *Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf.

Ghisellini, P., Cialani, C. y Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production* 114(11-32). https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007.

Gibbs, H.K. y Salmon, J.M. (2015). Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography* 57, 12-21. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024.

Glasser, H. y Hirsh, J. (2016). Toward the development of robust learning for sustainability core competencies. *Sustainability: The Journal of Record* 9(3), 121-134. https://doi.org/10.1089/SUS.2016.29054.hg.

Glatzer, W., Camfield, L., Møller, V. y Rojas, M. (eds.) (2015). *Global Handbook of Quality of Life: Exploration of Well-Being of Nations and Continents.* Dordrecht: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9789401791779.

Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M.F.P. y van Beek, L.P.H. (2012). Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature* 488(7410), 197–200. https://doi.org/10.1038/nature11295.

Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (2016). *Food Systems and Diets: Facing the Challenges of the 21st Century.* London. http://glopan.org/sites/default/files/ForesightReport.pdf.

Gore, A.C., Chappell, V.A., Fenton, S.E., Flaws, J.A., Nadal, A., Prins, G.S. *et al.* (2015). Executive summary to EDC–2: The endocrine society's second scientific statement on endocrine disrupting chemicals. *Endocrine Reviews* 36(6), 593–602. https://doi.org/10.1210/er.2015-1093.

Graedel, T.E.H., Harper, E.M., Nassar, N.T. y Reck, B.K. (2015). On the materials basis of modern society. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(20), 6295-6300. https://www.doi.org/10.1073/pnas.1312752110.

Grellier, J., White, M.P., Albin, M., Bell, S., Elliott, L.R., Gascon, M. *et al.* (2017). Bluehealth: A study programme protocol for mapping and quantifying the potential benefits to public health and well-being from Europe's blue spaces. *BMJ Open* 7(6), e016188. http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016188.

Grenni, P., Ancona, V. y Caracciolo, A.B. (2018). Ecological effects of antibiotics on natural ecosystems: A review. *Microchemical Journal* 136, 25-39. https://www.doi.org/10.1016/j.microc.2017.02.006.

Haines, A. (2017). Health co-benefits of climate action. *The Lancet Planetary Health* 1(1), e4-e5. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30003-7.

Hamscher, G. y Bachour, G. (2018). Veterinary drugs in the environment: Current knowledge and challenges for the future. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(4), 751-752. https://www.doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05601.

Hanjra, M.A. y Qureshi, M.E. (2010). Global water crisis and future food security in an era of climate change. *Food Policy* 35(5), 365-377. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.05.006.

Harcourt, W. y Nelson, I.L. (eds.) (2015). *Practising Feminist Political Ecologies: Moving Beyond the Green Economy.* Chicago, IL: University of Chicago Press. http://press.uchicago.edu/ucp/books/book/distributed/P/bo20504936.html.

Harper, S., Grubb, C., Stiles, M. y Sumaila, U.R. (2017). Contributions by women to fisheries economies: Insights from five maritime countries. *Coastal Management* 45(2), 91-106. https://doi.org/10.1080/08920753.2017.1278143.

Harper, S., Zeller, D., Hauzer, M., Pauly, D. y Sumaila, U.R. (2013). Women and fisheries: Contribution to food security and local economies. *Marine Policy* 39, 56-63. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.10.018

Harris, G.L.A. (2011). The quest for gender equity. *Public Administration Review* 71(1), 123-126. https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2010.02315.x.

Hassell, J.M., Begon, M., Ward, M.J. y Fèvre, E.M. (2017). Urbanization and disease emergence: Dynamics at the wildlife–livestock–human interface. *Trends in Ecology & Evolution* 32(1), 55-67. https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.09.012.

Haustein, K., Allen, M.R., Forster, P.M., Otto, F.E.L., Mitchell, D.M., Matthews, H.D. *et al.* (2017). A real-time global warming index. *Scientific Reports* 7(15417). https://doi.org/10.1038/s41598-017-14828-5.

Hedenus, F., Wirsenius, S. y Johansson, D.J.A. (2014). The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. *Climatic Change* 124(1-2), 79-91. https://doi.org/10.1007/s10584-014-1104-5.

Herrero, M., Thornton, P.K., Power, B., Bogard, J.R., Remans, R., Fritz, S. *et al.* (2017). Farming and the geography of nutrient production for human use: A transdisciplinary analysis. *The Lancet Planetary Health* 1(1), e33-e42. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30007-4.

Hopkins, C. (2015). Beyond the decade: The global action program for education for sustainable development. *Applied Environmental Education & Communication* 14(2), 132-136. https://doi.org/10.1080/1533015X.2015.1016860.

Horton, B.P., Rahmstorf, S., Engelhart, S.E. y Kemp, A.C. (2014). Expert assessment of sea-level rise by AD 2100 and AD 2300. *Quaternary Science Reviews* 84, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.11.002

Hudson-Edwards, K.A. (2016). Tackling mine wastes. *Science Magazine* 35(6283), 288-290. https://doi.org/10.1126/science.aaf3354.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge, MA: Cambridge University Press. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M. *et al* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). *Global Warming of 1.5°C.* http://www.ipcc.ch/report/sr15/.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2016). *The Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Pollination and Food Production.* Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V.L. y Ngo, H.T. (eds.). Bonn: https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/individual_chapters_pollination_20170305.pdf.

Internal Displacement Monitoring Centre (2017). *GRID 2017: Global Report on Internal Displacement.* Internal Displacement Monitoring Centre and Norwegian Refugee Council. http://www.internal-displacement.org/global-report/grid2017/pdfs/2017-GRID.pdf.

International Energy Agency (2015). *World Energy Outlook 2015.* Paris. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015.pdf.

International Energy Agency (2016). *World Energy Outlook 2016.* Paris. https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2016.

International Energy Agency (2018). *Statistics.* https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Key%20indicators&indicator=TPESbySource&mode=chart&categoryBrowse=false&dataTable=BALANCES&showDataTable=false (Consultado: 17 de agosto de 2018).

International Organization for Migration (2015). *World Migration Report 2015. Migrants and Cities: New Partnerships to Manage Mobility.* Geneva. http://publications.iom.int/system/files/wmr2015_en.pdf.

International Renewable Energy Agency (2015). *Renewable Power Generation Costs in 2014.* Abu Dhabi. http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf.

International Resource Panel (2017). *Green Technology Choices: The Environmental and Resource Implications of Low-Carbon Technologies. A Report of the International Resource Panel.* Suh, S., Bergesen, J., Gibon, T.J., Hertwich, E. y Taptich M. (eds.). Nairobi: United Nations Environment Programme. http://www.resourcepanel.org/reports/green-technology-choices.

International Solid Waste Association (2016). *A Roadmap for Closing Waste Dumpsites: The World's most Polluted Places.* Vienna. https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/About%20ISWA/ ISWA_Roadmap_Report.pdf.

Isobe, A., Uchiyama-Matsumoto, K., Uchida, K. y okai, T. (2017). Microplastics in the southern ocean. *Marine Pollution Bulletin* 114(1), 623-626. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.037.

Ivar do Sul, J.A. y Costa, M.F. (2013). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution* 185, 352-364. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.036.

Jackson, T. y Senker, P. (2011). Prosperity without growth: Economics for a finite planet. *Energy & Environment* 22(7), 1013-1016. https://doi.org/10.1260/0958-305X.22.7.1013.

Jägerskog, A., Clausen, T.J., Holmgren, T. y Lexén, K. (2014). *Energy and Water: The Vital Link for a Sustainable Future.* Stockholm: Stockholm International Water Institute. http://www.worldwaterweek.org/wp-content/uploads/2014/08/2014_WWW_Report_web-2.pdf.

Jamieson, A.J., Malkocs, T., Piertney, S.B., Fujii, T. y Zhang, Z. (2017). Bioaccumulation of persistent organic pollutants in the deepest ocean fauna. *Nature Ecology & Evolution* 1. https://doi.org/10.1038/s41559-016-0051.

Jerneck, A. (2018). What about gender in climate change? Twelve feminist lessons from development. *Sustainability* 10(3), 627. https://doi.org/10.3390/su10030627.

Jiménez-Cisneros, B.E., Oki, T., Arnell, N.W., Benito, G., Cogley, J.G., Döll, P. *et al.* (2014). Freshwater resources. En *Climate Change 2014: Impacts,Adaptation, and Vulnerability. Part A: Aspectos mundiales y sectoriales. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M. *et al* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 3. 229-269. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap3_FINAL.pdf

Kabir, E.R., Rahman, M.S. y Rahman, I. (2015). A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. *Environmental toxicology and pharmacology* 40(1), 241-258. https://doi.org/10.1016/j.etap.2015.06.009.

Kaltenborn, B.P., Nellemann, C. y Vistnes, I.I. (eds.) (2010). *High mountain glaciers and climate change – Challenges to human livelihoods and adaptation*: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8101/-High%20 mountain%20 glaciers%20and%20climate%20change%20-%20Challenges%20to%20human%20 livelihoods%20 and%20adaptation-20101128.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Karatzoglou, B. (2013). An in-depth literature review of the evolving roles and contributions of universities to education for sustainable development. *Journal of Cleaner Production* 49, 44-53. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.043.

Khatiwala, S., Tanhua, T., Fletcher, S.M., Gerber, M., Doney, S.C., Graven, H.D. *et al.* (2013). Global ocean storage of anthropogenic carbon. *Biogeosciences* 10 (4), 2169-2191. https://doi.org/10.5194/bg-10-2169-2013.

Kok, M., Alkemade, R., Bakkenes, M., Boelee, E., Christensen, V., van Eerdt, M. *et al.* (2014). *How sectors can contribute to sustainable use and conservation of biodiversity.* CBD Technical Series No 79PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. https://www.cbd.int/doc/publications/cbd- ts-79-en.pdf.

Koralagama, D., Gupta, J. y Pouw, N. (2017). Inclusive development from a gender perspective in small scale fisheries. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 24, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.09.002

Kosoy, N., Brown, P.G., Bosselmann, K., Duraiappah, A., Mackey, B., Martinez-Alier, J. *et al.* (2012). Pillars for a flourishing earth: Planetary boundaries, economic growth delusion and green economy. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4(1), 74–79. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.02.002

Krausmann, F., Schandl, H., Eisenmenger, N., Giljum, S. y Jackson, T.D. (2017). Material flow accounting: Global material use and sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources* 42, 647-675. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060726.

Kundzewicz, Z.W., Kanae, S., Seneviratne, S.I., Handmer, J., Nicholls, N., Peduzzi, P. *et al.* (2014). Flood risk and climate change: Global and regional perspectives. *Hydrological Sciences Journal* 59(1), 1–28. https://doi.org/10.1080/02626667.2013.857411.

Lafferty, K.D. (2009). The ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology* 90(4), 888-900. https://doi.org/10.1890/08-0079.1.

Lambeth, L., Hanchard, B., Aslin, H., Fay-Sauni, L., Tuara, P., Rochers, K.D. *et al.* (2014). An overview of the Involvement of women in fisheries activities in Oceania. En *Global Symposium on Women in Fisheries.* Williams, M.J., Chao, N.H., Choo, P.S., Matics, K., Nandeesha, M.C., Shariff, M. *et al.* (eds.). Penang: ICLARM — The World Fish Center. 127-142. https://www.researchgate.net/profile/Heather_Aslin/publication/23550943_An_overview_of_the_involvement_of_women_in_fisheries_activities_in_Oceania/links/00463525cdb0453fc7000000/An-overview-of-the-involvement-of-women-in-fisheries-activities-in-Oceania.pdf

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, N.N., Baldé, A.B. *et al.* (2017). The Lancet

Commission on pollution and health. *The Lancet* 391(10119), 1-57. https://doi.org/10.1016/S0140-

6736(17)32345-0.

Leach, N.J., Millar, R.J., Haustein, K., Jenkins, S., Graham, E. y Allen, M.R. (2018). Current level and rate of warming determine emissions budgets under ambitious mitigation. *Nature Geoscience* 11(8),

574-579. https://doi.org/10.1038/s41561-018-0156-y.

Legere, L. (2016). 'State seismic network helps tell fracking quakes from natural ones'. *Pittsburgh Post Gazette* June 25 2016 http://powersource.post-gazette.com/powersource/policy-powersource/2016/06/26/State-seismic-network-helps-tell-fracking-quakes-from-natural-ones/stories/201606210014.

Leoni, B. (2012). *Japan quake took toll on women and elderly.* [United Nations Office for Disaster Risk

Reduction https://www.unisdr.org/archive/25598.

Levitus, S., Antonov, J.I., Boyer, T.P., Baranova, O.K., Garcia, H.E., Locarnini, R.A. *et al.* (2012). World ocean heat content and thermosteric sea level change (0-2000 m), 1955-2010. *Geophysical Research Letters* 39(10), 1-5. https://doi.org/10.1029/2012GL051106.

Lewandowski, J., Meinikmann, K., Nützmann, G. y Rosenberry, O. (2015). Groundwater the disregarded component in lake water and nutrient budgets. Part 2: Effects of groundwater on nutrients. *Hydrological processes* 29(13), 2922-2955. https://doi.org/10.1002/hyp.10384.

Lindahl, J.F. y Grace, D. (2015). The consequences of human actions on risks for infectious diseases: A review. *Infection Ecology & Epidemiology* 5(1). https://doi.org/10.3402/iee.v5.30048.

Lobell, D.B. y Gourdji, S.M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity.

Plant Physiology 160(4), 1686-1697. https://doi.org/10.1104/pp.112.208298.

Lobell, D.B., Schlenker, W. y Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science* 333(6042), 616-620. https://doi.org/10.1126/science.1204531.

Lotz-Sisitka, H., Wals, A.E.J., Kronlid, D. y McGarry, D. (2015). Transformative, transgressive social learning: Rethinking higher education pedagogy in times of systemic global dysfunction. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 16, 73-80. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.07.018.

Lozano, R., Ceulemans, K., Alonso-Almeida, M., Huisingh, D., Lozano, F.J., Waas, T. *et al.* (2015). A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: Results from a worldwide survey. *Journal of Cleaner Production* 108(Part A), 1-18. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.048

Lucard, M., Jaquemet, I. y Carpentier, B. (2011). Out of sight, out of mind. *The Magazine of the International Red Cross and Red Crescent Movement.* http://www.redcross.int/EN/mag/magazine2011_2/18-23.html

MacDonald, G.K., Brauman, K.A., Sun, S., Carlson, K.M., Cassidy, E.S., Gerber, J.S. *et al.* (2015). Rethinking agricultural trade relationships in an era of globalization. *BioScience* 65(3), 275-289. https://doi.org/10.1093/biosci/biu225.

Machovina, B.K., Feeley, J. y Ripple, W.J. (2015). Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. *Science of the Total Environment* 536, 419-431. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.022

Magga, O.H., Mathiesen, S.D., Corell, R.W. y Oskal, A. (2009). *Reindeer Herding, Traditional Knowledge, Adaptation to Climate Change and Loss of Grazing Land.* Arctic Council. http://reindeerherding.org/wp-content/uploads/2013/06/EALAT-Final-Report.pdf.

Maggino, F. (2015). Assessing the subjective wellbeing of nations. En *Global Handbook of Quality of Life.* Glatzer, W., Camfield, L., Møller, V. y Rojas M. (eds.). Springer. 803–822. https://link.springer. com/chapter/10.1007/978-94-017-9178-6_37

Marti, E., Variatza, E. y Balcazar, J.L. (2014). The role of aquatic ecosystems as reservoirs of antibiotic resistance. *Trends in Microbiology* 22(1), 36-41. https://www.doi.org/10.1016/j. tim.2013.11.001.

Mateo-Sagasta, J., Medlicott, K., Manzoor, Q., Raschid-Sally, L., Drechsel, P. y Liebe, J. (2013). *Proceedings of the UN-Water project on the Safe use of wastewater in agriculture: Proceedings of the UN–Water project.* Liebe, J. y Ardakanian, R. (eds.). Bonn: UN-Water Decade Programme

on Capacity Development (UNW-DPC). http://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/62/course/

section/29/proceedings-no-11_WEB.pdf.

McDonald, R.I., Weber, K., Padowski, J., Flörke, M., Schneider, C., Green, P.A. *et al.* (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. *Global Environmental Change*

27, 96-105. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.022.

McGrath, J.M. y Lobell, D.B. (2013). Regional disparities in the CO2 fertilization effect and implications for crop yields. *Environmental Research Letters* 8(1), 1-9. https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/014054.

McKeown, R. (2015). What happened during the UN decade of education for sustainable development? *Applied Environmental Education & Communication* 14(2), 67-69. https://doi.org/10.1080/1533015X.2014.971979.

McLellan, B.C. (2017). The minerals-energy nexus: Past, present and future. En *Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design.* Matsumoto, M., Masui, K., Fukushige, S. y Kondoh, S. (eds.). Singapore: Springer. 619-631. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-0471-1_42

McMichael, A.J., Powles, J.W., Butler, C.D. y Uauy, R. (2007). Food, livestock prodution, energy, climate change, and health. *The Lancet* 370(9594), 1253-1263. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61256-2.

Mickelsson, M., Kronlid, D.O. y Lotz-Sisitka, H. (2018). Consider the unexpected: Scaling ESD as a matter of learning. *Environmental Education Research*, 1-16. https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1429572.

Mills, J.E. y Cumming, O. (2016). *The Impact of Water, Sanitation and Hygiene on Key Health and Social Outcomes: Review of Evidence.* Barahman, V. and Poirier, P. (eds.)Sanitation and Hygiene Applied Research for Equity. https://www.unicef.org/wash/files/The_Impact_of_WASH_on_Key_ Social_and_Health_Outcomes_Review_of_Evidence.pdf.

Mindt, L. y Rieckmann, M. (2017). Developing competencies for sustainability-driven entrepreneurship in higher education: A literature review on teaching and learning methods. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria* 29(1), 129-159. https://doi.org/10.14201/teoredu291129159.

Monteiro, C.A., Moubarac, J.-C., Cannon, G., Ng, S.W. y Popkin, B. (2013). Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system. *Obesity Reviews* 14(2), 21-28. https://doi.org/10.1111/obr.12107.

Moore, F.C. y Lobell, D.B. (2015). The fingerprint of climate trends on European crop yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112(9), 2670-2675. https://doi.org/10.1073/pnas.1409606112.

Mudd, G.M. (2010). The environmental sustainability of mining in Australia: Key mega-trends and looming constraints. *Resources Policy* 35(2), 98-115. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2009.12.001.

Mudd, G.M. y Jowitt, S.M. (2014). A detailed assessment of global nickel resource trends and endowments. *Economic Geology* 109(7), 1813-1841. https://doi.org/10.2113/econgeo.109.7.1813.

Mudd, G.M. y Jowitt, S.M. (2016). From mineral resources to sustainable mining - The key trends to unlock the holy grail? En *Proceedings The Third AusIMM International Geometallurgy Conference (GeoMet) 2016.* Melbourne: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. 37–54. https://www.ausimm.com.au/publications/epublication.aspx?ID=16949

Mudd, G.M. y Jowitt, S.M. (2017). Global resource assessments of primary metals: An optimistic reality check. *Natural Resources Research* 27(2), 229-240. https://doi.org/10.1007/s11053-017-9349-0.

Mudd, G.M., Weng, Z. y Jowitt, S.M. (2013). A detailed assessment of global Cu resource trends and endowments. *Economic Geology* 108(5), 1163-1183. http://dx.doi.org/10.2113/ econgeo.108.5.1163.

Mundy, V. y Sant, G. (2015). *Traceability Systems in the CITES context: A Review of Experiences, Best Practices and Lessons Learned for the Traceability of Commodities of CITES-listed Shark Species.* Geneva: Secretariat of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. https://cites.org/sites/default/files/eng/prog/shark/docs/BodyofInf12.pdf.

Nagai, H. y Toyokuni, S. (2012). Differences and similarities between carbon nanotubes and asbestos fibers during mesothelial carcinogenesis: Shedding light on fiber entry mechanism. *Cancer Science* 103(8), 1378-1390. https://www.doi.org/10.1111/j.1349-7006.2012.02326.x.

Nakashima, D.J., Galloway McLean, K., Thulstrup, H.D., Ramos Castillo, A. y Rubis, J.T. (2012). *Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation.* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and United Nations University. http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216613e.pdf.

Nassar, N.T., Graedel, T.E. y Harper, E.M. (2015). By-product metals are technologically essential but have problematic supply. *Science Advances* 1(3), e1400180. https://doi.org/10.1126/sciadv.1400180.

Norby, R.J., De Kauwe, M.G., Domingues, T.F., Duursma, R.A., Ellsworth, D.S., Goll, D.S. *et al.* (2016). Model–data synthesis for the next generation of forest free-air CO2 enrichment (FACE) experiments. *New Phytologist* 209(1), 17-28. https://doi.org/10.1111/nph.13593.

Norgate, T.E. y Haque, N. (2010). Energy and greenhouse gas impacts of mining and mineral processing operations. *Journal of Cleaner Production* 18(3), 266-274. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.09.020

Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D., Clark, B.W., Van Tiem, L.A., Walcott, K.C. *et al.* (2009). The toxicology of climate change: Environmental contaminants in a warming world. *Environment International* 35(6), 971-986. https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.02.006.

Obbard, R.W., Sadri, S., Wong, Y.Q., Khitun, A.A., Baker, I. y Thompson, R.C. (2014). Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice. *Earth's Future* 2(6), 315-320. https://doi.org/10.1002/2014EF000240.

Ostfeld, R.S. (2009). Pérdida de biodiversidad y aumento de patógenos zoonóticos. *Clinical Microbiology and Infection* 15(1), 40-43. https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02691.x.

Park, J., Bangalore, M., Hallegatte, S. y Sandhoefner, E. (2018). Households and heat stress: Estimating the distributional consequences of climate change. *Environment and Development Economics* 23(3), 349-368. https://doi.org/10.1017/S1355770X1800013X.

Patt, A., Dazé, A. y Suárez, P. (2009). Gender and climate change vulnerability: What's the problem, what's the solution? En *Distributional Impacts of Climate Change and Disasters: Concepts and Cases.* Ruth, M. y Ibarraran, M.E. (eds.). Cheltenham: Edward Elgar. chapter 5. https://www.e-elgar.com/shop/distributional-impacts-of-climate-change-and-disasters

Paunescu, D., Stark, W.J. y Grass, R.N. (2016). Particles with an identity: Tracking and tracing in commodity products. *Powder Technology* 291, 344-350. https://www.doi.org/10.1016/j.powtec.2015.12.035.

Pepin, N., Bradley, R.S., Diaz, H.F., Baraër, M., Caceres, E.B., Forsythe, N. *et al.* (2015). Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. *Nature Climate Change* 5(5), 424-430. https://doi.org/10.1038/nclimate2563.

Petrie, B., Barden. R. y Kasprzyk-Hordern, B. (2015). A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring. *Water Research* 72, 3-27. http://doi.org/10.1016/j.watres.2014.08.053.

Phillips, D. (2016). Samarco dam collapse: One year on from Brazil's worst environmental disaster. *The Guardian*, Guardian News and Media Limited https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/oct/15/samarco-dam-collapse-brazil-worst-environmental-disaster-bhp-billiton-vale-mining.

Popkin, B.M. (2006). Global nutrition dynamics: The world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *American Journal of Clinical Nutrition* 84(2), 289-298. https://doi.org/10.1093/ajcn/84.2.289.

Popp, J., Lakner, Z., Harangi-Rakos, M. y Fari, M. (2014). The effect of bioenergy expansion: Food, energy, and environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 32. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.056

Popp, J., Petö, K. y Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security: A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33(1), 243-255. https://doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x.

Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M. *et al.* (2014). Food security and food production systems. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Aspectos mundiales y sectoriales. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M. *et al* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. 485-533. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/

Pravettoni, R. (2015). *Global Illegal Waste Traffic.* GRID-Arendal, Arendal. http://www.grida.no/resources/8061.

Prüss-Ustün, A., Bartram, J., Clasen, T., Colford, J.M., Cumming, O., Curtis, V. *et al.* (2014). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: A retrospective analysis of data from 145 countries. *Tropical Medicine & International Health* 19(8), 894-905. https://doi.org/10.1111/tmi.12329.

Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R. y Neira, M. (2016). *Preventing Disease Through Healthy Environments: A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks.* Geneva: World Health Organization. http://apps.who.int/iris/ bitstream/10665/204585/1/9789241565196_eng.pdf?ua=1.

Qadir, M., Quillerou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R.J. *et al.* (2014). Economics of slat–induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum* 38 (4), 282-295. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054.

Quam, V., Rocklöv, J., Quam, M. y Lucas, R. (2017). Assessing greenhouse gas emissions and health co-benefits: A structured review of lifestyle-related climate change mitigation strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(5), 468. https://doi.org/10.3390/ijerph14050468

Ramaswami, A., Boyer, D., Nagpure, A., Fang, A., Bogra, S., Bakshi, B. *et al.* (2017). An urban systems framework to assess the transboundary food-energy-water nexus: Implementation in Delhi, India. *Environmental Research Letters* 12(2), 1-14. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5556.

Ranghiere, F. y Ishiwatari, M. (eds.) (2014). *Learning from Megadisasters: Lessons from the Great East Japan Earthquake.* Washington, D.C: World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/ bitstream/handle/10986/18864/9781464801532.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures* 44(2), 127-135. https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.09.005

Rieckmann, M. (2018). Learning to transform the world: Key competencies in ESD. En *Issues and Trends in Education for Sustainable Development: Education on the Move.* Leicht, A., Heiss, J. y Byun, W.J. (eds.). Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. chapter 2. 39-59. http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261445E.pdf

Roche, C., Thygesen, K. y Baker, E. (eds.) (2017). *Mine Tailings Storage: Safety is no Accident. A UNEP Rapid Response Assessment.* Nairobi: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_ document/371/original/RRA_MineTailings_lores.pdf?1510660693.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F. *et al.* (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 461(7263), 472-475. https://doi.org/10.1038/461472a.

Rodriguez, D., Delgado, A., DeLaquil, P. y Sohns, A. (2013). *Thirsty Energy: Securing Energy in a Water-Constrained World.* World Bank working paper. Washington, D.C: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/835051468168842442/pdf/789230REPLACEM0sty0Energy0204014web.pdf.

Roschangar, F., Sheldon, R.A. y Senanayake, C.H. (2015). Overcoming barriers to green chemistry in the pharmaceutical industry–the Green Aspiration Level™ concept. *Green Chemistry* 17(2), 752-768. https://doi.org/10.1039/C4GC01563K.

Rucevska, I., Nellemann, C., Isarin, N., Yang, W., Liu, N., Yu, K. *et al.* (2015). *Waste Crime – Waste Risks: Gaps in Meeting the Global Waste Challenge. A UNEP Rapid Response Assessment.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://apps.unep.org/publications/index.php?option=com_pub&task=download&file=011703_en.

Ruel, G.K. (2011). The (Arctic) show must go on. *International Journal: Canada's Journal of Global Policy Analysis* 66(4), 825-833. https://doi.org/10.1177/002070201106600411.

Ruth, M. (1995). Thermodynamic constraints on optimal depletion of copper and aluminum in the United States: A dynamic model of substitution and technical change. *Ecological Economics* 15(3), 197-213. https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00053-4.

Sagrario, M.F. y Willoughby, J. (2016). Feminist economics and the analysis of the global economy: The challenge that awaits us. *The Fletcher Forum of World Affairs* 40(2), 15-27. https://static1.squarespace.com/static/579fc2ad725e253a86230610/t/57ec6a1d5016e1636a21dcad/1475111454239/FletcherForum_Sum16_40-2_15-27_FLORO_WILLOUGHBY.pdf.

Samberg, L.H., Gerber, J.S., Ramankutty, N., Herrero, M. y West P.C. (2016). Subnational distribution of average farm size and smallholder contributions to global food production. *Environment Research Letters* 11(12). https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/124010.

Sauer, P.C. y Seuring, S. (2017). Sustainable supply chain management for minerals. *Journal of Cleaner Production* 151, 235-249. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.049.

Saunders, L.E., Green, J.M., Petticrew, M.P., Steinbach, R. y Roberts, H. (2013). What are the health benefits of active travel? Revisión sistemática de ensayos y estudios de cohortes. *PLoS One* 8(8), e69912. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069912.

Saxena, T., Kaushik, P. y Krishna Mohan, M. (2015). Prevalence of E colid O157:H7 in water sources: An overview on associated diseases, outbreaks and detection methods. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 82(3), 249-264. https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2015.03.015.

Schauberger, B., Archontoulis, S., Arneth, A., Balkovic, J., Ciais, P., Deryng, D. *et al.* (2017). Consistent negative response of US crops to high temperatures in observations and crop models. *Nature Communications* 8(13931). https://doi.org/10.1038/ncomms13931.

Scheffer, M. (2016). Anticipating societal collapse: Hints from the stone age. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(39), 10733-10735. https://doi.org/10.1073/pnas.1612728113.

Schellnhuber, H.J., Rahmstorf, S. y Winkelmann, R. (2016). Why the right climate target was agreed in Paris. *Nature Climate Change* 6, 649-653. https://doi.org/10.1038/nclimate3013.

Schewe, J., Levermann, A. y Meinshausen, M. (2011). Climate change under a scenario near 1.5 C of global warming: Monsoon intensification, ocean warming and steric sea level rise. *Earth System Dynamics* 2, 25-35. https://doi.org/10.5194/esd-2-25-2011.

Schilling, J., IDE, T., Scheffran, J. y Froese, R. (2017). Resilience and environmental security: Towards joint application in peacebuilding. *Global Change, Peace & Security* 29(2), 1-30. https://doi.org/10.1080/14781158.2017.1305347.

Schlenker, W. y Roberts, M.J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to US crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of sciences* 106(37), 15594-15598. https://doi.org/10.1073/pnas.0906865106.

Schug, T.T., Johnson, A.F., Birnbaum, L.S., Colborn, T., Guillette, L.J., Jr., Crews, D.P. *et al* (2016). Minireview: Endocrine disruptors: Past lessons and future directions. *Molecular Endocrinology* 30(8), 833-847. https://doi.org/10.1210/me.2016-1096.

Schulte, P.A., Roth, G., Hodson, L.L., Murashov, V., Hoover, M.D., Zumwalde, R. *et al* (2016). Taking stock of the occupational safety and health challenges of nanotechnology: 2000–2015. *Journal of Nanoparticle Research* 18(159), 1–21. https://doi.org/10.1007/s11051-016-3459-1.

Seager, J. (2014) *Background and Methodology for Gender Global Environmental Outlook.* http://www.unep.org/sites/default/files/ggeo/documents/GGEO_Multi-stakeholder_consultation_ Background_document_final.pdf

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Global Biodiversity Outlook 4: A Mid-Term Assessment of Progress Towards the Implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020.* Montréal https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-en.pdf.

Seneviratne, S.I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C.M., Kanae, S., Kossin, J. *et al.* (2012). Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment: An overview of the IPCC SREX report. *EGU General Assembly*. Vienna, 22-27 April 2012. 12566 http://adsabs.harvard.edu/abs/2012EGUGA..1412566S.

Seto, K., Guneralp, B. y Hutyra, L. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(40), 16083-16088. https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109.

Seto, K., Shakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G.C., Dewar, D. *et al.* (2014). Human settlements, infrastructure and spatial planning. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K. *et al.* (eds.). Cambridge. chapter 12. 923-1000. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter12.pdf

Seto, K.C., Davis, S.J., Mitchell, R.B., Stokes, E.C., Unruh, G. y Ürge-Vorsatz, D. (2016). Carbon lock-in: Types, causes, and policy implications. *Annual Review of Environment and Resources* 41(1), 425-452. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085934.

Sharma, B.M., Bharat, G.K., Tayal, S., Nizzetto, L., Cupr, P. y Larssen, T. (2014). Environment and human exposure to persistent organic pollutants (POPs) in India: A systematic review of recent and historical data. *Environmental International* 66, 48-64. https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.01.022.

Shrestha, A.B., Agrawal, N.K., Alfthan, B., Bajracharya, S.R., Maréchal, J. y van Oort, B. (eds.) (2015). *The Himalayan Climate and Water Atlas: Impact of Climate Change on Water Resources in Five of Asia's Major River Basins*. https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/20/original/HKHwateratlas2016_screen.pdf?1483646266.

Singer-Brodowski, M., Brock, A., Etzkorn, N. y Otte, I. (2018). Monitoring of education for sustainable development in Germany – insights from early childhood education, school and higher education. *Environmental Education Research*, 1-16. https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1440380.

Skinner, E. (2011). *Gender and Climate Change: Overview Report.* Brighton: Institute of Development Studies. http://docs.bridge.ids.ac.uk/vfile/upload/4/document/1211/Gender_and_CC_for_web.pdf.

Smith, K.R., Bruce, N., Balakrishnan, K., Adair-Rohani, H., Balmes, J., Chafe, Z. *et al.* (2014b). Millions dead: How do we know and what does it mean? Methods used in the comparative risk assessment of household air pollution. *Annual Review of Public Health* 35, 185-206. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182356.

Smith, K.R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D.D., Honda, Y., Liu, Q. *et al.* (2014a). Human health: Impacts, adaptation, and co-benefits. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Aspectos mundiales y sectoriales. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. 709-754. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf

Solomon, G.M., Morello-Frosch, R., Zeise, L. y Faust, J.B. (2016). Cumulative environmental impacts: Science and policy to protect communities. *Annual Review of Public Health* 37, 83-96. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032315-021807.

Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L., Lassaletta, L. *et al.* (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* 562, 519–525. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M. *et al.* (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347(6223), 1259855-1259810. https://www.doi.org/10.1126/science.1259855.

Stehle, S. y Schulz, R. (2015). Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(18), 5750-5755. https://doi.org/10.1073/pnas.1500232112.

Strempel, S., Scheringer, M., Ng, C.A. y Hungerbuhler, K. (2012). Screening for PBT chemicals among the "existing" and "new" chemicals of the EU. *Environmental Science and Technology* 46(11), 5680-5687. https://doi.org/10.1021/es3002713.

Sun, L.G. (2016). Climate change and the narrative of disaster. En *The Role of International Environmental Law in Disaster Risk Reduction.* Peel, J. y Fisher, D. (eds.). Leiden: Brill. 27-48. http://booksandjournals.brillonline.com/content/books/b9789004318816_003

Sun, X., Wang, K., Kang, S., Guo, J., Zhang, G., Huang, J. *et al.* (2017). The role of melting alpine glaciers in mercury export and transport: An intensive sampling campaign in the Qugaqie Basin, inland Tibetan Plateau. *Environmental Pollution* 220, 936-945. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.079.

Sunderland, T., Achdiawan, R., Angelsen, A., Babigumira, R., Ickowitz, A., Paumgarten, F. *et al.* (2014). Challenging perceptions about men, women, and forest product use: A global comparative study. *World Development* 64, S56-S66. http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.03.003.

Sutton, M.A., Bleeker, A., Howard, C.M., Bekunda, M., Grizzetii, B., de Vries, W. *et al.* (2013). *Our Nutrient World: The Challenge to Produce More Food and Energy with Less Pollution.* Edinburgh: Centre for Ecology and Hydrology. http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/500700/1/N500700BK.pdf.

Taylor, P., Cai, M., Hu, A., Meehl, J., Washington, W. y Zhang, G.J. (2013). A decomposition of feedback contributions to polar warming amplification. *American Meteorological Society* 26, 7023- 7043. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00696.1.

The American Society of Human Genetics, The American Society for Reproductive Medicine, The Endocrine Society, The Genetics Society of America, The Society for Developmental Biology, The Society for Pediatric Urology *et al.* (2011). Assessing chemical risk: Societies offer expertise. *Science* 331(6021), 1136. https://doi.org/10.1126/science.331.6021.1136-a.

The Lancet Planetary Health (2018). The natural environment and emergence of antibiotic resistance. *The Lancet Planetary Health* 2(1). https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30182-1.

Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G. *et al.* (2004). Lost at

Sea: Where is all the Plastic? *Science* 304(5672), 838. https://doi.org/10.1126/science.1094559.

Tijani, J.O., Fatoba, O.O., Babajide, O.O. y Petrik, L.F. (2016). Pharmaceuticals, endocrine disruptors, personal care products, nanomaterials and perfluorinated pollutants: A review. *Environmental Chemistry Letters* 14(1), 27-49. https://doi.org/10.1007/s10311-015-0537-z.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. y Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(50), 20260-20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108.

Tilman, D. y Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515(7528), 518-522. https://doi.org/10.1038/nature13959.

Trenberth, K.E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research* 47(1/2), 123-138. https://doi.org/10.3354/cr00953.

United Kingdom Government Met Office (2018). *An overview of global surface temperatures in 2017.* https://www.metoffice.gov.uk/research/news/2018/global-surface-temperatures-in-2017.

United Kingdom Government Office for Science (2011). *Migration and Global Environmental Change: Future Scenarios.* London. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/288793/11-1117-migration-global-environmental-change-scenarios.pdf.

United Nations (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights.* ST/ESA/SER.A/352. New York, NY. https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf.

United Nations (2015a). *Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development.* New York, NY: United Nations. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E.

United Nations (2015b). *The World's Women 2015: Trends and Statistics.* New York, NY. https://unstats.un.org/unsd/gender/downloads/worldswomen2015_report.pdf.

United Nations (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.* New York, NY. https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf.

United Nations Children's Fund (2018). *Primary education*. https://data.unicef.org/topic/education/primary-education/

United Nations Children's Fund and World Health Organization (2017). *Safely Managed Drinking Water.* Geneva. https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2017/03/safely-managed-drinking-water- JMP-2017-1.pdf.

United Nations Convention to Combat Desertification (2017). *Global Land Outlook.* Bonn. https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20English_Full_Report_rev1.pdf.

United Nations Development Programme (2016). *Human Development Report 2016. Human Development for Everyone.* New York, NY. http://hdr.undp.org/sites/default/files/2016_human_development_report.pdf.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2014). *Shaping the Future We Want: UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014).* Paris. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1682Shaping%20the%20future%20 we%20want.pdf.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2017a). *Global Education Monitoring Report 2017/8. Accountability in Education: Meeting our Commitments.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002593/259338e.pdf.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2017b). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives.* Paris. https://europa.eu/capacity4dev/file/69191/download?token=Jw3cLunL.

United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women (2014). *The World Survey on The Role Of Women In Development 2014: Gender Equality and Sustainable Development.* New York, NY. https://gest.unu.edu/static/files/world-survey-on-the-role-of-women-in-development-2014.pdf.

United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women (2015). *Progress of The World's Women 2015–2016: Transforming Economies, Realizing Rights.* New York, NY. http://progress.unwomen.org/en/2015/pdf/UNW_progressreport.pdf.

United Nations Environment Programme (2012). *Progress Report on the Chemicals in Products Project, including Proposed Recommendations for Further International Cooperative Action.* International Conference on Chemicals Management. Nairobi. http://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/ICCM3/doc/SAICM_ICCM3_15_EN.pdf.

United Nations Environment Programme (2013a). *City-Level Decoupling: Urban Resource Flows and the Governance of Infrastructure Transitions. A Report of the International Resource Panel.* Swilling, M., Robinson, B., Marvin, S. y Hodson, M. (eds.). Nairobi. http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8488.

United Nations Environment Programme (2013b). *Global Chemicals Outlook: Towards Sound Management of Chemicals.* Nairobi. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1966Global%20Chemical.pdf.

United Nations Environment Programme (2013c). *Costs of Inaction on the Sound Management of Chemicals.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8412/-Costs%20of%20inaction%20on%20the%20sound%20management%20of%20chemicals-2013Report_Cost_of_Inaction_Feb2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2015). *Global Waste Management Outlook.* Nairobi. http://apps.unep.org/publications/index.php?option=com_pub&task=download&file=011782_en.

United Nations Environment Programme (2016a). *Global Gender and Environment Outlook.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14764/GLOBAL%20GENDER%20AND%20ENVIRONMENT%20OUTLOOK.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2016b). *GEO-6 Regional Assessment for West Asia.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7668/GEO_West_Asia_201611.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2016c). *Food Systems and Natural Resources: A Report of the Working Group on Food Systems of the International Resource Panel.* Westhoek, H., Ingram, J., Van Berkum, S., Özay, L. y Hajer M. (eds.). Nairobi. http://www.resourcepanel.org/file/133/download?token=6dSyNtuV.

United Nations Environment Programme (2017). *Towards a Pollution-Free Planet: Background Report.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21800/UNEA_towardspollution_long%20version_Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme, United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women, United Nations Peacebuilding Support Office and United Nations Development Programme (2013). *Women and Natural Resources: Unlocking the Peacebuilding Potential.* Nairobi. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/UNEP_UN-Women_PBSO_UNDP_gender_NRM_peacebuilding_report%20pdf.pdf.

United Nations Environment Programme and World Health Organization (2013). *State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals - 2012.* Bergman, Å., Jerrold J. Heindel., Jobling, S., Kidd, K.A. y Zoeller, R.T. (eds.). https://www.who.int/iris/bitstream/10665/78101/1/9789241505031_eng.pdf?ua=1.

United Nations Human Settlements Programme (2011). *The Economic Role of Cities.* The Global Urban Economic Dialogue Series. Nairobi. https://unhabitat.org/books/economic-role-of-cities/#.

United Nations Human Settlements Programme (2014). *Sustainable Urban Development and Agenda 2030: UN-Habitat's Programme Framework: PSUP; Transforming the Lives of One Billion Slum Dwellers.* Nairobi. https://unhabitat.org/sustainable-urban-development-and-agenda-2030-un-habitats-programme-framework-psup-transforming-the-lives-of-one-billion-slum-dwellers/#

United Nations Human Settlements Programme (2016a). *Urbanization and Development: Emerging Future. World Cities Report 2016.* Nairobi. https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2014/03/WCR-%20Full-Report-2016.pdf.

United Nations Human Settlements Programme (2016b). *Pretoria Declaration on Informal Settlements.* Nairobi. https://unhabitat.org/pretoria-declaration-on-informal-settlements/#.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2014). The Economic and human impact of disasters in the last ten years. https://www.unisdr.org/files/42862_economichumanimpact20052014unisdr.pdf

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.* http://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf.

United Nations World Water Assessment Programme (2017). *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource.* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf.

United States National Oceanic and Atmospheric Administration (2017). *2016 marks three consecutive years of record warmth for the globe.* National Oceanic and Atmospheric Administration. http://www.noaa.gov/stories/2016-marks-three-consecutive-years-of-record-warmth-for-globe

United States National Oceanic and Atmospheric Administration (2018). *2017 was 3rd warmest year on record for the globe.* http://www.noaa.gov/news/noaa-2017-was-3rd-warmest-year-on-record-for- globe.

United States National Snow and Ice Data Center (2017). *Arctic sea ice 2017: Tapping the brakes in September*. [National Snow and Ice Data Center http://nsidc.org/arcticseaicenews/2017/10/ (Consultado: 1 de noviembre de 2018).

Urry, J. (2010). Consuming the planet to excess. *Theory, Culture & Society* 27(2-3), 191-212. https://doi.org/10.1177/0263276409355999.

Vanbergen, A.J. (2013). Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11(5), 251-259. https://doi.org/10.1890/120126.

Vanwalleghem, T., Gómez, J.A., Infante Amate, J., González de Molina, M., Vanderlinden, K., Guzmán, G. *et al.* (2017). Impact of historical land use and soil management change on soil erosion and agricultural sustainability during the Anthropocene. *Anthropocene* 17, 13-29. https://www.doi.org/10.1016/j.ancene.2017.01.002.

Vaughan, D.G., Comiso, J.C., Allison, I., Carrasco, J., Kaser, G., Kwok, R. *et al.* (2013). Observations: Cryosphere. En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 4. 317-382. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter04_FINAL.pdf

Vermeulen, S.J., Campbell, B.M. y Ingram, J.S.I. (2012). Climate change and food systems. *Annual Review of Environment and Resources* 37, 195-222. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020411-130608.

Villasante, S., do Carme García-Negro, M., González-Laxe, F. y Rodríguez, G.R. (2011). Overfishing and the common fisheries policy: (Un)successful results from TAC regulation? *Fish and Fisheries* 12(1), 34-50. https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00373.x.

von Schneidemesser, E., Monks, P.S., Allan, J.D., Bruhwiler, L., Forster, P., Fowler, D. *et al.* (2015). Chemistry and the linkages between air quality and climate change. *Chemical Reviews* 115(10), 3856-3897. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00089.

Walker, C.L., Rudan, I., Liu, L., Nair, H., Theodoratou, E., Bhutta, Z.A. *et al.* (2013). Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. *Lancet* 381(9875), 1405-1416. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60222-6.

Wall, B., Derham, J. y O'Mahony, T. (eds.) (2016). *Ireland's Environment 2016: An Assessment.* Wexford: Ireland Environmental Protection Agency. http://www.epa.ie/pubs/reports/indicators/SoE_Report_2016.pdf.

Waller, C.L., Griffiths, H.J., Waluda, C.M., Thorpe, S.E., Loaiza, I., Moreno, B. *et al.* (2017). Microplastics in the Antarctic marine system: An emerging area of research. *Science of The Total Environment* 598, 220-227. https://www.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.283.

Wallinga, D., Rayner, G. y Lang, T. (2015). Antimicrobial resistance and biological governance: Explanations for policy failure. *Public Health* 129(10), 1314-1325. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2015.08.012.

Wals, A.E.J. (2015). *Beyond Unreasonable Doubt. Education and Learning For Socio-Ecological Sustainability in the Anthropocene.* Wageningen: Wageningen University. https://arjenwals.files.wordpress.com/2016/02/8412100972_rvb_inauguratie-wals_oratieboekje_v02.pdf.

Wals, A.E.J. y Lenglet, F. (2016). Sustainability citizens: Collaborative and disruptive social learning. En *Sustainability Citizenship in Cities: Theory and Practice.* Horne, R., Fien, J., Beza, B. y Nelson, A. (eds.). London: Routledge. chapter 5. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781317391081/chapters/10.4324%2F9781315678405-14

Watson, M. (2015). The UN decade of ESD: What was achieved in Scotland 2005–2014. *Applied Environmental Education & Communication* 14(2), 90-96. https://doi.org/10.1080/1533015X.2014.971980.

Weng, Z., Jowitt, S.M., Mudd, G.M. y Haque, N. (2015). A detailed assessment of global rare earth element resources: Opportunities and challenges. *Economic Geology* 110(8), 1925-1952. http://dx.doi.org/10.2113/econgeo.110.8.1925.

Wernick, I.K. y Ausubel, J.H. (1997). *Industrial Ecology: Some Directions for Research.* New York, NY: The Rockefeller University. https://phe.rockefeller.edu/ie_agenda/.

Wernick, I.K., Herman, R., Govind, S. y Ausubel, J.H. (1996). Materialization and dematerialization: Measures and trends. *Daedalus* 125(3), 171-198. https://phe.rockefeller.edu/Daedalus/Demat/.

Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A.G., de Souza Dias, B.F. *et al.* (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of The Rockefeller Foundation–Lancet

Commission on planetary health. *The Lancet* 386(10007), 1973-2028. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1.

Wiek, A., Bernstein, M.J., Foley, R.W., Cohen, M., Forrest, N., Kuzdas, C. *et al.* (2016). Operationalising competencies in higher education for sustainable development. En *Routledge Handbook of Higher Education for Sustainable Development.* Barth, M., Michelsen, G., Thomas, I. y Rieckmann, M. (eds.). London: Routledge. chapter 16. 241-260. https://www.routledgehandbooks.com/

doi/10.4324/9781315852249.ch16

Wiek, A., Withycombe, L. y Redman, C.L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science* 6(2), 203-218. https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6.

Wiggington, N., Fahrenkamp-Uppenbrink, J., Wible, B. y Malakoff, D. (2016). Cities are the future. *Science* 352(6288), 904-905. https://doi.org/10.1126/science.352.6288.904.

Williams, A.P., Allen, C.D., Macalady, A.K., Griffin, D., Woodhouse, C.A., Meko, D.M. *et al.* (2013). Temperature as a potent driver of regional forest drought stress and tree mortality. *Nature Climate Change* 3(3), 292-297. https://doi.org/10.1038/nclimate1693.

Winsemius, H.C., Jongman, B., Veldkamp, T.I.E., Hallegatte, S., Bangalore, M. y Ward, P.J. (2018). Disaster risk, climate change, and poverty: Assessing the global exposure of poor people to floods and droughts. *Environment and Development Economics* 23(3), 328-348. https://doi.org/10.1017/S1355770X17000444.

Wolf, K.L. y Robbins, A.S.T. (2015). Metro nature, environmental health, and economic value. *Environmental Health Perspectives* 123(5), 390-398. https://doi.org/10.1289/ehp.1408216.

Wolk, A. (2017). Potential health hazards of eating red meat. *Journal of Internal Medicine* 281(2), 106-122. https://doi.org/10.1111/joim.12543.

World Energy Council (2016). *World Energy Trilemma: Defining measures to accelerate the energy transition.* London. https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/05/World-Energy-Trilemma_full-report_2016_web.pdf.

World Health Organization (1948). Constitution of the World Health Organization. Geneva http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf

World Health Organization (2008). *Closing the Gap in a Generation: Health Equity Through Action on the Social Determinants of Health.* Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43943/1/9789241563703_eng.pdf.

World Health Organization (2014). Health in All Policies: Helsinki Statement. *The 8th Global Conference on Health Promotion.* Helsinki, 10-14 June 2013. World Health Organization, Geneva http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112636/1/9789241506908_eng.pdf?ua=1

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2017). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines.* Geneva. https://www.unicef.org/publications/files/Progress_on_Drinking_Water_Sanitation_and_Hygiene_2017.pdf.

Wunder, S., Noack, F. y Angelsen, A. (2018). Climate, crops, and forests: A pan-tropical analysis of household income generation. *Environment and Development Economics* 23(3), 279-297. https://doi.org/10.1017/S1355770X18000116.

Yao, T., Thompson, L., Yang, W., Yu, W., Gao, Y., Guo, X. *et al.* (2012). Different glacier status with atmospheric circulations in Tibetan Plateau and surroundings. *Nature Climate Change* 2, 663-667. https://doi.org/10.1038/nclimate1580.

Yin, J., Overpeck, J., Peyser, C. y Stouffer, R. (2018). Big jump of record warm global mean surface temperature in 2014-2016 related to unusually large oceanic heat releases. *Geophysical Research Letters* 45(2), 1069-1078. https://doi.org/10.1002/2017GL076500.

Zhang, M., Zeiss, M.R. y Geng, S. (2015). Agricultural pesticide use and food safety: California's model. *Journal of Integrative Agriculture* 14(11), 2340-2357. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61126-1.

Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D.B., Huang, Y. *et al.* (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114(35), 9326-9331. https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114.

Ziska, L.H. y Dukes, J.S. (eds.) (2014). *Invasive Species and Global Climate Change* CABI Invasives Series. https://www.cabi.org/bookshop/book/9781780641645.





PARTE A

Estado del Medio Ambiente

5. Aire
6. Biodiversidad
7. Océanos y Costas
8. Tierra y Suelo
9. Agua dulce

Capítulo 5

Aire



© Shutterstock/Adam Radosavljevic

Autores coordinadores principales: Phillip Dickerson (United States Environmental Protection Agency), Cristina Guerreiro (Norwegian Institute for Air Research), Terry Keating (United States Environmental Protection Agency), John Muthama Nzioka (University of Nairobi)

Autores principales: Serena H. Chung (United States Environmental Protection Agency), Stefan Reis (Centre for Ecology and Hydrology)

Autores colaboradores: Babatunde Joseph Abiodun (University of Cape Town), Kathryn Jennifer Bowen (Australian National University), Riyanti Djalante (United Nations University – Institute for the Advanced Study of Sustainability), James Grellier (European Centre for Environment and Human Health, University of Exeter), Fintan Hurley (Institute of Occupational Medicine), Andrei Kirilenko (University of Florida), Robyn Lucas (National Centre for Epidemiology and Population Health – The Australian National University), Caradee Y. Wright (Medical Research Council of South Africa)

Becario GEO: HE Chenmin (Peking University)

Resumen ejecutivo

Las concentraciones de CO_2 y de otros gases de efecto invernadero de larga duración siguen aumentando (GEI), impulsadas principalmente por el consumo de combustibles fósiles por parte de la población para satisfacer una demanda de energía cada vez mayor (*bien establecido*). {5.2.4}

Dadas las concentraciones actuales de GEI y su vida en la atmósfera, es inevitable que se produzcan cambios significativos en el clima y en los niveles del mar, con consecuencias generalizadas para las personas y el medio ambiente (*bien establecido*). Hay pruebas sólidas de que el cambio climático y el aumento de la variabilidad del clima empeoran la pobreza existente, agravan las desigualdades y desencadenan nuevas vulnerabilidades. Sin embargo, de no tomarse acciones que logren detener las emisiones de GEI, a futuro terminarán por presentarse cambios aún mayores. {5.3.4}

Los impactos del cambio climático incluyen un aumento en la frecuencia y la magnitud de las olas de calor y las tormentas (*establecido, pero incompleto*); cambios en la distribución de los vectores de enfermedades, exacerbación de los episodios de contaminación atmosférica y disminución del suministro de agua e impactos en el rendimiento de los cultivos y los precios de los alimentos. {5.3.4}

Los esfuerzos para disminuir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta (SLCP, por sus siglas en inglés), particularmente el carbono negro (CN), el metano (CH_4), el ozono troposférico (O_3) y los hidrofluorocarbonos (HFC), son un componente crítico del programa integrado de mitigación del cambio climático y gestión de la calidad del aire (*bien establecido*). Junto con la rápida mitigación de las emisiones de GEI, una disminución en las emisiones de SLCP también ermitirá alcanzar los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). {5.2.4}

La contaminación atmosférica es el factor ambiental que más contribuye a la carga mundial de morbilidad, provocando entre 6 y 7 millones de muertes prematuras al año, así como grandes pérdidas económicas (*establecido, pero incompleto*). De esas muertes, entre 2,6 y 3,8 millones se atribuyen a la quema de madera, carbón, residuos de cultivos, estiércol y el uso de queroseno para cocinar, calentar y alumbrar. Otras 3,2 a 3,5 millones de muertes se atribuyen a otras fuentes de contaminación del ambiente. El valor monetario de las pérdidas de bienestar global se ha estimado en 5,1 billones de dólares (o el 6,6% del producto mundial global). {5.3.1}

Así, las personas de edad avanzada, muy jóvenes, enfermas y pobres son más susceptibles a la contaminación atmosférica, puesto que esta puede agravar enfermedades o afecciones preexistentes (*bien establecido*). Dicha exposición es mayor para las personas que viven en las zonas urbanas de países con ingresos bajos y medios y para los, aproximadamente, 3.000 millones de personas que dependen de la quema de combustibles sólidos o queroseno para satisfacer las necesidades energéticas del hogar. {5.3.1}

A nivel mundial, la tendencia a la disminución de las emisiones en algunos sectores y regiones se ha visto contrarrestada por una tendencia al aumento de las emisiones en las economías emergentes y de rápido desarrollo y en las zonas de rápida urbanización *(bien establecido).* {5.2}

Asia ent registran el número total más alto de muertes atribuibles a la contaminación atmosférica, debido al gran tamaño de las poblaciones y a la existencia de ciudades con altos niveles de contaminación *(bien establecido).* Estas regiones también soportan la mayor carga sanitaria causada por la producción de bienes consumidos en otras regiones del mundo, principalmente, Europa Occidental y América del Norte. {5.3.1}

A raíz de los controles aplicados a las centrales eléctricas, a las grandes instalaciones industriales y a los vehículos, las contribuciones relativas de otras fuentes han aumentado en importancia *(bien establecido).* Dentro de las fuentes de contaminación cuya importancia es cada vez mayor para alcanzar los objetivos de calidad del aire se encuentran la agricultura, la quema doméstica de combustibles, la construcción y otros equipos portátiles, la fabricación artesanal y los incendios. La contribución de estas fuentes a los problemas de calidad del aire difiere de una región a otra, por lo tanto, las prioridades para el control de la contaminación del aire pueden variar según los diferentes lugares. {5.2.1}

Las emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) han disminuido drásticamente como resultado del Protocolo de Montreal (*bien establecido*). Incluso, nuevos estudios proporcionan pruebas sólidas de que el ozono estratosférico sobre la Antártida ha comenzado a recuperarse. Sin embargo, aunque las concentraciones de ozono estratosférico en otras regiones vienen aumentando desde el año 2000, el aumento esperado en la columna atmosférica del ozono y la disminución de la radiación ultravioleta (UV) que alcance la superficie de la Tierra no ha sido observada por fuera de la Antártida, debido a la variabilidad natural, al aumento de los GEI y a los cambios en la atenuación de la radiación UV por el ozono troposférico, las nubes y los aerosoles. {5.2.3}

Los acuerdos internacionales han tenido éxito a la hora de abordar productos químicos específicos, sin embargo, están surgiendo nuevos riesgos químicos *(establecido, pero incompleto).* Las concentraciones ambientales de contaminantes orgánicos persistentes (COP) se han reducido en Europa, América del Norte, Asia y el Pacífico, y el Ártico. {5.2.2}

El rápido desarrollo y la urbanización, combinados con una gobernanza ambiental insuficiente en muchas regiones, sugieren que es probable que el cambio climático y la contaminación atmosférica empeoren, en vez de mejorar, si no se realizan intervenciones políticas adicionales *(bien establecido).* Sin embargo, los futuros esfuerzos políticos pueden basarse en la renovada atención que se preste a estas cuestiones en los foros internacionales y en varias décadas de experiencia con diversas estrategias de gobernanza en diferentes países. {5.4}

5.1 Introducción

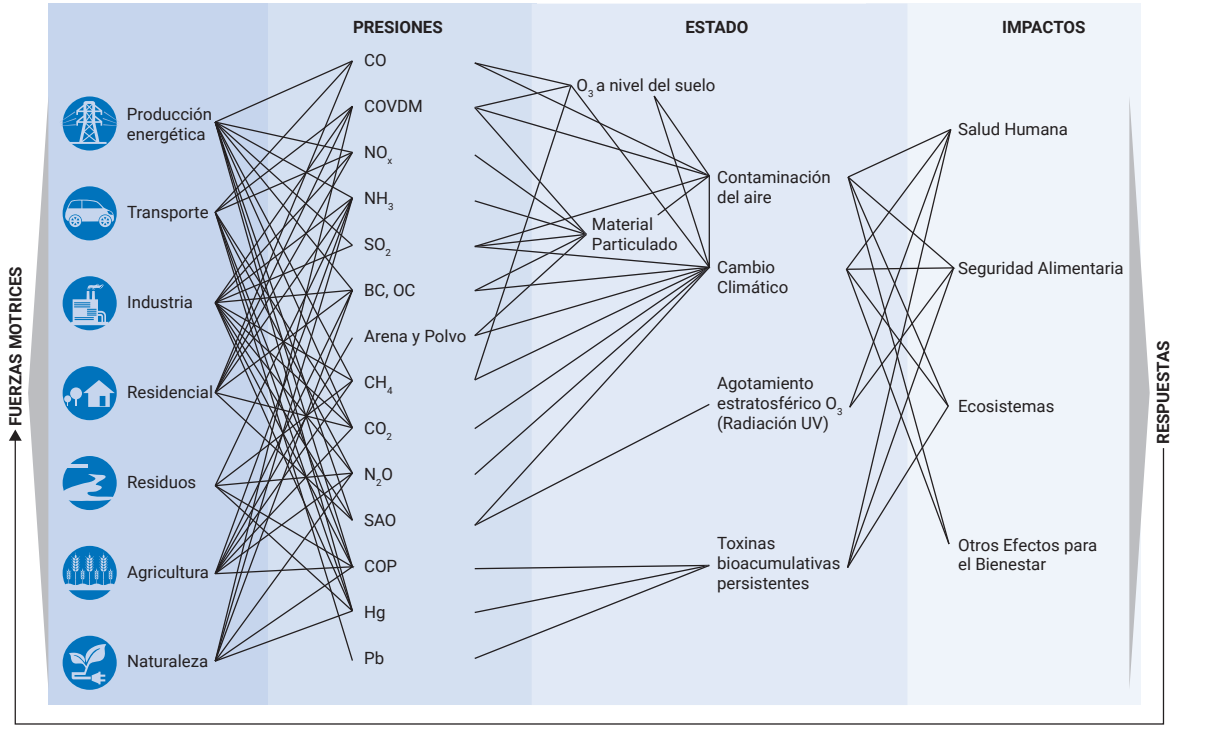
Las emisiones generadas por la actividad humana han cambiado la composición de la atmósfera terrestre, con consecuencias para la salud de las personas y del planeta. Los impactos de esta actividad en la atmósfera suelen enmarcarse en cuatro retos distintos: la contaminación atmosférica, el cambio climático, el agotamiento del ozono estratosférico y las sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables (PBT, por sus siglas en inglés) (Abelkop, Graham y Royer 2017). Las causas de estos cuatro desafíos, sus efectos en la composición atmosférica al igual que los procesos meteorológicos, y sus impactos en los seres humanos y los ecosistemas están estrechamente interrelacionados (ver **Figura 5.1**). Las soluciones a estos retos también están interrelacionadas, ya que los cambios en el estilo de vida, la tecnología y las políticas alteran las emisiones de múltiples contaminantes simultáneamente con una variedad de implicaciones interrelacionadas. En este capítulo se describen estos cuatro retos de forma conjunta, siguiendo el marco de las Fuerzas Motrices, las Presiones, el Estado, el Impacto y la Respuesta (FPEIR) (véase la Sección 1.6).

Desde que se publicó en 2012 la quinta edición de Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5), varios acontecimientos han centrado la atención internacional en la modificación de la composición atmosférica. Las estimaciones de la carga mundial de morbilidad causada por la contaminación atmosférica se han duplicado (comparando las evaluaciones publicadas en 2004, 2012 y 2017), principalmente como consecuencia de las nuevas estimaciones de exposición basadas en instrumentos satelitales (Lim *et al.* 2012; Cohen *et al.* 2017). La Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2014; 2017) y la Asamblea Mundial de la Salud de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015) han reaccionado mediante la adopción de resoluciones para fomentar medidas a nivel nacional encaminadas a abordar la contaminación atmosférica. Las concentraciones de importantes GEI continúan creciendo fuertemente (World

Tabla 5.1: Algunos componentes químicos atmosféricos

CN	carbono negro
CFC	clorofluorocarbonos
CH_4	metano
CO	monóxido de carbono
CO_2	dióxido de carbono
GEI	gases de efecto invernadero
HCFC	droclorofluorocarburos
HFC	hidrofluorocarbonos
Hg	mercurio
N_2O	óxido nitroso
NH_3	amoníaco
COVDM	compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
NO	óxido de nitrógeno
NO_2	dióxido de nitrógeno
NO_x	óxidos de nitrógeno
O_3	ozono, troposférico y estratosférico
OC	carbono orgánico
SAO	sustancias que agotan la capa de ozono
HAP	hidrocarburos aromáticos policíclicos
Pb	plomo
PBDE	Polibromodifenil éteres
PBT	Sustancias químicas persistentes, bioacumulativas y tóxicas (incluye COP, metales)
PCB	Bifenilos policlorados
PFAS	perfluoroalquiladas y sustancias polifluoroalquiladas
MP	Material particulado
MP_{10}	MP de menos de 10 µm de diámetro
$MP_{2.5}$	MP de menos de 2,5 µm de diámetro
COP	Compuestos orgánicos persistentes (según lo definido por acuerdos internacionales)
SO_2	dióxido de azufre

Figura 5.1: Vínculos primarios entre las presiones, el estado y los impactos del cambio atmosférico



Esta gráfica está destinada a ser una hoja de ruta para el lector ya que contiene las relaciones entre los principales temas y los contaminantes discutidos en este capítulo. Los símbolos químicos y las abreviaturas se definen en la Tabla 5.1.

Meteorological Organization [WMO] 2017a), así como ciertos indicadores del cambio climático han continuado acumulándose. Aunque los objetivos del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ya expiraron, estos fueron sustituidos por otros nuevos en virtud de la Enmienda de Doha, y por nuevos compromisos en el marco del Acuerdo de París (UNFCCC 2016). Como complemento a la labor de la CMNUCC se han realizado nuevos esfuerzos para reducir los contaminantes climáticos de vida corta (SLCP, por sus siglas en inglés) procedentes de sectores específicos con beneficios para la mitigación del cambio climático y la salud humana (Climate and Clean Air Coalition [CCAC] 2015). A medida que el ozono estratosférico (O_3) ha continuado su recuperación, la Enmienda de Kigali incluida al Protocolo de Montreal (Naciones Unidas 2016a) ha aprovechado este exitoso acuerdo internacional para ayudar a mitigar los impactos climáticos de los hidrofluorocarbonos (HFC), introducidos originalmente como sustitutos de las sustancias agotadoras del ozono (SAO). En cuanto a las emisiones de mercurio (Hg), estas han disminuido en algunas regiones y se han incrementado en otras. Las emisiones de algunos contaminantes orgánicos persistentes (COP) prohibidos han disminuido gracias a la aplicación de acuerdos internacionales. Sin embargo, la carga atmosférica de otros COP y PBT sigue siendo preocupante e incluso se han identificado nuevos riesgos químicos (United Nations Environment Programme [UNEP] 2017a).

La **Figura 5.2** muestra los esfuerzos para alcanzar cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) vinculados, directa o indirectamente, a la mitigación de las emisiones atmosféricas y a los cambios en la composición de la atmósfera.

Según las evaluaciones regionales del GEO-6, la contaminación atmosférica, el cambio climático y el desarrollo energético, así como la intersección de estos tres, fueron identificadas como prioridades principales en todas las regiones. Igualmente, el crecimiento de las ciudades, la energía y la demanda de transporte se identificaron consistentemente como temas de preocupación. De igual forma, la contaminación del aire en interiores y el acceso a la energía limpia en los hogares fueron consideraron como prioritarios en África y Asia.

Figura 5.2: Vínculos entre los cambios en la composición atmosférica y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible



Los vínculos directos se muestran con flechas resaltadas, los vínculos indirectos con flechas claras.

Otras prioridades regionales destacan las diferencias en las capacidades institucionales de los gobiernos de las distintas regiones: el mejoramiento de las redes de observación (África, América Latina y el Caribe, Asia Occidental); el fortalecimiento de la gobernabilidad (Asia, América Latina y el Caribe); y la comprensión de los costos y beneficios de las medidas de mitigación (Asia). Las siguientes secciones se basan en las evaluaciones regionales del GEO-6 a fin de explorar el estado de estos desafíos desde una perspectiva global.

5.2 Presiones: emisiones

La gente altera la atmósfera, principalmente, mediante la generación de emisiones. Las tendencias de estas emisiones son promovidas por cambios en la población, la urbanización, la actividad económica, la tecnología y el clima ("las fuerzas motrices"), así como por ciertas elecciones de comportamiento que incluyen el estilo de vida y los conflictos. Estas fuerzas motrices, a su vez, se ven determinadas por las políticas ("respuestas"). Las emisiones naturales, incluidas las procedentes de la vegetación, los suelos, los incendios forestales y las tormentas de arena y polvo, también contribuyen a las emisiones, pero también pueden verse afectadas por las personas (por ejemplo, mediante el cambio de uso de la tierra).

Aunque cada vez se dispone de más información sobre las emisiones en algunas regiones del GEO, aún no existe un programa global de notificación aplicable a todas las fuentes y contaminantes, ni un repositorio exhaustivo de datos sobre emisiones. La Convención de Aarhus y su Protocolo sobre Registros de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (PRTR, por sus siglas en inglés) aspiran a establecer una red mundial, basándose en la labor de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (véase http://prtr.net). En la actualidad, la elaboración de un inventario de emisiones mundial coherente requiere un esfuerzo de investigación, de ahí que esta evaluación utilice los últimos datos de emisiones antropogénicas elaborados mediante el Community Emissions Data System (CEDS), un sistema de código abierto que inventariza las emisiones


© Shutterstock/WitthayaP

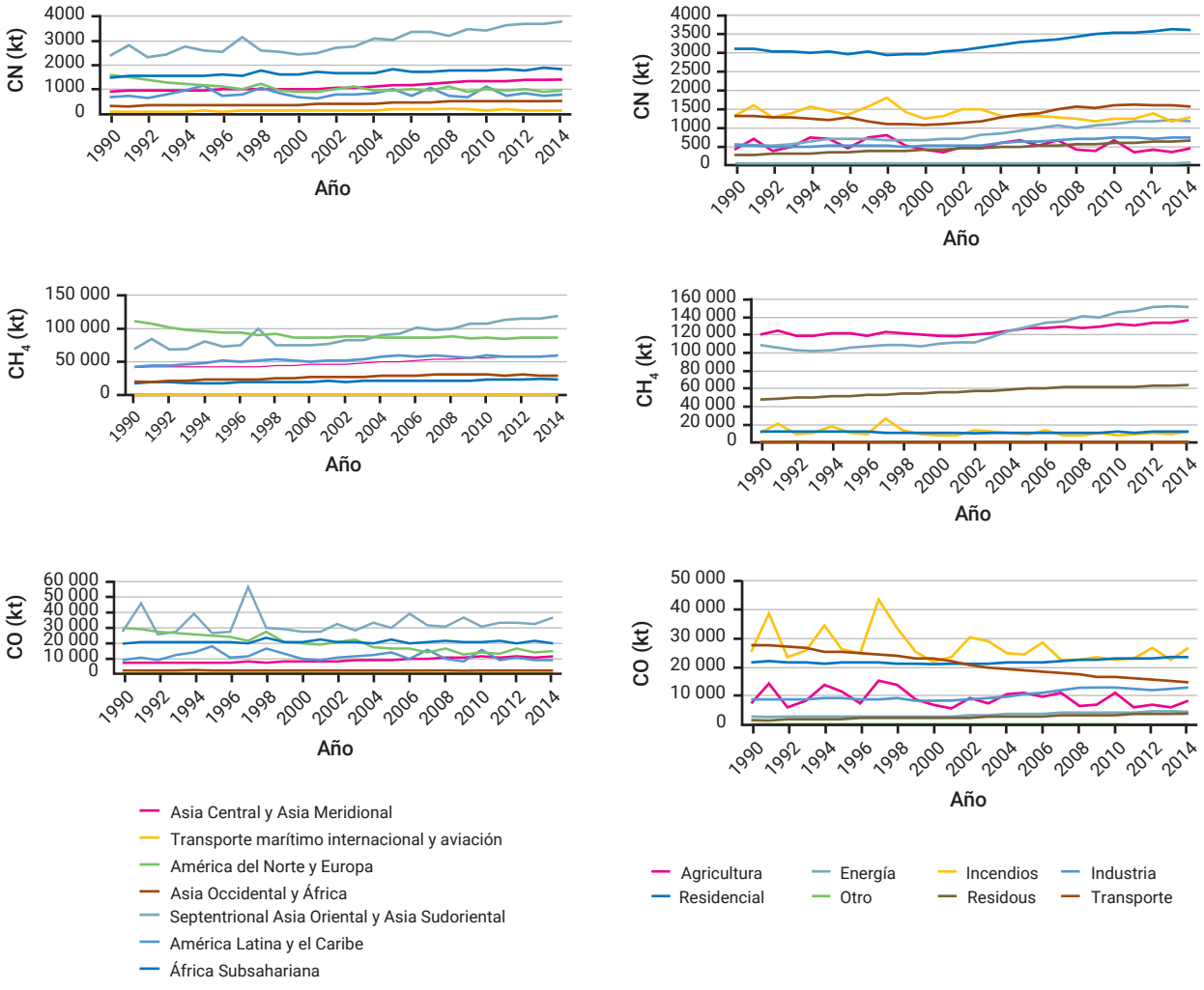
globales y proporciona tendencias consistentes de emisiones a largo plazo para así usarlo en los esfuerzos de modelización atmosférica global, como los que apoyan la preparación del sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (Hoesly *et al.* 2018). Las emisiones procedentes de la quema de biomasa a cielo abierto, ya sean antropogénicas o naturales, se extraen de un inventario independiente creado para la elaboración de modelos globales mediante la fusión de información procedente de estimaciones satelitales, registros de carbón sedimentario, registros históricos de visibilidad y múltiples modelos de incendios (van Marle *et al.* 2017).

En conjunto, estos grupos de datos proporcionan una base actualizada y coherente para examinar las tendencias de la mayoría de los contaminantes atmosféricos y los gases de efecto invernadero (GEI) (véase la **Figura 5.3**).

A nivel mundial, las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono (CO_2) aumentaron en más del 40% durante el período 1990-2014, debido a los grandes aumentos en Asia, que han sido contrarrestados por pequeñas disminuciones en América del Norte y Europa. Las emisiones de dióxido de azufre (SO_2) son las únicas que han disminuido a nivel mundial durante este período, con aumentos de más del 50% en Asia compensados por un descenso de más del 75% en América del Norte y Europa. En los últimos años, las emisiones de SO_2 y de óxidos de nitrógeno (NO_x) han comenzado a disminuir en Asia Oriental. La inclusión de los incendios forestales y agrícolas aumenta significativamente la variabilidad interanual de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVDM), monóxido de carbono (CO), carbono negro (CN) y carbono orgánico (OC, por su sigla en inglés).

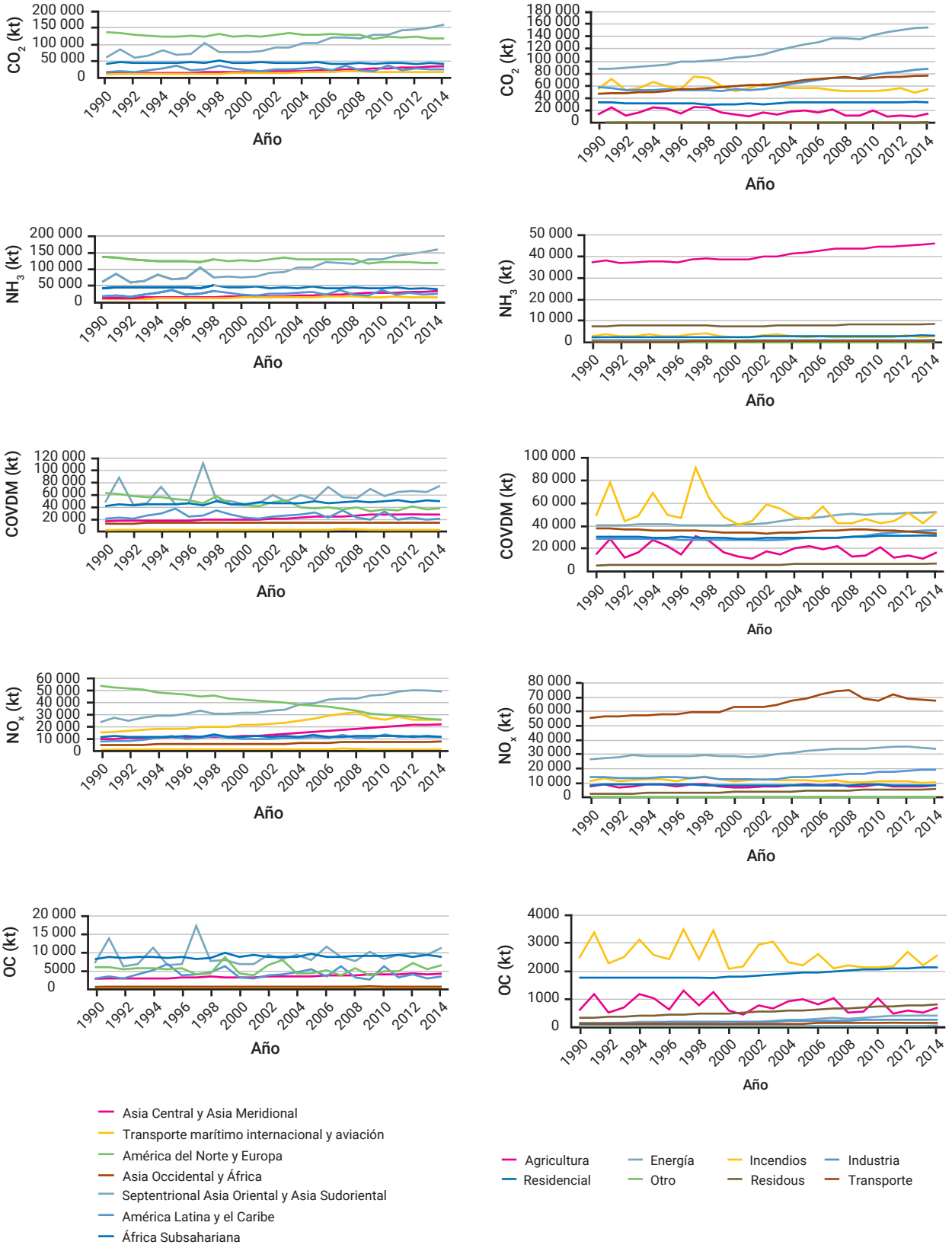
Los datos de emisiones presentados aquí corresponden a las mejores estimaciones realizadas, aunque con diferentes grados de incertidumbre según el contaminante, el sector, la región y el periodo de tiempo. Hoesly *et al.* (2018) descubrieron que las estimaciones contenidas en el CEDS son ligeramente superiores a los inventarios globales anteriores (por ejemplo, Lamarque *et al.* 2010; Comisión Europea 2016). En general, las estimaciones sobre las emisiones de CO_2 y SO_2 tienen incertidumbres del orden de ±10% para un intervalo de confianza del 5%-95%, mientras que las emisiones de CN y OC tienen incertidumbres del orden de un factor de dos. Las incertidumbres para las emisiones de CO, NOX, COVDM y amoníaco (NH_3) se sitúan entre estos dos extremos (Hoesly *et al.* 2018). La incertidumbre también varía según el sector: las emisiones de las grandes plantas de generación de electricidad están bien documentadas, mientras que las emisiones generadas por los conflictos militares no se conocen bien ni se incluyen habitualmente en los inventarios.

Figura 5.3: Tendencias en kilotones de las emisiones anuales entre 1990 a 2014 por contaminantes, regiones y sectores



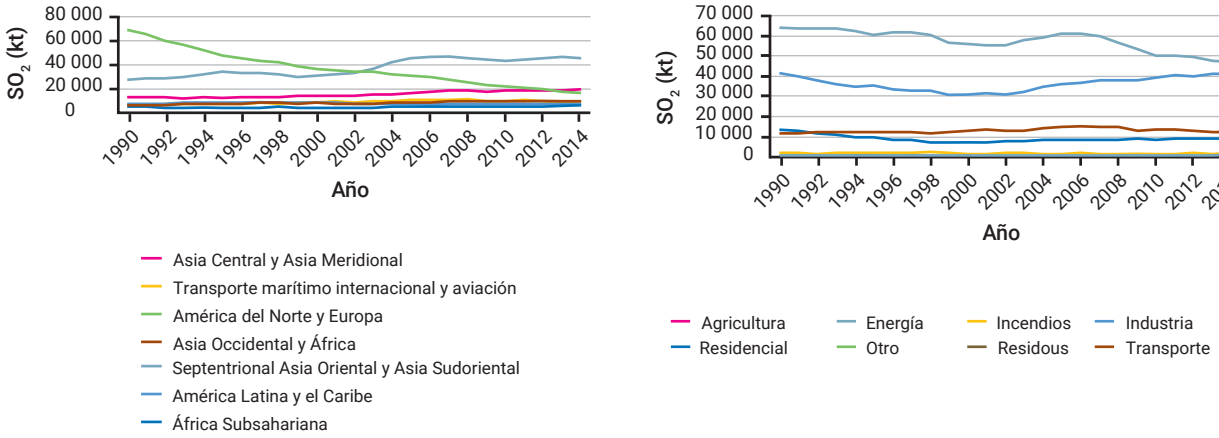
Fuente: Hoesly *et al.* (2018).

Figura 5.3 (continuación): Tendencias en kilotones de las emisiones anuales entre 1990 a 2014 por contaminantes, regiones y sectores



Fuente: Hoesly *et al.* (2018).

Figura 5.3 (continuación): Tendencias en kilotones de las emisiones anuales entre 1990 a 2014 por contaminantes, regiones y sectores



Fuente: Hoesly *et al*. (2018).

Existen vacíos considerables en los datos disponibles relacionados con las emisiones de COP, incluyendo plaguicidas, productos químicos industriales y productos de combustión incompleta o de reacción química. Para los COP más estudiados, los datos disponibles en Europa, América y Asia Central indican que, gracias a la existencia de regulaciones, entre las que se encuentra el Convenio de Estocolmo, las emisiones disminuyeron significativamente entre 1990 y 2012 (UNEP 2014a; UNEP 2014b; UNEP 2015a; UNEP 2015b). No obstante, junto al creciente número de COP y sustancias candidatas incluidas, las emisiones de COP no regulados pueden estar aumentando. Asimismo, muchos productos comerciales contienen cantidades y tipos desconocidos de COP sin regulación que a menudo presentan efectos desconocidos (véase también la Sección 4.3.3).

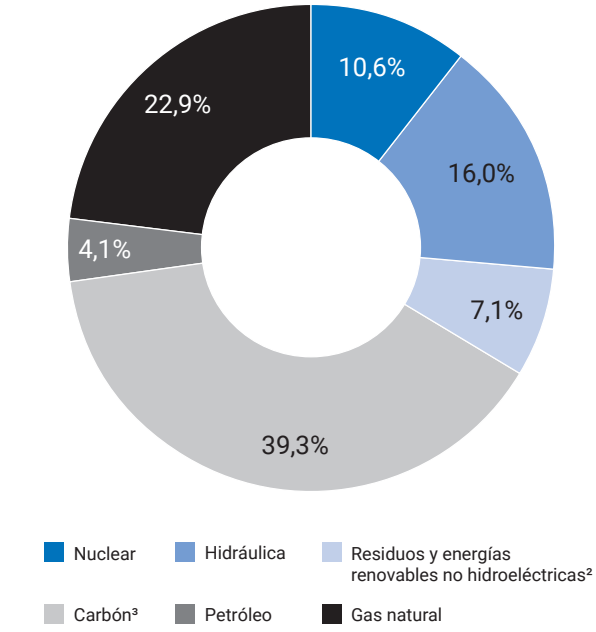
La Evaluación Mundial del Mercurio del PNUMA estimó que las emisiones antropogénicas de Hg a la atmósfera fueron de 2.220 (2.000-2.820) toneladas (métricas) al año en 2015 (UNEP 2013a). A nivel mundial, la minería de oro artesanal y en pequeña escala (ASGM, por sus siglas en inglés) fue responsable de cerca del 38% del total de las emisiones antropogénicas de Hg a la atmósfera en 2015, seguida por la combustión de carbón (con cerca del 21%), la producción de metales no ferrosos (cerca del 15%) y la producción de cemento (cerca del 11%). Asia es la principal región en la que se origina, ya que contribuyó con cerca del 49% de las emisiones antropogénicas de Hg en 2015, seguida por Sudamérica (18%) y el África subsahariana (16%). Las fuentes antropogénicas actuales aportan alrededor del 30% de las emisiones anuales de Hg a la atmósfera, mientras que las fuentes geológicas naturales contribuyen en un 10%. El 60% restante procede, principalmente, de "reemisiones" de Hg previamente liberado de fuentes antropogénicas en superficies terrestres y acuáticas (UNEP 2013a).

A nivel mundial, tanto la producción como el consumo de SAO, y por lo tanto sus emisiones, disminuyeron en más del 99% entre 1990 y 2016 (UNEP 2017b). Los clorofluorocarbonos (CFC) y los halones, los más potentes agotadores de la capa de ozono, han sido sustituidos por hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC) de vida más corta, aunque mediciones recientes sugieren que pueden estar produciéndose nuevas emisiones de triclorofluorometano (CFC-11) (Montzka *et al.* 2018). Los HCFC, cuyo potencial es de menor agotamiento, se están eliminando actualmente para dar paso a sustancias químicas que no contribuyen al agotamiento del ozono. La preocupación por la posible contribución futura de los HFC al cambio climático llevó a la modificación del Protocolo de Montreal mediante la Enmienda de Kigali en el 2016, con su limitación a las emisiones futuras de HFC.

5.2.1 Producción de electricidad y combustible

El sector de producción de electricidad y combustibles (denominado "energía" en la **Figura 5.3**) es el principal sector emisor antropogénico de CO_2, metano (CH_4), SO_2 y COVDM, y el principal sector emisor de otros contaminantes atmosféricos. En este sector, la generación de electricidad contribuyó con alrededor del 70% del CO_2, el 71% del SO_2 y el 72% del NO_x en 2014 (Hoesly *et al.* 2018).

Figura 5.4: Cuota mundial de combustible en la generación de electricidad en 2015[1]



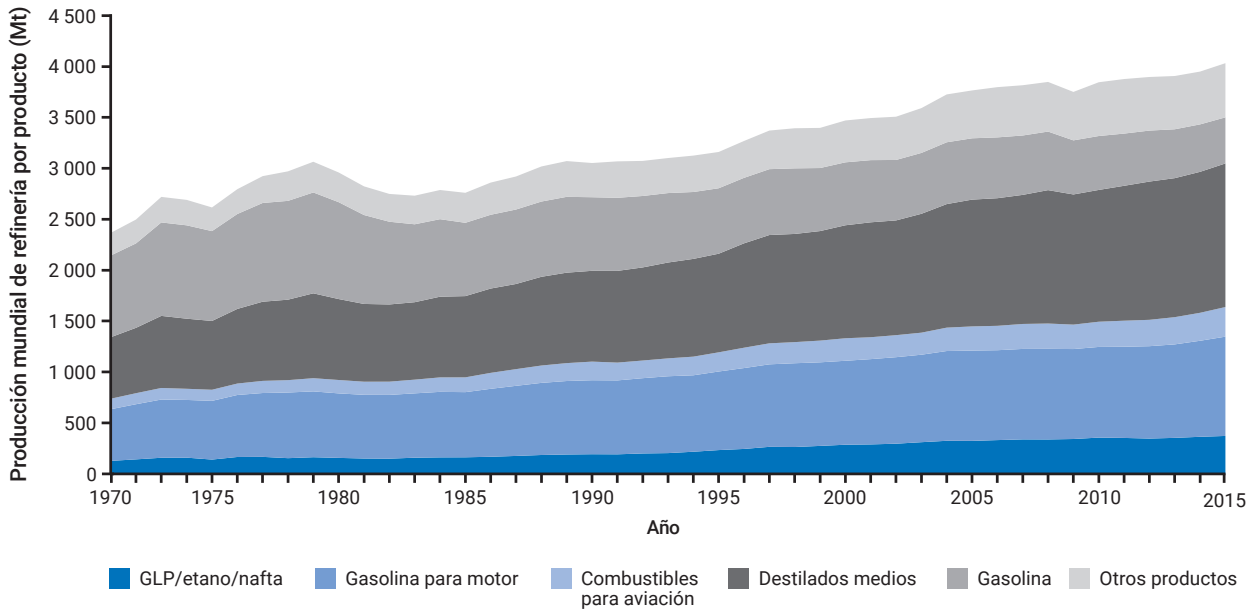
Notas: [1] Se excluye la generación de electricidad a partir del almacenamiento por bombeo. [2] Incluye la energía geotérmica, solar, eólica, calórica, etc. [3] La turba y el esquisto bituminoso se agregan al carbón

Fuente: IEA (2017).

A pesar del aumento en la capacidad de las energías renovables, los combustibles fósiles siguen dominando el sistema energético mundial (véase la **Figura 5.5**). El carbón es responsable de tres cuartas partes de las emisiones de SO_2 del sector, el 70% de sus emisiones de NO_x, y más del 90% de las emisiones de material particulado primario de menos de 2,5 µm de diámetro ($MP_{2.5}$). La combustión de carbón es también la segunda fuente antropogénica más importante de emisiones mundiales de Hg (International Energy Agency [IEA] 2016a). En 2015, la generación energética proveniente del gas emitió cerca del 20% de los NO_x procedentes de la generación de energía, pero casi nada de SO_2 o de $MP_{2.5}$ primarias (AIE 2016a).

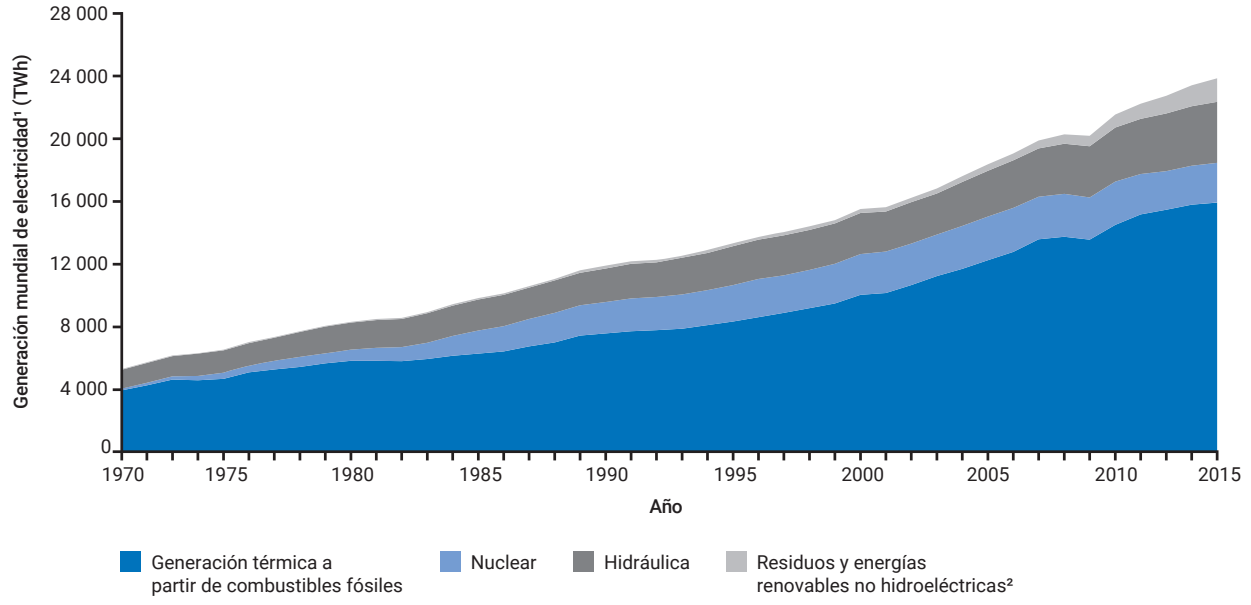
Entre 1990 y 2015, la producción mundial de combustibles derivados del petróleo experimentó un crecimiento lento, pero sostenido (véase la **Figura 5.5**). Mientras que las emisiones de CH_4 y COVDM procedentes de la producción de combustible mostraron un aumento correspondiente (**Figura 5.3**). Sin embargo, en el caso de la generación de electricidad, la producción se duplicó entre 1990 y 2015 (**Figura 5.6**), sin embargo, las emisiones de

Figura 5.5: Rendimiento mundial de las refinerías de petróleo por producto (millones de toneladas)



Fuente: IEA (2017).

Figura 5.6: Generación mundial de electricidad por combustible (horas de teravatios)[1]



Notas: [1] Excluye la generación de electricidad a partir del almacenamiento por bombeo. 2 Otros = geotérmica, solar, eólica, mareomotriz, oceánica, biocombustibles, térmica, etc.

Fuente: IEA (2017).

contaminantes atmosféricos no aumentaron al mismo ritmo. Más importante aún, las emisiones de SO_2 procedentes de la generación de electricidad disminuyeron después de 2006 (véase la **Figura 5.3**). Las principales razones de esta desvinculación son:

1. mejora en la eficiencia energética;
2. normas de emisión más estrictas para las centrales eléctricas y el progreso de tecnologías de control de final de tubería;
3. el desarrollo del gas natural, energías renovables y energía nuclear (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [REN21] 2016).

Sin embargo, a pesar de las políticas existentes y de los objetivos, metas e intenciones anunciados, se espera que la demanda de electricidad aumente en dos tercios para 2040 (IEA 2016b). Tanto las tecnologías de control de la contaminación al final de la tubería, como el carbón con bajo contenido en azufre pueden utilizarse para conseguir menores emisiones de contaminantes a la atmósfera.

5.2.2 Transporte

En todas las regiones del mundo, el transporte de personas y mercancías es una fuente importante de emisiones de contaminantes atmosféricos, GEI, SAO (procedentes de unidades del aire acondicionado de automóviles) y PBT (incluido el plomo [Pb] y otros metales). El transporte por carretera, incluyendo el transporte de pasajeros en vehículos de gasolina y en camiones pesados, representa una fracción dominante de las emisiones de NO_x y una fracción significativa de las emisiones de CO_2, CO, COVDM y CN (véase la **Figura 5.3**; Hoesly *et al.* 2018). Este tipo de tráfico también contribuye a las emisiones de MP primarias procedentes del desgaste de los neumáticos y los frenos y del polvo arrastrado en la carretera (no incluido en **Figura 5.3**). Dado que los automóviles y los camiones operan y emiten contaminantes cerca de las viviendas y lugares de trabajo, las personas cercanas tienen un impacto mayor a las exposiciones a la contaminación atmosférica y los impactos asociados a la salud, el cual es proporcional a la fracción de sus emisiones totales.

La actividad total del transporte por carretera es mayor en América del Norte y Europa que en otras regiones y, por lo tanto, es responsable de mayores emisiones de CO_2. Sin embargo, esas emisiones se han mantenido estables durante la última década, con mejoras en la eficiencia del combustible, situación que le permite mantenerse a la par de la creciente demanda de transporte (Hoesly *et al.* 2018). En América del Norte y Europa, las emisiones de otros contaminantes relacionados con el transporte han disminuido debido a la creación de normas sobre las emisiones de vehículos y combustibles (véase la Sección 12.2).

En los países en desarrollo, las emisiones del transporte por carretera siguen aumentando, ya que el uso de vehículos crece más rápido que las mejoras tecnológicas, a pesar de la introducción de normas sobre emisiones y combustible, las cuales están retrasadas con respecto a las de América del Norte y Europa. Así, la aplicación de tecnologías más limpias se ve frenada por el comercio de vehículos usados de los países más ricos (CEPE y UNEP 2017). Sin embargo, el progreso continuo hacia la disminución de contenido de azufre en los combustibles permitirá el uso de sistemas avanzados de control de emisiones en todos los países.

A medida que las normas de emisión se aplican más ampliamente a los vehículos de carretera, la fracción relativa de las emisiones de los vehículos de otro tipo, como los equipos pesados de construcción, es cada vez más importante. Estos vehículos, que a menudo funcionan con diésel y tienen una larga vida útil, pueden ser buenos candidatos para el uso de tecnologías de control mediante su reacondicionamiento o el uso de combustibles alternativos.

El transporte marítimo, que se utiliza para transportar el 80% del comercio mundial medido en volumen (International Transport Forum 2017) y, creció más del 300% entre 1990 y 2015 si se mide en toneladas-milla (United Nations Conference on Trade and Development [UNCTAD] 1997; UNCTAD 2017). Los buques, que suelen quemar los productos petrolíferos más pesados, son una fuente importante de emisiones de SO_2 y CO_2 a nivel mundial y una fuente de emisiones de SO_2, NO_x y CN en las regiones costeras y las ciudades portuarias. En virtud de la legislación internacional (por ejemplo, en los mares del Norte y del Báltico y en las aguas costeras de América del Norte) y de la legislación nacional (por ejemplo, en los puertos chinos y en las aguas interiores) se han establecido zonas de control de emisiones. La Organización Marítima Internacional ha anunciado nuevas normas sobre emisiones y combustible para disminuir drásticamente las emisiones del transporte marítimo a partir de 2020.

La aviación es un contribuyente pequeño, pero creciente a las emisiones mundiales, ya que representa menos de cerca del 2% de las emisiones antropogénicas mundiales de CO_2 procedentes de la combustión de combustibles (IEA 2017). Entre 2000 y 2016, los viajes aéreos mundiales de pasajeros aumentaron un 235% (medido en pasajeros-km) y el transporte aéreo de mercancías aumentó un 174% (medido en toneladas-km) (International Civil Aviation Organization [ICAO] 2016a). Los aviones emiten contaminantes directamente en la atmósfera superior, donde su impacto en la formación de ozono y el forzamiento climático es mayor que si se emitieran cerca de la superficie. La contribución del CO_2 de la aviación al forzamiento radiativo está bien cuantificada, pero los aviones también emiten vapor de agua, otros gases y aerosoles a gran altura que desencadenan la formación de nubes, por lo que modifican su formación natural y alteran las concentraciones de ozono y metano en la troposfera superior y la estratosfera inferior. Los efectos de estos cambios en el forzamiento climático no están bien cuantificados (Brasseur *et al.* 2016; Fahey *et al.* 2016). En 2016, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) adoptó el Plan de Compensación y Reducción del Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA, por sus siglas en inglés), con el objetivo de limitar las emisiones netas de CO_2 de la aviación internacional a los niveles de 2020 (ICAO 2016b).

5.2.3 Industrial

La industria, que incluye tanto el sector manufacturero como el minero, emite contaminantes atmosféricos, GEI, SAO y PBT, ofreciendo así la posibilidad de realizar controles frente a los multicontaminantes. Las emisiones y sus controles suelen contar con procesos específicos para cada industria o incluso para regiones específicas en el caso de algunas industrias.

Casi dos tercios de las emisiones históricas de CO_2 y CH_4 pueden atribuirse a 90 empresas de inversores o gubernamentales dedicadas a la producción de combustibles fósiles y cemento (Heede 2014). Las emisiones mundiales de la industria aumentaron para todos los contaminantes entre 1990 y 2014, excepto para el SO_2 (**Figura 5.3**), debido a que en Europa y América del Norte la disminución de las emisiones fue menor que el aumento en otros continentes. En cuanto a las emisiones industriales de SO_2 a nivel mundial, se redujeron en un 26% entre 1990 y 1999, debido a la disminución de las emisiones europeas y norteamericanas, pero aumentaron después de 1999, debido a un aumento considerable de las emisiones de China (hasta 2012 y se redujeron a partir de entonces; Zheng *et al.* 2018) y de las emisiones de otros países asiáticos (Hoesly *et al.* 2018).

La creación de numerosos productos industriales, nanomateriales y productos químicos novedosos plantea un reto considerable en términos de regulación y control. Sus emisiones a menudo no están reguladas ni cuantificadas, lo que provoca efectos desconocidos en el medio ambiente y la salud.

La innovación tecnológica, la transferencia de tecnología y una normativa de emisiones más estricta para mejorar la eficiencia energética en los sectores manufacturero y minero son fundamentales para reducir las emisiones. Algunos ejemplos incluyen una tecnología más limpias para hornos ladrilleros, la cual se ha puesto a prueba en Asia y América Latina (Maithel *et al.* 2012; Center for Human Rights and Environment 2015); tecnologías y enfoques menos contaminantes para reducir o eliminar el uso de mercurio en la ASGM que se ha puesto a prueba en varios países (United States Environmental Protection Agency [US EPA] 2018a); y esquemas de Perform-Achieve-Trade para las industrias con un uso intensivo de energía en la India (Kumar y Agarwala 2013; Bhandari y Shrimali 2018).

5.2.4 Residencial y comercial

Alrededor de 3.100 millones de personas, aproximadamente el 43% de la población mundial en 2014, dependen de la quema de combustibles como la madera, los residuos de cultivos, el estiércol, el carbón y el queroseno para cocinar sus alimentos y calentar e iluminar sus hogares (World Health Organization [WHO] 2016a). Estos combustibles son la fuente dominante de emisiones de CN y CO a nivel mundial y una fuente importante de emisiones primarias de MP, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), CO y CO_2 (Hoesly *et al.* 2018). A nivel mundial, la exposición al humo residencial es uno de los mayores factores de riesgo para la salud ambiental (Cohen *et al.* 2017). La falta de acceso a energía limpia en los hogares es más grave en los países de ingresos bajos y medios, aunque el uso de combustibles contaminantes tiene lugar en los países de ingresos altos, tanto en las zonas urbanas como en las rurales. Las mujeres y los niños son los más expuestos a la contaminación del aire en el hogar y también son los que asumen la mayor carga en la recolección o adquisición de los combustibles (WHO 2016b). Mejorar el acceso a estufas y combustibles más limpios (incluidos los pellets de madera, el gas licuado de petróleo, el gas natural y las fuentes de electricidad) se ha identificado como una prioridad mundial, y si bien se está avanzando, siguen existiendo muchos desafíos (Global Alliance for Clean Cookstoves 2014; WHO 2016a) (véase la Sección 12.2.3).

La demanda de energía del entorno construido (principalmente la construcción, la calefacción, la refrigeración y la iluminación de los edificios residenciales y comerciales) representa una gran parte de las emisiones de GEI en los países con economías desarrolladas y en algunas ciudades de las economías en desarrollo. La mejora de la eficiencia energética de los edificios y las ciudades es necesaria para alcanzar los objetivos mundiales de mitigación de gases de efecto invernadero y lograr beneficios colaterales para la calidad del aire. Estas mejoras requieren enfoques políticos como normas de construcción, sistemas de etiquetado y clasificación, planificación del uso del suelo, incentivos fiscales, financiación, compromisos voluntarios, sensibilización y educación.

5.2.5 Manejo de desechos

Mientras que la mayoría de los países desarrollados han pasado a utilizar tecnologías más limpias y eficientes para la gestión de los residuos, los países en vías de desarrollo siguen lidiando con retos básicos en este ámbito. El vertido y la quema de residuos sólidos a cielo abierto siguen siendo predominantes en los países de renta baja y continúan practicándose en muchas ciudades de los países de renta media-baja y media-alta. Se estima que 2.000 millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a servicios de recogida de residuos sólidos, mientras que 3.000 millones de personas carecen de acceso a instalaciones adecuadas de eliminación de residuos (UNEP y International Solid Waste Association 2015). Aproximadamente, 64 millones de personas se ven directamente afectadas por el vertido incontrolado y la quema a cielo abierto en los 50 mayores vertederos del mundo, 42 de los cuales se encuentran a menos de 2 km de los centros poblados (Waste Atlas Partnership 2014).

En muchos países en desarrollo, la quema de residuos a cielo abierto libera CO_2, CH_4, COVDM y MP y es una fuente importante de COP, incluyendo dioxinas y furanos (UNEP 2014a; UNEP 2014b; UNEP 2015a; UNEP 2015b). En los países desarrollados, el sector de los residuos también es una fuente importante de CH_4, metales y COP. La exportación ilícita de equipos eléctricos y electrónicos desechados (ewaste) de los países industrializados a los países en vías de desarrollo (Rucevska *et al.* 2015) provoca importantes emisiones de COP, así como de otros contaminantes orgánicos semivolátiles (por ejemplo, otros retardantes de llama halogenados) en las zonas informales de recepción y procesamiento de residuos electrónicos (Breivik *et al.* 2016).

5.2.6 Agricultura y silvicultura

Una amplia gama de prácticas agrícolas y ganaderas alteran el ciclo del nitrógeno y las emisiones de GEI y aumentan la contaminación por fertilizantes y pesticidas, promoviendo la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo (DeLonge, Miles y Carlisle 2016). La agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra contribuyen en un 25% a las emisiones mundiales de GEI (Seto *et al.* 2014). En los países desarrollados, la agricultura constituye alrededor del 10% de los inventarios nacionales de GEI (European Environment Agency 2017; US EPA 2017), mientras que en los países en desarrollo la contribución es mucho mayor.

La producción, la distribución y el consumo de carne y productos lácteos tienen un gran impacto ambiental en escalas que van de lo local a lo global (Leip *et al.* 2015). La producción industrial de carne, al igual que las actividades ganaderas, son fuentes significativas de GEI, NH_3, polvo y bioaerosoles (Cole y McCoskey 2013). Las emisiones de GEI procedentes de la ganadería aumentaron un 51% en todo el mundo entre 1961 y 2010, principalmente debido a un aumento del 117% en los países en desarrollo, que se vio moderado por un descenso del 23% en los países desarrollados (Caro *et al.* 2014; Pagano *et al.* 2017). La producción ganadera es responsable del 9% de las emisiones totales de GEI (Caro *et al.* 2014), siendo la mayor fuente de estas (74%) provenientes del ganado lechero y de carne. Las emisiones de N_2O y CH_4 procedentes del estiércol acumulado en los pastos, su gestión y fermentación aumentaron en un 57% en todo el mundo en el mismo período. Sin embargo, el pastoreo rotacional del ganado y otras técnicas de gestión de pastos están disponibles para disminuir la producción de GEI y al mismo tiempo preservar la biodiversidad (Nordborg y Röös 2016).

Junto con la ganadería, el uso de fertilizantes da lugar a importantes emisiones de dicho compuesto, que representan alrededor del 75% de las emisiones antropogénicas y cerca del 60% de las emisiones totales de dicho compuesto a nivel mundial (Ciais *et al.* 2013) contribuyendo a la formación regional de MP y a una degradación de los ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos (Galloway *et al.* 2003).

Las prácticas de riego y fertilización de los cultivos en general, así como la gestión de los pastos, pueden alterar las tasas de respiración del suelo, modificando la cantidad de CO_2 emitida por estos a la atmósfera (UNEP 2017c). Los plaguicidas utilizados en las aplicaciones agrícolas son una fuente importante de COP no regulados en el medio ambiente y la cadena alimentaria, con diversos efectos perjudiciales para la salud (véase la Sección 4.3.4).

La quema de biomasa, incluidos los incendios naturales, la quema controlada de residuos agrícolas y forestales y la quema controlada de bosques y sabanas para el desmonte, contribuye significativamente a la contaminación atmosférica al emitir CO, OC, CN, NO_x y NH_3, así como GEI, CO_2 y CH_4. Los tipos de biomasa

que más se queman son la sabana en África, el bosque boreal en la antigua Unión Soviética, la sabana y el bosque tropical en América Latina, y la sabana, la turba y el bosque tropical en Asia Oriental. La quema de biomasa en el sudeste asiático, la sequía desencadenada por El Niño de 2015-2016, junto con la deforestación inducida antropogénicamente sobre los pantanos de turba y los efectos de anteriores incendios generalizados, han provocado graves episodios de contaminación atmosférica regional (Wooster, Perry y Zoumas 2012; Koplitz *et al.* 2016; Parker *et al.* 2016; Parker *et al.* 2016) (véase la Sección 12.2.5).

5.2.7 Emisiones naturales y cambio en el uso de la tierra

Las fuentes naturales también contribuyen a las emisiones, pero la población tiene una gran influencia en ellas en algunas regiones a través del cambio de uso de la tierra, especialmente, la expansión de las tierras de cultivo (Pacifico *et al.* 2012; Ciais *et al.* 2013). El polvo soplado por el viento procedente de paisajes naturales y de tierras de cultivo no protegidas en las regiones áridas y semiáridas es la mayor fuente de MP atmosférico y la fracción dominante de MP grueso en muchas regiones, como en el norte de África y Oriente Medio (Ginoux *et al.* 2012; Albani *et al.* 2014). Las prácticas de gestión sostenible de de la tierra y el agua pueden disminuir las tormentas de arena y polvo, contribuyendo al mismo tiempo a reducir la desertificación, preservar la biodiversidad y mitigar el cambio climático. Los planes de acción regionales y nacionales, incluidos los desarrollados en el marco de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), tienen el potencial de abordar las causas subyacentes de las tormentas de arena y polvo (UNEP, WMO y UNCCD 2016).

A nivel mundial, la vegetación terrestre es la fuente dominante de COVDM atmosféricos, superando así en casi 10 veces a las fuentes antropogénicas (Guenther *et al.* 2012; Sindelarova *et al.* 2014). Los COVDM biogénicos tienden a ser altamente reactivos y pueden contribuir significativamente a la formación de O_3 y MP incluso en zonas urbanas (Chameides *et al.* 1988). Los procesos microbianos del suelo son una parte importante del ciclo del nitrógeno y se pueden convertir en una fuente significativa de emisiones de NO_x fuera de las zonas urbanas y en la fuente dominante de óxido nitroso (N_2O), un potente GEI a nivel mundial (Ciais *et al.* 2013). Ahora, las emisiones de NO_x del suelo son mayores en las tierras de cultivo debido al aumento del contenido de nitrógeno del suelo por la aplicación de fertilizantes (Vinken *et al.* 2014). Se estima que la deforestación asociada a la expansión de las tierras de cultivo y de pastos ha reducido las emisiones anuales globales de COVDM en un 10-35% y ha aumentado las emisiones de NO_x del suelo en, aproximadamente, un 50% desde la década de 1850, excepto en algunas partes del este de Estados Unidos y Europa occidental donde se ha producido la reforestación (Unger 2014; Heald y Geddes 2016). Bouwman *et al.* (2013) estimaron que las emisiones de N_2O del suelo agrícola se multiplicaron por tres durante el siglo XX.

La respiración del suelo es una importante fuente de CO_2 a la atmósfera a escala mundial (Hashimoto *et al.* 2015) lo cual en las últimas décadas ha aumentado su contribución (Bond-Lamberty *et al.* 2018).

5.3 Estado: composición atmosférica y clima

En lo que respecta a las variables meteorológicas y climáticas, la OMM se encarga de coordinar un sistema de observación global bien desarrollado con una cobertura espacial adecuada para el seguimiento de los patrones regionales. Sin embargo, en lo que respecta a la composición atmosférica, la cantidad de información disponible varía, considerablemente, según el contaminante y la región. Los países de América del Norte, Europa y Asia oriental han desarrollado redes de vigilancia *in situ* para el O_3 y el MP, así como para el SO_2, el CO y, en algunas zonas, para el NO y el NO_2. Para otros contaminantes, las observaciones tienden a ser relativamente escasas. Existe entonces la necesidad de un catálogo mundial sobre metadatos provenientes de las estaciones de vigilancia, lo cual se está llevando a cabo mediante la ampliación del Sistema de Información de Estaciones de Vigilancia Atmosférica Mundial de la OMM (GAWSiS, por sus siglas en inglés -https://gawsis.meteoswiss.ch) y la Herramienta de Análisis y Examen de la Capacidad de los Sistemas de Observación (OSCAR, por sus siglas en inglés - https://oscar.wmo.int). Sin embargo, para muchas regiones del mundo, las redes terrestres no tienen suficiente densidad y cobertura para caracterizar tendencias espacialmente representativas. Para complementar las redes tradicionales se necesitan observaciones desde satélites, aviones y otras plataformas, así como modelos de química y transporte atmosféricos.

Los instrumentos satelitales de órbita polar existentes proporcionan observaciones globales de una serie de contaminantes atmosféricos importantes (incluyendo MP, O_3, CO, SO_2, NO_2, NH_3, formaldehído y CH_4) aunque con una resolución temporal, espacial y vertical relativamente inferior (Duncan *et al.* 2014; Duncan *et al.* 2016). En algunas partes del mundo, sin embargo, las observaciones de la columna total media mensual desde los satélites proporcionan la única información disponible. Los esfuerzos actuales para mejorar la comprensión de la relación entre las observaciones espaciales y las terrestres deberían ayudar a llenar las brechas de datos en zonas con un seguimiento escaso (por ejemplo, Snider *et al.* 2015).

Las agencias espaciales de la República de Corea, los Estados Unidos de América y Europa están trabajando para desplegar una constelación de satélites geoestacionarios sobre Asia Oriental, América del Norte, Europa, África del Norte y el Mediterráneo para medir el O_3, el MP y sus precursores. En órbita geoestacionaria, estos instrumentos tendrán una resolución temporal y espacial mucho más fina que los actuales satélites de órbita polar, lo que proporcionará una gran cantidad de información sobre la contaminación del aire en estas regiones en tiempo casi real (Committee on Earth Observing Satellites 2011).

No obstante, en el otro extremo del espectro de costo y complejidad, se están desarrollando sensores electrónicos de bajo costo para medir diferentes contaminantes, comercializados para los gobiernos, las empresas e incluso los individuos y desplegados en una variedad de entornos móviles y estacionarios (por ejemplo, Apte *et al.* 2017). Aunque la calidad de la información varía de forma significativa y es escasa en la actualidad, se están realizando esfuerzos para comprender mejor el rendimiento de los diferentes sensores y para desarrollar pruebas estandarizadas y orientaciones sobre cómo desplegar y utilizar las observaciones recogidas (UNEP 2016; Lewis *et al.* 2017; US EPA 2018b).

Cada vez más, la información sobre la calidad del aire procedente de las redes terrestres, así como las previsiones sobre su calidad, se ponen a disposición del público. Así, a partir de 1998, los Estados Unidos de América fueron pioneros en este tipo de sistemas con AirNow.gov y en la actualidad se dispone de información similar en países y ciudades de todo el mundo, así como a través de plataformas de código abierto, como por ejemplo, OpenAQ.org (véase la Sección 12.2.4).

5.3.1 Contaminación atmosférica: de la escala urbana a la global

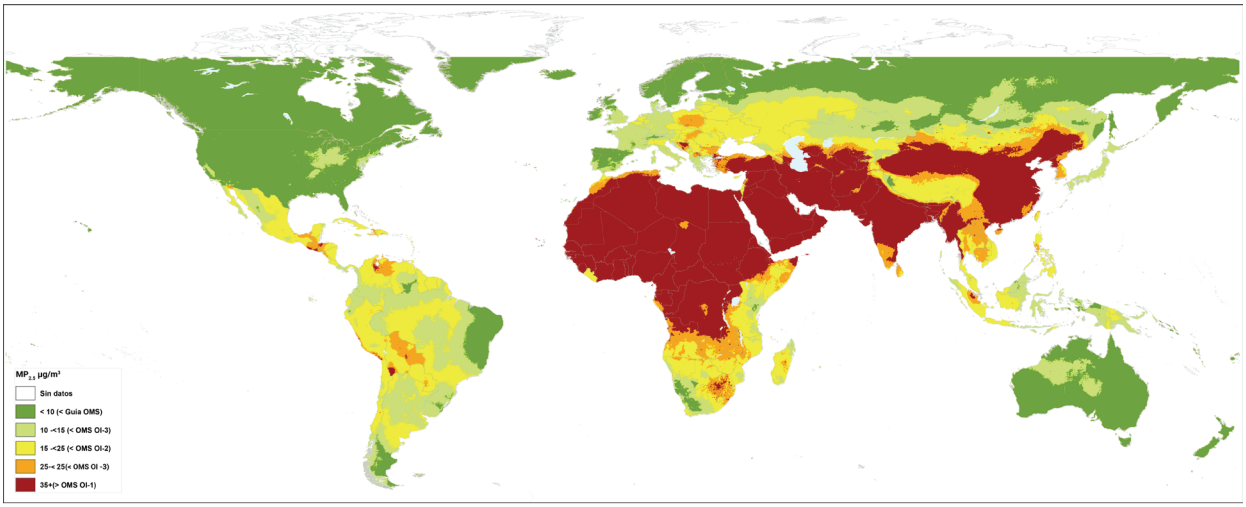
Desde la perspectiva de la salud pública mundial, los dos contaminantes atmosféricos más importantes son el MP y sus componentes y el O_3 a nivel del suelo. El MP ambiental puede ser emitido directamente como partículas finas (por ejemplo, CN, OC y polvo del suelo) o formarse en la atmósfera a partir de las emisiones de gases precursores (por ejemplo, SO_2, NO_X, NH_3 y COVDM). El O_3 a nivel del suelo no se emite directamente, sino que se forma en la atmósfera a partir de reacciones de NO_X, COVDM, CH_4 y CO (Seinfeld y Pandis 2016). A nivel mundial, las concentraciones medias anuales más elevadas de $MP_{2,5}$ se observan en las zonas afectadas por la arena y el polvo arrastrados por el viento (por ejemplo, el norte de África y el oeste de Asia), los incendios (por ejemplo, África Central y América Latina) y la contaminación antropogénica (por ejemplo, el Sur y el Este de Asia) (Cohen *et al.* 2017; Shaddick *et al.* 2018) (Véase la **Figura 5.7**). De 1998 a 2012, las observaciones por satélite sugieren que los $MP_{2,5}$ disminuyeron significativamente sobre el este de América del Norte, y aumentaron sobre el oeste de Asia, el sur de Asia y el este de Asia (Boys *et al.* 2014). Las mediciones terrestres sugieren que las tendencias sobre América del Norte, Asia Meridional y Asia Oriental están asociadas a cambios en la contaminación antropogénica, pero los cambios sobre Asia Occidental se deben a cambios en la arena y el polvo arrastrados por el viento (Boys *et al.* 2014).

El O_3 a nivel del suelo es más alto en las latitudes medias del norte y en los trópicos y alcanza su punto máximo en la temporada de calor. América del Norte, el Mediterráneo, el sur de Asia y el este de Asia son focos de contaminación por O_3 (véase la **Figura 5.8**). Sin embargo, también se estiman altas concentraciones de O_3 ponderadas por la población en África Central, Asia Occidental y el Sudeste Asiático (Health Effects Institute 2017).

Las observaciones satelitales han identificado rápidos cambios en las concentraciones a nivel del suelo de SO_2 y NO_2 en los últimos 10-15 años, con tendencias decrecientes en Europa y América del Norte y tendencias crecientes en algunas regiones de Asia Oriental, Asia Meridional, África y América del Sur (Schneider, Lahoz y van der A 2015; Geddes *et al.* 2016; Krotkov *et al.* 2016).



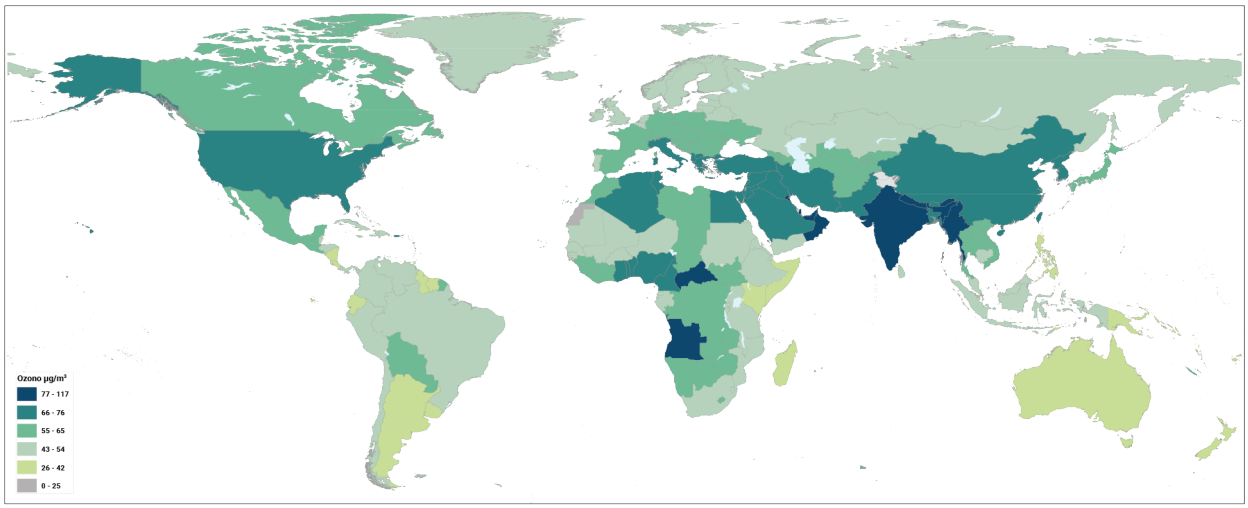
Figura 5.7: Concentraciones medias anuales de $MP_{2,5}$ en 2016 comparadas con la Guía de Calidad del Aire de la OMS y los objetivos intermedios



Este mapa combina datos de observaciones satelitales, monitores de superficie y un modelo de transporte y química atmosférica. OI = Objetivos Intermedios.

Fuente: Shaddick *et al.* (2018).

Figura 5.8: Concentración media estacional de O_3 ponderada por la población en 2016 por estación, con niveles máximos de ozono por país

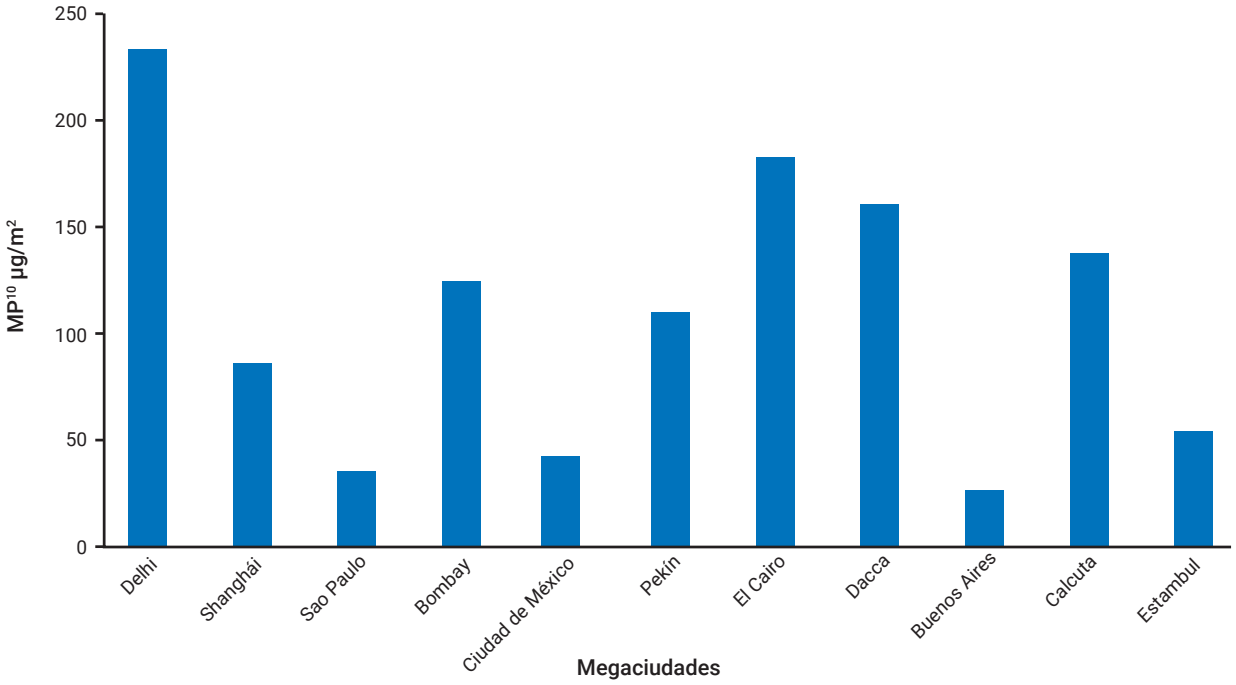


Fuente: IES (2018).

Las zonas urbanas, las cuales albergan a más de la mitad de la población mundial, presentan los niveles promedios más elevados de contaminación atmosférica. Según un análisis realizado en 2013 sobre las observaciones de $MP_{2,5}$ para 71 megaciudades (más de 5 millones de personas), solo 4 de las 45 megaciudades con observaciones disponibles alcanzaron los niveles recomendados por la OMS para las concentraciones medias anuales (Cheng *et al.* 2016) (**Figura 5.9**).

Las ciudades con los niveles más altos se agrupan en el centro-este de China y en la llanura indogangética. Muchas ciudades de los países de ingresos bajos y medios carecen de mediciones disponibles, pero en los casos en que se dispone de datos, el 98% de las ciudades superan las directrices de la OMS en cuanto al $MP_{2,5}$ o MP_{10}, en comparación con el 56% de las ciudades de los países de ingresos altos que sí disponen de datos (WHO 2016b).

Figura 5.9: Niveles medios anuales de MP_{10} en megaciudades de más de 14 millones de habitantes según datos disponibles para el periodo 2011-2015



Fuente: OMS (2016b).

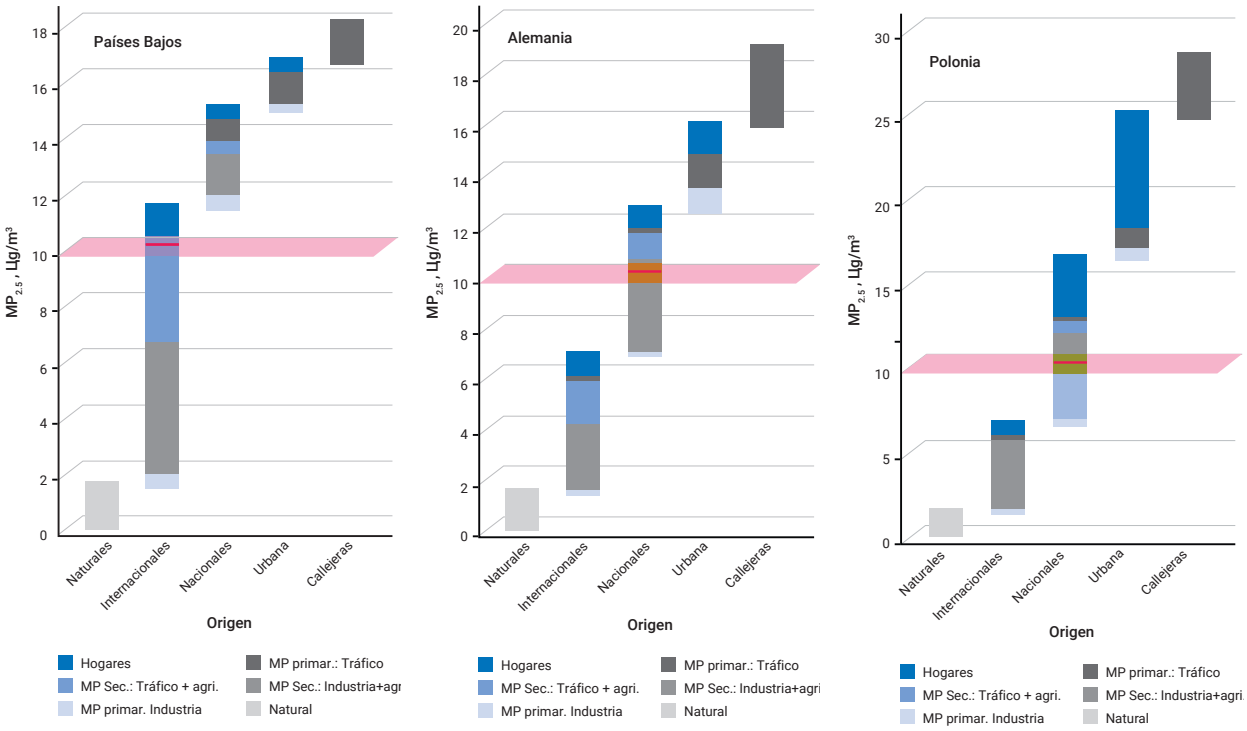
El tráfico, la quema de combustible residencial, la generación de electricidad, la industria y la agricultura contribuyen a la contaminación atmosférica urbana; sin embargo, la contribución de los distintos sectores en las distintas ciudades puede variar considerablemente (Karagulian *et al.* 2015). Las ciudades en expansión de África, Asia y otras regiones en desarrollo, ha tenido un rápido y un aumento sin precedentes en el número de vehículos, motivado por el crecimiento de la población y el desarrollo económico (por ejemplo, Adiang *et al.* 2017). Se prevé que para 2030 habrá 41 megaciudades, con una población superior a los 10 millones de habitantes, situándose la mayoría en países en desarrollo (United Nations 2016b). Los impactos de la contaminación de las megaciudades se extienden mucho más allá de la zona urbana, con efectos a escala local, regional y mundial (Ang'u, Nzioka y Mutai 2016; WHO 2016b).

En cualquier lugar, la contaminación atmosférica observada puede estar compuesta por contribuciones de fuentes locales, regionales e incluso mundiales (**Figura 5.10**).

La mejora de los modelos globales, los estudios de seguimiento y de campo adicionales, y las observaciones acumuladas procedentes de instrumentos satelitales han mejorado nuestra comprensión de los procesos y las tendencias que impulsan ese transporte de contaminación a larga distancia. Sin embargo, la cuantificación de las contribuciones absolutas de fuentes lejanas a los valores observados en un día determinado sigue siendo un reto. Los datos reunidos para el Informe de Evaluación sobre Ozono Troposférico (TOAR, por sus siglas en inglés) demuestran que las tendencias recientes de los valores máximos en los que se basan la mayoría de las normas sanitarias están disminuyendo fuertemente en América del Norte y Europa, y aumentando considerablemente en algunas partes de Asia Oriental. Sin embargo, frente a las concentraciones medias de O_3 durante un día de verano, las tendencias son más variadas en América del Norte y Europa Occidental, con algunos lugares que muestran aumentos significativos (Chang *et al.* 2017; Schultz *et al.* 2017). Este hallazgo es coherente con las observaciones de un aumento de las concentraciones de "fondo" de O_3 sobre la capa límite en todo el hemisferio norte (Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution 2010; Parrish *et al.* 2014). La tendencia creciente observada en el O_3 troposférico global desde 1980 hasta 2010 puede deberse principalmente a un desplazamiento hacia el Ecuador en la distribución de las emisiones globales de precursores, cuyo efecto es mayor que el aumento del metano global y la masa total de otras emisiones de precursores combinadas (Zhang *et al.* 2016).

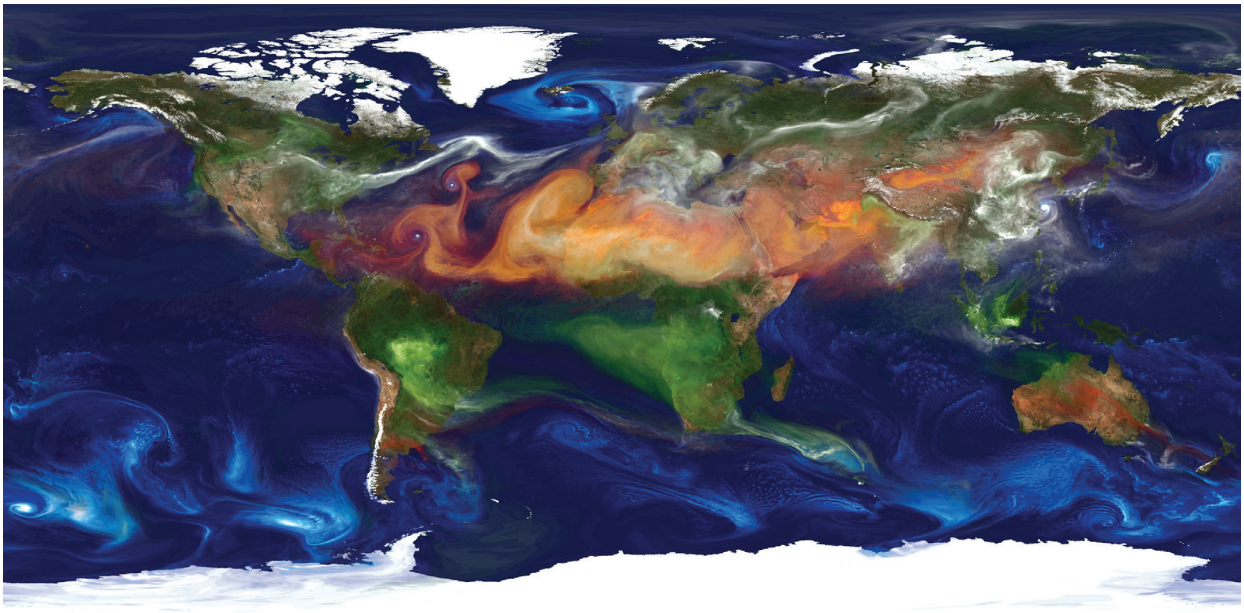
En términos anuales, la mayor fuente de material particulado en la atmósfera es la arena y el polvo arrastrados por el viento. Un "cinturón de polvo" se extiende desde la costa occidental del Norte de África, por la Cuenca Mediterránea, Oriente Medio, Asia Central y Meridional, hasta Mongolia y China (véase **la Figura 5.11**). Este abarca zonas naturales como los desiertos del Sahara y del Taklamakan, así como zonas agrícolas. Por fuera del cinturón de polvo, las tormentas de arena y polvo (SDS, por sus siglas en inglés) son menos frecuentes; sin embargo, las SDS pueden tener importantes impactos locales en el centro de Australia, el sur de África (Botsuana y Namibia), Atacama en América del Sur y la Gran Cuenca de América del Norte (UNEP, WMO y UNCCD 2016). El ser humano influye en las fuentes de polvo a través de las prácticas de desbroce y gestión de la tierra y otras influencias en desertificación (véase la Sección 8.4.2). El PNUMA, la OMM y la CNULD (2016) concluyeron que en los últimos 30 años ha habido pocos cambios

Figura 5.10: Estimaciones basadas en modelos de las fuentes de $MP_{2,5}$ observadas en varias ciudades de cada uno de los tres países muestran que las concentraciones locales de $MP_{2,5}$ están fuertemente influenciadas por las partículas secundarias procedentes de fuentes transfronterizas. Las fuentes de emisión se dividen en naturales, internacionales (emitidas fuera del país), nacionales (emitidas dentro del país, pero fuera de la zona urbana), urbanas (emitidas dentro de la ciudad) y callejeras (emitidas en las inmediaciones de la observación) y los objetivos intermedios



Fuente: Reproducido de UNEP/UNECE (2016), basado en (Kiesewetter y Amann 2014).

Figura 5.11: El cinturón de polvo



Utilizando un modelo global, las profundidades ópticas de los aerosoles atribuibles a diferentes tipos de partículas se muestran en diferentes colores: polvo (rojo y amarillo), carbono negro y orgánico (verde), sulfato (blanco) y sal marina (azul). Una versión animada de esta imagen está disponible en https://gmao.gsfc.nasa.gov/research/aerosol/ modeling/nr1_movie/

Fuente: Puttman y da Silva (2013).

en la frecuencia y la gravedad de las SDS en el norte de África, Oriente Medio y América del Sur, pero se han observado aumentos significativos en América del Norte, Asia Central y Australia. Klingmuller *et al.* (2016) descubrieron una tendencia al aumento del polvo en amplias zonas de Oriente Medio durante el período comprendido entre 2001 y 2012 que se correlaciona con los cambios climáticos.

El polvo transportado contribuye a una amplia gama de impactos: afecta el clima y a los patrones de precipitación; fertiliza bosques y océanos lejanos; contribuye a las enfermedades respiratorias humanas; y, propaga patógenos humanos, animales y vegetales a favor del viento de la región de origen. Dentro de la región de origen, las tormentas de polvo pueden dañar las infraestructuras, interrumpir los sistemas de transporte y comunicación y provocar accidentes de tráfico aéreo y de carretera. Para entender, pronosticar y mitigar mejor estos impactos, la OMM ha establecido un Sistema de Evaluación y Asesoramiento de Tormentas de Polvo y Arena (SDS-WAS, por sus siglas en inglés) a nivel mundial (UNEP, WMO y UNCCD 2016; WMO 2017b).

Los incendios, asociados principalmente al desmonte de tierras o a los rayos, son otro gran contribuyente a la contaminación transfronteriza. En el sudeste asiático, los incendios perennes de bosques y turberas, asociados principalmente a la agricultura de tala y quema, se intensifican durante las estaciones secas (Page y Hooijer 2016; Wijedasa *et al.* 2017). En 2015, los incendios cubrieron la región de humo, lo que provocó unas 100.000 muertes prematuras asociadas a la exposición a la contaminación del aire, sobre todo en Indonesia (Koplitz *et al.* 2016) (véase la Sección 12.2.5). En Siberia, Canadá y Alaska, los incendios de los bosques boreales contribuyen a la deposición de CN y otras partículas en el Ártico, oscureciendo la superficie de la nieve y el hielo y acelerando el deshielo (Arctic Monitoring and Assessment Programme [AMAP] 2011; AMAP 2015).

5.3.2 Sustancias tóxicas bioacumulativas persistentes

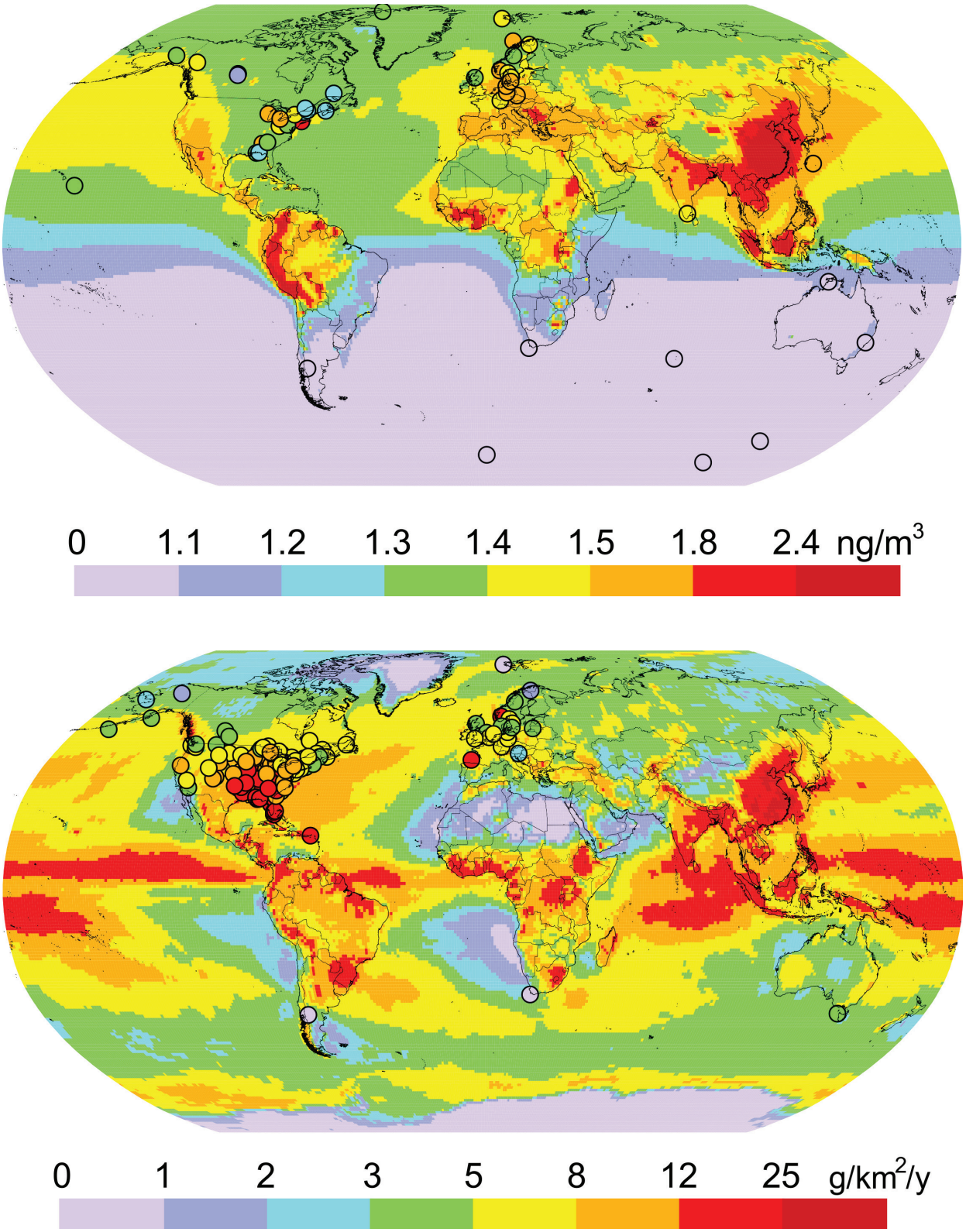
El Hg elemental en su forma gaseosa es un contaminante mundial cuyas mayores concentraciones están en Asia Oriental, Meridional y Sudoriental y en las regiones de minería artesanal de oro de África Ecuatorial y Sudamérica (véase la **Figura 5.12**) (UNEP y AMAP 2018).

Las concentraciones de los COP regulados y vigilados por el Convenio de Estocolmo se han reducido en Europa, América del Norte, Asia y el Pacífico (UNEP 2014a; UNEP 2014b; UNEP 2015a; UNEP 2015b).

En el caso de las sustancias prohibidas desde hace más de 20 o 30 años, en los países desarrollados, las mediciones de los que se encuentran regulados en el aire y la biota del Ártico muestran tendencias predominantemente a la baja, pero el ritmo de su reducción se ha ralentizado (Hung *et al.* 2016). Las tendencias de los COP en el Ártico parecen ser sensibles a los cambios en el clima, debido al aumento de la volatilización de las fuentes (AMAP 2014, Ma *et al.* 2011) y a los cambios en el uso de la tierra del Ártico y los patrones de emisión, como el aumento de la minería y el transporte marítimo (UNEP y AMAP 2011) (véanse también las Secciones 4.3.2 y 4.3.3). Aunque la Antártida es el continente de la Tierra menos sometido al impacto humano directo, allí se pueden encontrar niveles de contaminación bajos, pero a veces significativos (Vecchiato *et al.* 2015). Las concentraciones de HAP y PCB en la nieve antártica han disminuido en las últimas décadas (Vecchiato *et al.* 2015).

Sin embargo, aún no se han establecido las tendencias de muchos nuevos PBT, aunque se han obtenido datos de referencia en algunas regiones como Europa (UNEP 2015a). Como algunos COP han sido regulados o prohibidos, han surgido otros PBT no

Figura 5.12: Distribución mundial para 2015 de la concentración media anual de mercurio elemental gaseoso en el aire de la superficie (arriba) y el flujo de deposición húmeda (abajo), simulado en un conjunto de modelos



Los círculos muestran los valores observados en la vigilancia terrestre

Fuente: PNUMA y AMAP (2018).

regulados como sustitutos los cuales se utilizan ampliamente en artículos de consumo y del hogar (por ejemplo, muebles y productos electrónicos) y en materiales de construcción (Lee *et al.* 2016; Rauert *et al.* 2016). El creciente número de COP incluidos en los listados y sustancias candidatas supone una presión de recursos para los programas de seguimiento existentes (UNEP 2015a). La emisión, el transporte y el destino ambiental de las nuevas PBT no reguladas difieren de los COP regulados, lo que supone un reto adicional para su evaluación.

5.3.3 O_3 estratosférico y radiación ultravioleta

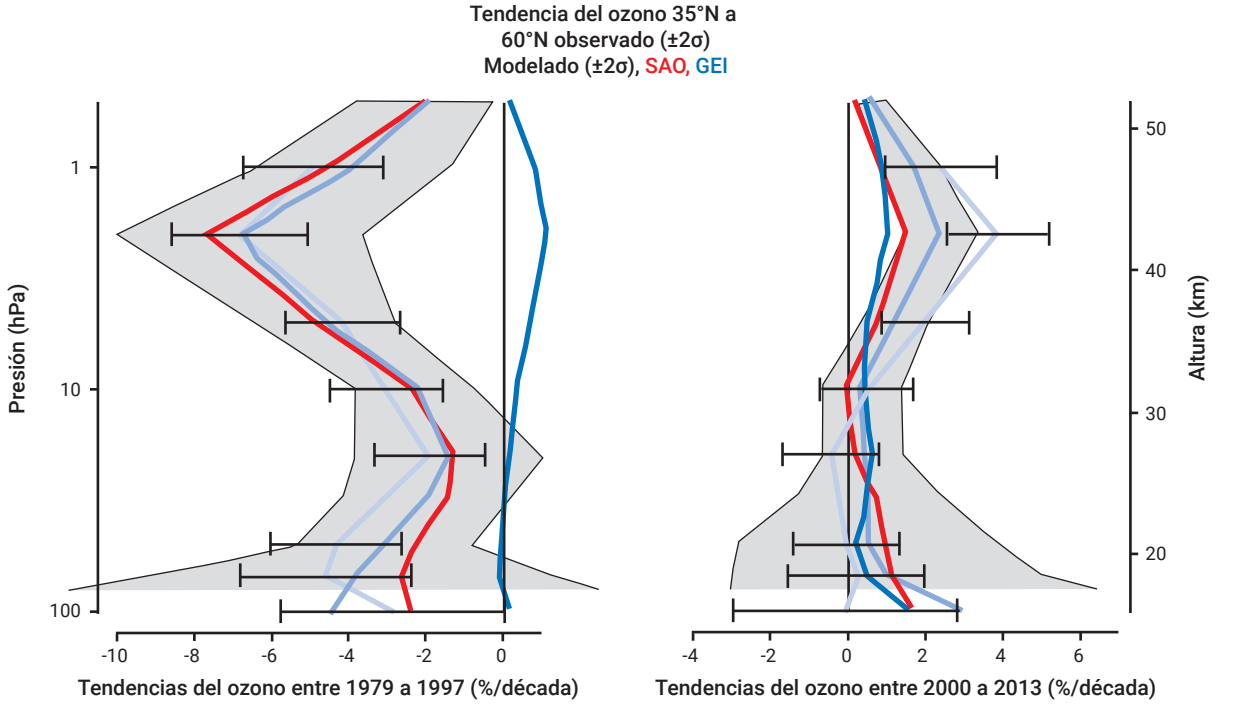
Las observaciones terrestres permanentes *in situ* de las SAO muestran un claro descenso desde la aplicación del Protocolo de Montreal (Newman *et al.* 2007; Engel *et al.* 2018). Sin embargo, después de 2012, la tendencia a la disminución se ralentizó en, aproximadamente, un 50% para el triclorofluorometano (CFC-11) (Montzka *et al.* 2018). Aun así, existen indicadores de que la capa de O_3 estratosférica está empezando a recuperarse. Si bien es cierto que durante los años ochenta y principios de los noventa el total de O_3 en la columna atmosférica disminuyó en la mayor parte del planeta, desde el año 2000 se ha mantenido estable e incluso hay indicios de un aumento de la media mundial de este durante el período 2000-2013 (**Figura 5.13**) (WMO 2014). Aproximadamente desde el año 2000, las concentraciones medidas de O_3 en la estratosfera superior muestran una tendencia al alza y los resultados de los modelos indican que la disminución de las SAO y el aumento de los GEI, que aumentan el ozono estratosférico al enfriar la estratosfera, contribuyeron por igual al aumento del ozono estratosférico superior (WMO 2014; Harris *et al.* 2015; Chipperfield *et al.* 2017). Con respecto a la Antártida, se encontraron tendencias positivas para 2001-2013 para las concentraciones de O_3 en la estratosfera inferior (alrededor de 10-20 km) para el verano austral y para la columna total de O_3 durante la primavera y el verano (Kuttippurath y Nair 2017; Solomon *et al.* 2017). Para las latitudes medias (60°S y 60°N), no existe una clara indicación de recuperación del O_3 por razones sin aclarar (Ball *et al.* 2018). A medida que las concentraciones de SAO sigan disminuyendo a lo largo del siglo XXI, se espera que las concentraciones de O_3 estratosférico aumenten, aunque las tendencias estarán cada vez más dominadas por los efectos del aumento de las concentraciones de GEI; por lo tanto, el plazo para que el O_3 estratosférico se recupere a los niveles de 1960 es incierto (Chipperfield *et al.* 2017).

Los cambios en la radiación ultravioleta (UV) de la superficie de la Tierra en respuesta a la recuperación del O_3 estratosférico aún no se han documentado, ya que tales cambios todavía están enmascarados por la atenuación variable de la radiación UV por el O_3, las nubes, los aerosoles, entre otros factores (Bais *et al.* 2018).

5.3.4 Cambio climático

En 2016, las concentraciones medias mundiales de CO_2, CH_4 y N_2O alcanzaron 403,3±0,1 ppm, 1853±2 ppb y 328,9±0,1 ppb, respectivamente, lo que corresponde a un 145%, 257% y 122% por encima de los niveles preindustriales (WMO 2017c). Entre 2015 y 2016, la tasa de crecimiento global de CO_2 fue la mayor de los últimos 30 años (en parte impulsada por El Niño) y la concentración de CO_2 fue la más alta en por lo menos los últimos 800.000 años. Las concentraciones de CH_4 se estancaron entre 1999 y 2006, sin embargo, han aumentado desde entonces. Los estudios apuntan a una variedad de procesos que impulsan el cambio de CH_4, principalmente producto de los cambios en las fuentes antropogénicas, el derretimiento del permafrost o las emisiones provenientes de los humedales (Dean *et al.* 2018). Las

Figura 5.13: Perfiles verticales sobre las tendencias medias anuales del O_3 en la zona 35°-60°N promediadas sobre todas las observaciones disponibles (negro) para los periodos de disminución de las SAO estratosférico (izquierda) y aumento de las SAO (derecha), con las correspondientes tendencias modelizadas solo para los cambios de SAO (rojo), solo para los cambios de GEI (azul) y juntos (gris)



Nota: El rango de incertidumbre de errores estándar de ±2 para las tendencias se muestra en las barras horizontales para las observaciones y en el sombreado gris para la tendencia modelada de todos los cambios.

Fuente: OMM (2014).

concentraciones de N_2O han aumentado de forma constante desde mediados de la década de 1980. Las concentraciones de los HCFC y los HFC, sustitutos de los anteriores y que son potentes GEI, han aumentado, exponencialmente, desde 2005, aunque siguen siendo bajos en general y actualmente contribuyen con menos del 4% combinado del forzamiento radiativo provocado por todos los GEI. Según el Índice Anual de Gases de Efecto Invernadero (AGGI, por sus siglas en inglés) de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA, por sus siglas en inglés), el forzamiento radiativo por parte de los GEI de larga vida aumentó en un 78% entre 1979 y 2016, siendo el CO_2 el responsable de cerca del 72% de este incremento.

Desde 1901, casi todo el planeta ha experimentado un calentamiento de la superficie, y es muy probable que las actividades antropogénicas hayan causado más de la mitad del aumento observado en la temperatura media global de esta desde mediados del siglo XX (Bindoff *et al.* 2013). El aumento de la temperatura media de la superficie terrestre durante el periodo 1901-2012 (véase la **Figura 4.2**) fue de aproximadamente 0,89°C, pero algunas regiones experimentaron un calentamiento superior a 2°C (Hartmann *et al.* 2013).

Las tendencias de las precipitaciones son menos claras y difieren según los lugares. En general, las zonas secas se están volviendo más secas, y las húmedas, más húmedas, pero existen múltiples excepciones (Trenberth 2011; IPCC 2014; Feng y Zhang 2015). En el caso de las zonas terrestres tropicales, las observaciones muestran una tendencia decreciente desde mediados de la década de los setenta hasta mediados de la década de los noventa y una tendencia creciente en la década siguiente, lo que resulta en una tendencia general no significativa desde 1951 hasta 2008 (Hartmann *et al.* 2013). Entre 1901 y 2008 se produjo un aumento estadísticamente significativo de las precipitaciones en las zonas terrestres de las latitudes medias septentrionales (30°N a 60°N); en contraste, solo hay pruebas limitadas de un aumento a largo plazo en las latitudes medias meridionales (Hartmann *et al.* 2013). Los cambios observados en la distribución latitudinal de las precipitaciones sobre la tierra son indicativos de la influencia humana; sin embargo, los resultados aún no son concluyentes, debido a los datos incompletos y a las imprecisiones de los modelos (Bindoff *et al.* 2013).

El cambio climático también puede afectar a las circulaciones atmosféricas y sus características a nivel global y regional. Las observaciones indican que es probable que se produzca un ensanchamiento del cinturón tropical, un desplazamiento hacia el polo en el recorrido de las tormentas y las corrientes en chorro y una contracción del vórtice polar norte desde la década de 1970 (Hartmann *et al.* 2013). El agotamiento del O_3 estratosférico y el calentamiento de los GEI pueden haber contribuido al desplazamiento hacia el polo de la célula meridional de Hadley y a la tendencia positiva del Modo Anular Meridional, que caracteriza el movimiento norte-sur del cinturón de vientos del oeste que rodea a la Antártida durante el verano austral (Bindoff *et al.* 2013). La atribución de la influencia antropogénica en el desplazamiento hacia el polo de la célula Hadley en el hemisferio norte es menos segura (Bindoff *et al.* 2013). Aunque muchos estudios han indicado cambios en El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y en las circulaciones de los monzones, existen grandes incertidumbres de observación y modelización, de modo que hay poca confianza en que los cambios, si se observan, puedan atribuirse a las actividades antropogénicas (Bindoff *et al.* 2013).

Cada vez hay más pruebas de que el cambio climático ha provocado cambios en la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos desde mediados del siglo XX (Trenberth 2011; Hartmann *et al.* 2013; Alexander 2016). Es probable que la frecuencia de los días cálidos extremos haya aumentado en América del Norte, América Central, Europa, el sur de África, Asia y Australia, y que la frecuencia de las olas de calor haya aumentado en Europa, Australia y en gran parte de Asia (Hartmann *et al.* 2013); en cuanto a las precipitaciones intensas a escala mundial, las observaciones han mostrado un aumento general (Trenberth 2011; Hartmann *et al.* 2013). A nivel regional, es probable que la frecuencia o la intensidad de los fenómenos de fuertes precipitaciones haya aumentado en América del Norte, América Central y Europa y, es prácticamente seguro que se haya producido un aumento de la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales más fuertes en la cuenca del Atlántico Norte desde la década de los setenta (Hartmann *et al.* 2013). En cuanto a la sequía, es probable que la frecuencia y la intensidad hayan aumentado en el Mediterráneo y en África Occidental y que hayan disminuido en el centro de América del Norte y en el noroeste de Australia (Hartmann *et al.* 2013).

La contaminación atmosférica, el agotamiento del O_3 estratosférico, los contaminantes persistentes y el cambio climático son problemas interrelacionados (véase la **Figura 5.1**). Los agentes del calentamiento climático, como el CN, el O_3 troposférico, el CH_4 y los HFC, tienen un tiempo de vida relativamente corto en la atmósfera en comparación con los GEI de larga vida, estos se denominan como contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) (Haines *et al.* 2017). El O_3 troposférico contribuye, directamente al calentamiento en tanto GEI, sin embargo, el O_3 también contribuye al calentamiento al perjudicar el crecimiento de la vegetación y disminuir la absorción de CO_2 por parte de las plantas (Ainsworth *et al.* 2012). El CN tiene un efecto de calentamiento tanto en la atmósfera como cuando se deposita en la nieve y el hielo. La disminución de las emisiones de CCVC pueden reducir el calentamiento a corto plazo, lo que puede ser esencial para alcanzar los objetivos climáticos a corto plazo o evitar los puntos de inflexión climáticos (Shindell *et al.* 2017). Sin embargo, la disminución de las emisiones de CCVC a corto plazo debe combinarse con la mitigación de los GEI de larga vida, que dominan el forzamiento climático a lo largo del tiempo (UNEP 2017c).

Otros componentes del MP como los sulfatos y los nitratos, también afectan el clima y pueden enfriarlo al dispersar la radiación solar. El MP también afecta al clima de forma indirecta al incidir en la formación de nubes, provocando cambios en la reflectividad de las mismas, en su distribución y en los patrones de precipitación. En cuanto a los efectos radiativos de los aerosoles, aún existe una gran incertidumbre (Fuzzi *et al.* 2015).

A través de su impacto en la meteorología a escala sinóptica y local, el cambio climático influye en la contaminación atmosférica y en las concentraciones de PBT de diversas formas no lineales (UNEP y AMAP 2011; Fiore, Naik y Leibensperger 2015). Las altas temperaturas pueden aumentar las tasas de reacción química que implican la formación de O_3 o reducir las concentraciones de MP a medida que los componentes se volatilizan (Megaritis *et al.* 2013; Czernecki *et al.* 2016); también pueden aumentan las emisiones primarias de COP facultandolas para volatilizarse, así como las emisiones secundarias al revolatilizar los COP que fueron previamente depositados (Ma *et al.* 2011). Dado que los COP aglomerados en partículas se eliminan más eficazmente de la atmósfera a través de la deposición, los COP semivolátiles pueden durar más tiempo en la atmósfera a temperaturas más altas y ser transportados más lejos de las regiones de origen. Las temperaturas más altas también pueden aumentar la degradación de los COP (Ma *et al.* 2011). La reducción de la nubosidad favorece la formación de O_3 al aumentar las tasas de fotólisis (Na, Moon y Kim 2005). Por lo cual, las temperaturas más altas junto con la intensidad lumínica también pueden aumentar las emisiones de COVDM biogénicos (Guenther *et al.* 2012), los cuales son precursores del O_3 y de MP. Al mismo tiempo, las temperaturas más altas y el estrés hídrico reducen la captación estomática de O_3 y, por tanto, la deposición del mismo (Solberg *et al.* 2008;

Huang *et al.* 2016). El aumento de la lluvia reduce la contaminación al arrastrar las partículas y otros contaminantes. Los eventos extremos como las olas de calor y la sequía aumentan los riesgos de una alta contaminación por MP asociada a los incendios forestales (Bowman *et al.* 2017) y al polvo (Achakulwisut, Mickley y Anenberg 2018). Los fenómenos extremos como las inundaciones y las tormentas también pueden impactar en la removilización y biodisponibilidad de los COP (Ma *et al.* 2011).

A menudo, los parámetros meteorológicos que afectan a la calidad del aire covarían y dependen de fenómenos a escala sinóptica u otros de mayor envergadura. Por ejemplo, las concentraciones de O_3 y MP en la superficie están fuertemente influenciadas por la ventilación y la disolución, regidas por los vientos y la altura de la capa límite y a menudo correlacionadas con la temperatura y la humedad. La disminución del número de ciclones de latitud media en verano que atraviesan América del Norte desde 1980 se ha asociado a un aumento de los episodios de estancamiento y contaminación por O_3 en el este, compensando parte de la mejora de la calidad del aire en el noreste producto de la reducción de las emisiones antropogénicas (Leibensperger, Mickley y Jacob 2008). Los episodios extremos de estancamiento y contaminación en invierno en el este de China se han asociado con el derretimiento del hielo marino en el Ártico durante el otoño anterior y el aumento de las nevadas en toda Siberia durante el inicio del invierno (Zou et al. 2017).

5.4 Impactos

Las actividades generadoras de emisiones amenazan la salud y el bienestar humano, la seguridad alimentaria y los ecosistemas. Por tanto, esta sección se centrará en los impactos directos productos del cambio en la composición atmosférica.

5.4.1 Salud humana

La exposición a la contaminación del aire en el exterior y en el interior, las temperaturas extremas, los patógenos y alérgenos transportados por el aire y la radiación ultravioleta afectan la salud humana de forma directa. A continuación, nos centramos en los efectos de la contaminación atmosférica provocados por las emisiones antropogénicas.

Contaminación del aire

La exposición a la contaminación del aire en interiores y exteriores fue responsable de 6 millones (Global Burden of Disease [GBD] Risk Factor Collaborators 2017) a 7 millones (WHO 2018) de muertes prematuras en 2016. El Estudio GBD estimó que la exposición a largo plazo a los MP ambientales fue responsable de entre 3,6 y 4,6 millones de esas muertes prematuras y entre 95 y 118 millones de años de vida saludable perdidos por enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón, enfermedades pulmonares crónicas e infecciones respiratorias (Cohen *et al.* 2017; GBD Risk Factor Collaborators 2017; HEI 2018). Las estimaciones sobre muertes prematuras subestiman el número total de individuos afectados, ya que la contaminación atmosférica tiene efectos potenciales en todas las personas que respiran el aire, en lugar de ser la única responsable de provocar una muerte prematura en un pequeño subconjunto de la población (Committee on the Medical Effects of Air Pollutants [COMEAP] 2010).

Incluso, períodos cortos (de minutos a horas) de exposición a altas concentraciones de contaminantes pueden tener impactos significativos en la salud (WHO 2006), y los episodios de contaminación atmosférica inusualmente alta atraen la preocupación del público (por ejemplo, Vidal 2016; Safi 2017). Sin embargo, el mayor daño a la salud pública se asocia a la exposición a largo plazo: vivir en zonas de alta exposición media anual (HEI 2017). Es importante destacar que no se conoce ningún nivel seguro de exposición media anual al $MP_{2,5}$ (WHO 2013).

Alrededor del 43% de la población mundial, principalmente en los países de renta baja, utiliza la biomasa para calentarse y cocinar. La contaminación del aire interior y exterior resultante contribuye a la aparición de infecciones respiratorias agudas bajas (IRAB), neumonía en los niños, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y cáncer de pulmón en los adultos (WHO 2007; Sumpter y Chandramohan 2013; WHO 2018). El Estudio GBD atribuyó entre 66 y 88 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) perdidos, y entre 2,2 y 3,0 millones de muertes prematuras en 2016 a la contaminación del aire en los hogares (GBD Risk Factor Collaborators 2017), mientras que la OMS estimó la carga en aproximadamente 3,8 millones de muertes prematuras (WHO 2018). Otros 0,09 a 0,38 millones de muertes en 2016 por enfermedades pulmonares crónicas se atribuyeron a la exposición a O_3 a nivel del suelo en el ambiente (GBD Risk Factor Collaborators 2017). La asociación de la mortalidad con otros gases está bien establecida, especialmente el NO_2 (un marcador de la contaminación del tráfico) y el SO_2 (un marcador de la contaminación industrial) (WHO 2013). Dado que se trata de marcadores de mezclas, no está claro hasta qué punto los efectos asociados a ellos son causados por los propios gases o por contaminantes correlacionados (WHO 2013; COMEAP 2018).



El número de muertes atribuibles a la contaminación atmosférica varía mucho entre los países, lo que refleja los diferentes niveles de contaminación, así como las diferencias en el tamaño de la población, la demografía, las tasas subyacentes de enfermedad y otras características socioeconómicas (**Figura 5.14**)

Entre 2010 y 2016, las muertes atribuibles a la exposición a las $MP_{2,5}$ ambientales aumentaron un 11% en todo el mundo, debido al aumento de la contaminación atmosférica, así como al crecimiento y el envejecimiento de la población. En 2016, el 95% de la población mundial vivía en zonas con niveles de $MP_{2,5}$ que superaban la directriz de calidad del aire de la OMS (HEI 2018). Mientras que la mortalidad atribuible al $MP_{2,5}$ ha disminuido en Europa Occidental y América del Norte, en muchas otras regiones se han producido fuertes aumentos. Las muertes atribuibles al O_3 a nivel del suelo, aunque son mucho menores, han aumentado casi un 60% a nivel mundial entre 1990 y 2015, con aumentos en algunos países de hasta el 250-400% (HEI 2017).

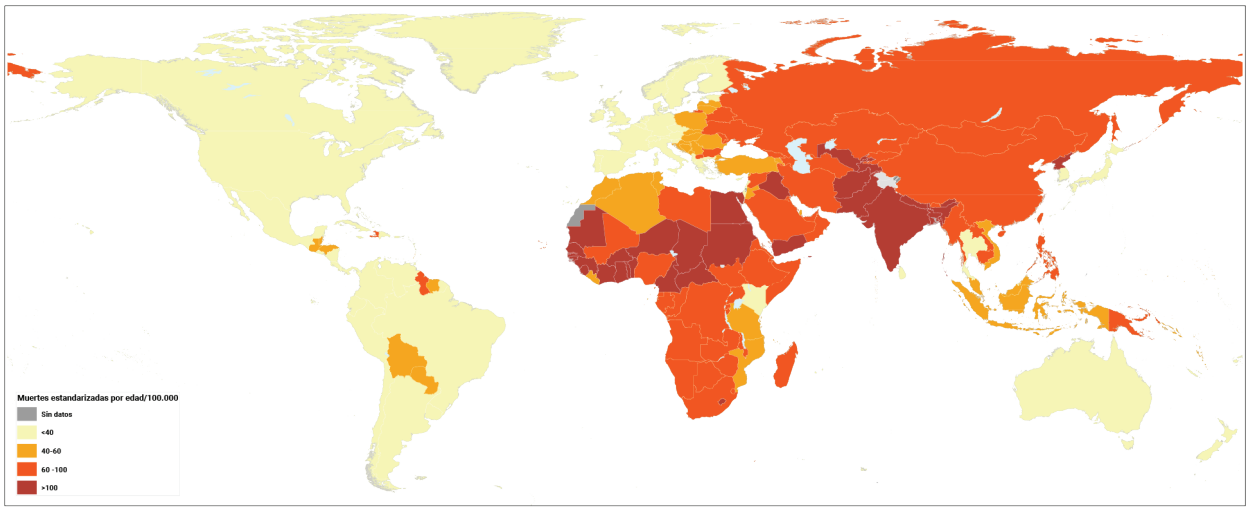
Además de la mortalidad prematura, la contaminación atmosférica conduce a una amplia gama de enfermedades crónicas y agudas, especialmente de tipo cardiovascular (Brook *et al.* 2010; McCracken *et al.* 2012) y enfermedad respiratoria (American Thoracic Society 2000). Estudios sugieren la existencia de relaciones entre la contaminación del aire y otras enfermedades como la diabetes (Eze *et al.* 2015); problemas ligados al nacimiento (Stieb *et al.* 2012; Li *et al.* 2017) incluyendo nacimientos prematuros, bajo peso al nacer (Fleischer *et al.* 2014) y defectos de nacimiento (Farhi *et al.2014);* afecciones neurológicas, incluida la demencia (Calderón-Garciduenas y Villarreal-Ríos 2017). Investigaciones recientes destacan las posibles interacciones entre la contaminación del aire, los patógenos y los alérgenos transportados por el aire (Hussey *et al.* 2017; Liu *et al.* 2018).

Las personas de edad avanzada, de muy corta edad, con enfermedades cardio-respiratorias preexistentes o de bajo nivel socioeconómico son las más susceptibles a la contaminación atmosférica (Sacks *et al.* 2011). La exposición de las mujeres y los niños a la contaminación atmosférica es mayor en el interior debido a la cocción de alimentos y la calefacción con combustibles sólidos, principales fuentes de contaminación (Smith *et al.* 2014). Cada vez hay más pruebas de que el humo en interiores contribuye a las cataratas, la principal causa de ceguera en todo el mundo (Clougherty 2010; Sacks *et al.* 2011; Global Alliance for Clean Cookstoves 2014; Villeneuve *et al.* 2015; WHO 2016b).

Las repercusiones económicas de los años de vida perdidos, el aumento en la atención médica y la pérdida de productividad de los trabajadores debido a la contaminación atmosférica son considerables. Se estima que, en 2013, la mortalidad prematura producto de la contaminación del aire atmosférico y doméstico costó a la economía mundial 5,1 billones de dólares en pérdidas de bienestar (World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation 2016), esto equivale al producto interno bruto (PIB) de Japón en 2013. La OMS (2015) estimó que la contaminación del aire en Europa en 2010 costó 1,575 billones de dólares al año. En 2011, la EPA de los Estados Unidos estimó que los controles de emisiones implementados como resultado de la Enmienda de 1990 a la Ley de Aire Limpio evitaron 1,3 billones de dólares en daños en 2010 (US EPA 2011). Se calcula que el impacto de la contaminación atmosférica por $MP_{2,5}$ en la población activa de China para 2007 creó pérdidas económicas de 346.000 millones de yuanes (aproximadamente el 1,1% del PIB) (Xia *et al.* 2016). Un análisis reciente de la OCDE estimó que el costo combinado de la contaminación del aire ambiental y de los hogares en África era de 450 mil millones de dólares en 2013 (Roy 2016).

Asia tuvo el mayor número absoluto de muertes en 2016 atribuibles a la exposición a $MP_{2,5}$, debido a sus grandes poblaciones y a los altos niveles de actividad industrial. Y aunque, las exposiciones al $MP_{2,5}$ han comenzado a disminuir en China, aun continúan aumentando en partes del sur de Asia (HEI 2018). Los países asiáticos también soportan la mayor carga de contaminación atmosférica causada por la producción de bienes consumidos en otras regiones del mundo, principalmente Europa Occidental y América del Norte. Por ejemplo, el 97% de las muertes relacionadas con $MP_{2,5}$ en Asia Oriental estaban asociadas con las emisiones propias de este territorio, pero solo el 80% estuvieron asociadas a los bienes o servicios consumidos en Asia Oriental. Se estimó que el consumo en Europa y Rusia, y en América del Norte de bienes fabricados en Asia Oriental contribuía en un 7% y un 6%, respectivamente, a la carga de mortalidad por $MP_{2,5}$ en la mencionada región asiática (Zhang *et al.* 2017) (**Figura 5.15**).

Figura 5.14: Muertes por cada 100.000 habitantes en 2016 atribuibles a la contaminación atmosférica por $MP_{2,5}$ en el ambiente; datos estandarizados por edad



La estandarización por edad permite comparar las estimaciones para países con diferentes distribuciones de edad. Obsérvese que estas estimaciones no incluyen aquellas muertes atribuibles a una exposición a contaminación atmosférica doméstica

Fuente: Adaptado del IES (2018).

Figura 5.15: Porcentaje de muertes relacionadas con $MP_{2,5}$ para la región indicada en la columna según (a) las emisiones producidas o (b) los bienes y servicios consumidos en la región indicada según la fila

		China y Asia	India y el resto de Asia	Europa y Rusia	Oriente Medio y América del Norte	América del Norte	América Latina	África Subsahariana y el resto del mundo
Dónde fue emitida la contaminación	China y Asia Oriental	97%	3%	1%	1%	2%	1%	0%
	India y el resto de Asia	1%	93%	1%	2%	0%	0%	2%
	Europa y Rusia	1%	0%	94%	18%	1%	0%	1%
	Oriente Medio y África del Norte	0%	3%	2%	78%	0%	0%	5%
	América del Norte	0%	0%	1%	1%	95%	2%	0%
	América Latina	0%	0%	0%	0%	1%	97%	0%
	África Subsahariana y el resto del mundo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	93%
Dónde fueron consumidos los bienes asociados	China y Asia Oriental	80%	4%	3%	3%	6%	4%	2%
	India y el resto de Asia	3%	84%	2%	3%	1%	1%	2%
	Europa y Rusia	7%	4%	86%	24%	5%	6%	4%
	Oriente Medio y África del Norte	2%	3%	4%	64%	2%	1%	4%
	América del Norte	6%	3%	3%	4%	82%	12%	2%
	América Latina	1%	0%	1%	1%	4%	75%	1%
	África Subsahariana y el resto del mundo	1%	1%	1%	1%	1%	1%	84%

Fuente: Basado en Zhang *et al.* (2017).

Agotamiento del ozono estratosférico

Los riesgos para la salud derivados del agotamiento del O_3 estratosférico se producen como consecuencia del aumento en los niveles de las longitudes de ondas biológicamente perjudiciales de la radiación UV que llega a la superficie de la Tierra. Aunque una cierta exposición a los rayos UV es necesaria, una exposición excesiva daña la piel y los ojos, provocando una posible inmunodepresión. Entre sus efectos se encuentran las quemaduras solares, los cánceres de queratinocitos (antes llamados no melanomas), el melanoma maligno cutáneo (MMC), el carcinoma de células de Merkel, la fotoconjuntivitis. la fotoqueratitis (por ejemplo, la ceguera de la nieve), las cataratas, el pterigio y el melanoma conjuntival.

En las últimas décadas, la mayoría de los países con poblaciones predominantemente de piel clara han experimentado un aumento constante de las tasas de incidencia de MMC, el cual es responsable de alrededor del 80% de las muertes por cáncer de piel (Lucas *et al.* 2015). La exposición excesiva a la radiación UV es responsable del 60-90% del riesgo de MMC (Olsen, Carroll y Whiteman 2010; OMS 2004). Es poco probable que el aumento de las tasas de incidencia del MMC y de otros efectos adversos para la salud relacionados con los rayos UV se deba a los cambios en la exposición a los rayos UV debido al agotamiento del O_3 estratosférico, sino más bien al aumento de los comportamientos de riesgo de exposición al sol (Lucas *et al.* 2015). Sin embargo, sin el Protocolo de Montreal, la incidencia del cáncer de piel podría haber sido un 14% mayor, afectando así a 2 millones de personas en 2030 (van Dijk *et al.* 2013).

Cambio climático

En las próximas décadas o siglos, se prevé que los efectos adversos del cambio climático sobre la salud superen con creces sus posibles beneficios (Smith *et al.* 2014; Watts *et al.* 2017). Los efectos del cambio climático en la salud humana pueden clasificarse como directos, por ejemplo, olas de calor, tormentas; menos directos como por ejemplo, cambios en la ecología de los vectores de enfermedades, reducciones en el suministro de agua o exacerbación de episodios de contaminación atmosférica; y, difusos (Butler 2014; Melillo, Richmond y Yohe 2014). Esta última categoría puede tener mayor incidencia en enfermedades que son producto de los conflictos (Kelley *et al.* 2015), como la migración (Piguet, Pecoud y de Guchteneire eds. 2011) y el hambre. Los efectos sobre la salud mental surgen de las tres categorías (por ejemplo, el trastorno de estrés postraumático).

De igual forma, los impactos de un clima cambiante sobre la salud se distribuirán de forma desigual en todo el mundo. El cambio climático y la creciente variabilidad del clima "empeoran la pobreza existente, exacerban las desigualdades y desencadenan tanto nuevas vulnerabilidades como algunas oportunidades para las personas y las comunidades" (IPCC 2014, p. 796).

Los edificios y las carreteras retienen el calor más que los paisajes rurales y reducen la humedad creando islas de calor urbanas. En las latitudes medias septentrionales y los subtrópicos, las noches son hasta 4°C más cálidas y 10-15% más secas en las zonas urbanas en comparación con las zonas rurales circundantes. En el norte de África, el número de noches con estrés térmico

excepcional es unas diez veces mayor en las zonas urbanas que en las rurales (Fischer, Oleson y Lawrence 2012).

5.4.2 Seguridad Alimentaria

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2008) describe cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria: la disponibilidad, relacionada con la cantidad; el acceso, que incluye la asequibilidad; la utilización, relacionada con la satisfacción de las necesidades nutricionales y la seguridad alimentaria; y la estabilidad, relacionada con la variación temporal de las otras dimensiones.

Disponibilidad: Dependiendo del tipo y la ubicación, los niveles actuales de O_3 a nivel del suelo disminuyen entre un 2% y un 15% el rendimiento de los principales cultivos básicos, como el trigo, la soja, el maíz y el arroz (Feng y Kobayashi 2009; Van Dingenen *et al.* 2009; Fishman *et al.* 2010; Avnery *et al.* 2011). Las estimaciones globales de los daños son inciertas debido a que los diferentes tipos de cultivos tienen diferentes sensibilidades y el estudio comprensivo de todos ellos aún no ha podido realizarse. Las implicaciones económicas de la pérdida de productividad de los cultivos son considerables. Por ejemplo, las elevadas concentraciones de O_3 en los Estados Unidos reducen la producción de maíz y soja en, aproximadamente, un 10% y un 5%, respectivamente, con un costo de 9.000 millones de dólares anuales (McGrath *et al.* 2015).

El cambio climático de hecho ya afecta a la producción de cultivos a través de cambios en las temperaturas medias y extremas y en las precipitaciones, la propagación, el impacto de las malas hierbas, las especies invasoras y la deforestación. Aunque se cree que el aumento de la fertilización con CO_2 (véase la Sección 4.4.3) compensará los impactos negativos, las interacciones entre los cambios en el CO_2, el O_3, el nitrógeno, la disponibilidad hídrica y térmica aún no se conocen bien (Schlenker y Roberts 2009; Porter *et al.* 2014).

Es de esperar que los rendimientos en los países tropicales sufran los impactos más graves, mientras que algunas regiones templadas pueden beneficiarse de mayores rendimientos, de la expansión de las áreas productivas y de temporadas de cultivo más largas (aunque estos beneficios pueden verse contrarrestados por eventos extremos cada vez más frecuentes, por el estrés de la temperatura y del agua y por adaptaciones ineficaces) (Schmidhuber y Tubiello 2007; Gornall *et al.* 2010; Porter *et al.* 2014). En resumen, el impacto del cambio climático en la producción de cultivos se sentirá con mayor intensidad en los países en desarrollo en donde un gran número de personas dependen de la agricultura para su subsistencia, la inseguridad alimentaria es alta y la capacidad de adaptación es baja. También se espera que los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad y distribución de las especies acuáticas afecten de forma desproporcionada a los países en desarrollo (véase la Sección 7.3.2).

Adicionalmente, es probable que el aumento de las temperaturas afecte negativamente la productividad del ganado al modificar la disponibilidad de pastos, cultivos forrajeros y agua (Andre *et al.* 2011; Renaudeau *et al.* 2011; Porter *et al.* 2014). Sin embargo, los efectos del cambio climático en las enfermedades del ganado siguen siendo difíciles de predecir y muy inciertos (Mills, Gage y Khan 2010; Tabachnick 2010).

Acceso: El cambio climático ejerce una presión ascendente sobre los precios mundiales de los alimentos (Porter *et al.* 2014), afectando de manera desproporcionada a los consumidores de bajos recursos que pueden gastar una parte importante de sus ingresos en alimentos, con consecuencias para la salud y la nutrición (Springmann *et al.* 2016). Las mujeres y las niñas sufren de forma desproporcionada tanto las consecuencias para la salud derivadas de las deficiencias nutricionales, como de las cargas que conlleva el cuidado de personas enfermas (WHO 2014; FAO 2016).

Utilización: El aumento de las temperaturas y de los niveles de CO_2 está asociado a un menor contenido de proteínas en los granos (Porter *et al.* 2014; Feng *et al.* 2015) y a un menor contenido de micronutrientes en los cereales y las legumbres (Myers *et al.* 2014).

El contenido nutricional y la seguridad en el suministro de alimentos se ven afectados por la contaminación, principalmente, por los PBTs, incluyendo el Hg y los COP. Así, el Hg puede viajar largas distancias en el aire y el agua, bioacumularse y biomagnificarse en las cadenas alimentarias, alcanzando niveles que pueden ser peligrosos para la salud de los ecosistemas y los seres humanos (Gibb y O'Leary 2014; Sundseth *et al.* 2017). Las concentraciones de metilmercurio en la sangre de aquellas poblaciones que consumen los principales depredadores marinos, como los pueblos indígenas del Ártico, se encuentran entre las más altas registradas a nivel mundial, dando lugar a graves problemas de salud (UNEP 2013a; UNEP 2013b). Además, la toxicidad del Hg afecta al sistema nervioso central (SNC) provocando disfunciones cognitivas y motoras (Karagas *et al.* 2012; Antunes dos Santos *et al.* 2016; Sundseth *et al.* 2017) y aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares. También provoca daños en los riñones, afecta negativamente el sistema reproductivo, endocrino e inmunológico y conduce a la muerte prematura (Rae y Graham 2004; AMAP 2009; Rice *et al.* 2014).

Del mismo modo, los COP y otros PBT pueden viajar largas distancias y bioacumularse en las cadenas alimentarias (por ejemplo, Gibson *et al.* 2016; Ma, Hung y Macdonald 2016). Una amplia gama de efectos sobre la salud ha sido asociada con la exposición a los COP, incluyendo cambios en los sistemas reproductivo, endocrino, inmunológico y neurológico, cáncer, cambios dérmicos y oculares y reducción del peso al nacer (Damstra 2002; El-Shahawi *et al.* 2010; Fry y Power 2017). La exposición de las mujeres embarazadas y lactantes a los COP es especialmente preocupante, ya que estos pueden atravesar la placenta y la barrera sangre-leche, aumentando el riesgo de resultados adversos en el desarrollo infantil (Vizcaino *et al.* 2014; Women in Europe for a Common Future y Women International for a Common Future 2016).

Se sabe poco sobre los posibles efectos en la salud de algunas sustancias químicas que han sustituido a los COP prohibidos, como los retardantes de llama del éter difenílico polibromado (PBDE). Sin embargo, en la última década se ha observado un aumento de la exposición humana a estos retardantes de llama en los Estados Unidos (Hoffman *et al.* 2017).

Estabilidad: El aumento en la frecuencia y la gravedad de los fenómenos meteorológicos extremos causados por el cambio climático tendrá graves consecuencias para la estabilidad de los precios y el suministro de alimentos como, por ejemplo, el fracaso de la cosecha de trigo y el alza de los precios experimentados tras la ola de calor de 2010 en Rusia (Otto *et al.* 2012; Porter *et al.* 2014). Las sequías, las inundaciones y otras catástrofes relacionadas con el clima pueden provocar crisis alimentarias agudas y localizadas, sobre todo en países con vulnerabilidades preexistentes, como son los altos niveles de pobreza y desnutrición. Por ejemplo, el cambio climático contribuyó a la sequía que provocó la crisis alimentaria en África Oriental para 2011 y, en última instancia, contribuyó a la hambruna en Somalia (Bailey 2013; Lott, Christidis y Stott 2013; Coghlan *et al.* 2014). Si la infraestructura en materia de transporte que respalda las exportaciones de las principales regiones productoras de cultivos se ve interrumpida por las perturbaciones meteorológicas agudas, las repercusiones en la seguridad alimentaria podrían ser mayores (Bailey y Wellesley 2017).

5.4.3 Ecosistemas

La contaminación atmosférica, el cambio climático, la radiación ultravioleta y los PBT tienen efectos sobre la salud de los ecosistemas naturales y la vida silvestre. Estos impactos adversos afectan, a su vez, los servicios que los ecosistemas prestan a los seres humanos, o las "contribución de la naturaleza a las personas" (NCP, por sus siglas en inglés) (Díaz *et al.* 2018).

Desde la década de 1970, la atención internacional se ha centrado en la contaminación atmosférica en forma de deposición húmeda y seca de azufre y nitrógeno, a menudo denominada "lluvia ácida", la cual provocó la acidificación de los suelos y el agua dulce, así como daños en la vegetación y la muerte de peces. En Asia y África, se han observado aumentos y disminuciones significativos de la deposición de azufre según la ubicación (Vet *et al.* 2014); en Europa Occidental y el este de América del Norte, tras décadas de disminución de las emisiones de azufre y de los niveles de deposición, la acidificación está disminuyendo o se está ralentizando y algunos bosques y lagos están mostrando signos de recuperación (Maas y Grennfelt eds. 2016). 2016). A medida que las emisiones de azufre han disminuido debido a la aplicación de controles de emisiones, las evaluaciones recientes han centrado la atención en el efecto que los seres humanos han tenido en el ciclo global del nitrógeno y sus implicaciones.

La actividad humana, principalmente a través de la combustión y la producción de fertilizantes, son responsables de la gran fijación de nitrógeno en los ecosistemas naturales y no gestionados, alterando significativamente su ciclo respecto a su estado preindustrial (Fowler *et al.* 2015). 2015). Desde el año 2000, la deposición de nitrógeno ha disminuido en América del Norte y Europa, a la vez que ha aumentado en África y Asia, lo que corresponde directamente con la disminución de NO_x y el aumento de las emisiones de NH_3 en todo el continente (Zhao *et al.* 2017). La deposición de nitrógeno supera las cargas críticas en amplias zonas de Europa y el área de superación ha mostrado pocos cambios en las últimas décadas (Hettelingh *et al.* 2015). Los altos niveles de deposición de nitrógeno contribuyen a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos, así como a la afectación de las comunidades vegetales terrestres, favoreciendo posiblemente a las especies dominantes, lo que a su vez tiene un efecto en los insectos, las aves y otros animales. Es muy probable que la pérdida de biodiversidad debida al exceso de deposición de nitrógeno se esté produciendo en muchas partes del mundo, aunque los impactos no hayan sido bien cuantificados. Los cambios en el clima, el uso del suelo y otros cambios globales seguirán alterando el ciclo del nitrógeno en el futuro, con consecuencias para los ecosistemas y la salud humana (Fowler *et al.* 2015).

Los ecosistemas marinos también se ven afectados por la contaminación atmosférica, el cambio climático y la contaminación por PBT, por ejemplo, a través de la distribución de nutrientes y oxígeno disueltos en el océano (York 2018). En la actualidad, la actividad humana está aumentando los aportes de todo el nitrógeno fijado en los océanos en aproximadamente un 50% (más en los hotspots locales cerca de las regiones de altas emisiones en el Sudeste Asiático, Europa y América del Norte) y el transporte atmosférico es ahora la ruta dominante que contribuye al nitrógeno antropogénico en el océano abierto más allá de la plataforma continental (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection [GESAMP] 2018). Las floraciones de algas nocivas, a su vez, pueden contribuir a los impactos en la salud respiratoria a través de la transmisión aérea de aerosoles (Centers for Disease Control and Prevention 2017).

La exposición al ozono puede afectar al crecimiento de las plantas, la floración, la polinización y la susceptibilidad a los patógenos, con impactos en la composición de las especies y la biodiversidad (Fuhrer *et al.* 2016). Para algunos ecosistemas terrestres se han identificado umbrales de carga críticos (International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natura Vegetation and Crops 2017), sin embargo, hay muchos otros cuya sensibilidad al O_3 aún no se conoce bien.

El alcance total de la exposición a PBT y sus efectos biológicos en la vida silvestre y los ecosistemas naturales aún no se conoce del todo por lo que es un área de investigación activa (AMAP 2017). Sin embargo, dada la presencia generalizada de PBT en el medio ambiente, existe la posibilidad de que se produzcan daños a largo plazo en las cadenas alimentarias y en las funciones de los ecosistemas, especialmente en zonas sensibles, como el Ártico (AMAP 2011; AMAP 2016; AMAP 2017).

5.4.4 Bienestar Social

Más allá de los impactos en la salud humana, de los ecosistemas y en la seguridad alimentaria, los cambios en la atmósfera tienen impactos negativos en el bienestar social o la prosperidad.

La contaminación atmosférica degrada los materiales y revestimientos, disminuyendo su vida útil y generando costos de limpieza, reparación y reemplazo. Cuando los materiales afectados son estructuras u objetos de importancia cultural, el daño puede ser incalculable (Watt *et al.* eds. 2009). En Europa, los daños visibles de la contaminación en los sitios del patrimonio cultural y en las obras de arte se evidenciaron como justificación de las políticas de control de la contaminación atmosférica (Di Turo *et al.* 2016; Maas y Grennfelt eds. 2016). En la India, el gobierno ha tomado medidas para proteger, además de la salud pública, el Taj Mahal de mármol blanco, que se ha decolorado con el tiempo debido a los altos niveles de MP, posiblemente por la quema abierta de residuos sólidos municipales (Bergin *et al.* 2015; Raj *et al.* 2016).

Las tormentas de arena y polvo, los incendios y los fenómenos meteorológicos extremos provocan trastornos en la sociedad, el transporte y la actividad económica. Tales acontecimientos pueden ser un lastre para la economía local y también pueden provocar dislocaciones y migraciones (Hanlon 2016). A corto plazo, el aumento de los niveles de contaminación afecta la productividad de los trabajadores. Estos efectos no se limitan a los trabajadores que se encuentran a la intemperie o a los niveles extremos de contaminación (Chang *et al.* 2016; Zivin and Neidell 2018). A más largo plazo, las exposiciones elevadas a la contaminación se han asociado con un mal rendimiento educativo y del mercado laboral, creando un déficit de capital humano a largo plazo (Zivin y Neidell 2018).

5.5 Respuesta: políticas y gobernanza

Una gran variedad de enfoques de gobernanza e instrumentos políticos han sido utilizados para ayudar a mitigar las fuentes y los impactos de la contaminación atmosférica, el cambio climático, el agotamiento del O_3 estratosférico y los PBT, incluyendo los siguientes.

- **Regímenes de planificación,** estrategias o planes de acción concebidos para alcanzar las normas u objetivos de calidad del aire ambiente o lograr los topes de emisión, combinados con análisis y evaluaciones de impacto ambiental.

- **Mando y control**, incluidas las normas tecnológicas, de emisiones o de restauración de los ecosistemas; los requisitos de mantenimiento de registros y de presentación de informes, o los límites a la fabricación, el comercio o el uso de sustancias químicas o productos específicos; cada uno de los cuales se aplica a través de programas de concesión de permisos y de aplicación.

- **Intervenciones en el mercado**, incluidos los instrumentos económicos, como los impuestos, las tasas o los mercados de derechos de emisión negociables, así como los préstamos y las subvenciones.

- **Información pública**, incluido el etiquetado de productos, la previsión de la calidad del aire, las observaciones en tiempo casi real y la formación.

- **Marcos de cooperación,** incluidos los acuerdos internacionales y las normas o iniciativas sectoriales voluntarias.

En el Capítulo 12 se analiza la eficacia de algunos ejemplos concretos de estas políticas.

A escala local, departamental, nacional e internacional se han adoptado diferentes enfoques de gobernanza en función de los contextos institucionales, económicos, tecnológicos y políticos específicos, y a menudo, múltiples enfoques complementarios se han desplegado simultáneamente para abordar un mismo problema o fuente. Así, es posible utilizar diferentes combinaciones de enfoques para abordar cuestiones similares, incluso en una misma jurisdicción.

La existencia y el alcance de la aplicación de las políticas relacionadas con el aire también varían mucho en función de las diferencias en la capacidad institucional y la cultura de las distintas regiones del mundo y a diferentes escalas espaciales. En algunas regiones, como América del Norte y Europa, existen sistemas bien desarrollados y federados de políticas nacionales, departamentales y locales y programas de aplicación diseñados para alcanzar objetivos políticos comunes. En otras regiones, pueden existir acuerdos internacionales o legislación nacional, pero su aplicación y cumplimiento son débiles debido a la falta de capacidad institucional a escala nacional o subnacional. En algunas regiones, los gobiernos municipales están desarrollando la principal respuesta política a estos problemas, con beneficios simultáneos para otras partes de sus países.

El cambio climático, el agotamiento del O_3 estratosférico y los PBT han sido reconocidos como problemas globales compartidos. La Tabla 5.2 enumera algunos acuerdos medio ambientales globales que se han desarrollado para motivar, permitir y coordinar los esfuerzos en curso para abordar estos retos. Estos acuerdos establecen objetivos y obligaciones comunes, que se aplican a través de diferentes políticas desarrolladas a nivel nacional y local. Uno de los acuerdos mundiales más exitosos es el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal para abordar el agotamiento del O_3 estratosférico, que en 2009 se convirtió en el primer convenio de las Naciones Unidas en ser ratificado por todos los Estados miembros de la ONU. La enmienda más reciente al Protocolo de Montreal, la Enmienda de Kigali de 2016, está diseñada para limitar el impacto de los sustitutos de las SAO en el cambio climático.

Adoptada en 1992, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ha dado lugar a la negociación de una serie de protocolos y acuerdos sobre "responsabilidades comunes, pero diferenciadas" para hacer frente a las emisiones de GEI (United Nations 1992). La CMNUCC divide a los países en desarrollados (Anexo I) y en desarrollo. Esta diferenciación ha sido clave para el diseño de los mecanismos de transferencia entre países de la tecnología y los recursos necesarios para mitigar las emisiones (entre ellos, las Actividades de Aplicación Conjunta, el Mecanismo de Desarrollo Limpio y la Aplicación Conjunta). En el marco del Protocolo de Kioto y la Enmienda de Doha, los países del Anexo I acordaron compromisos específicos de reducción de emisiones; sin embargo, la aprobación del segundo periodo de compromiso (2013-2020) del Protocolo de Kioto de 1997 está aún por alcanzarse dependiendo de un quórum de 144 naciones. El Acuerdo de París de 2015 fijó el objetivo de limitar el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C respecto a los niveles preindustriales para 2100, con la ambición de limitar el aumento en al menos 1,5 °C. Todos los países deben presentar periódicamente a la Secretaría de la Convención los inventarios nacionales de GEI y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), o compromisos de reducción de emisiones. Para alcanzar el objetivo de 1,5°C, las emisiones de GEI deben reducirse de forma significativa en los próximos años y llegar a ser netas a mediados de siglo (véanse los Capítulos 21 y 22). Ciertos estudios han sugerido que existe una probabilidad superior al 90% de superar los 2°C de calentamiento con los compromisos actuales presentados por los gobiernos nacionales, que logran sólo un tercio de la mitigación necesaria para estar en

Tabla 5.2: Acuerdos mundiales sobre medio ambiente relacionados con temas de cambio climático, agotamiento del O_3 estratosférico y PBT

Cambio climático
- La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (1992)
- El Protocolo de Kioto (1997)
  - La Enmienda de Doha (2012)
- El Acuerdo de París (2016)

Agotamiento del O_3 estratosférico
- El Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985)
- El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (1987)
  - La Enmienda de Londres (1990)
  - La Enmienda de Copenhague (1992)
  - La Enmienda de Montreal (1997)
  - La Enmienda de Pekín (1999)
  - La Enmienda de Kigali (2016)

Sustancias tóxicas, bioacumulativas y persistentes (incluye COP y Hg)
- El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989)
- El Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional (1998)
- El Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (2001)
- El Convenio de Minamata sobre el Mercurio (2013)

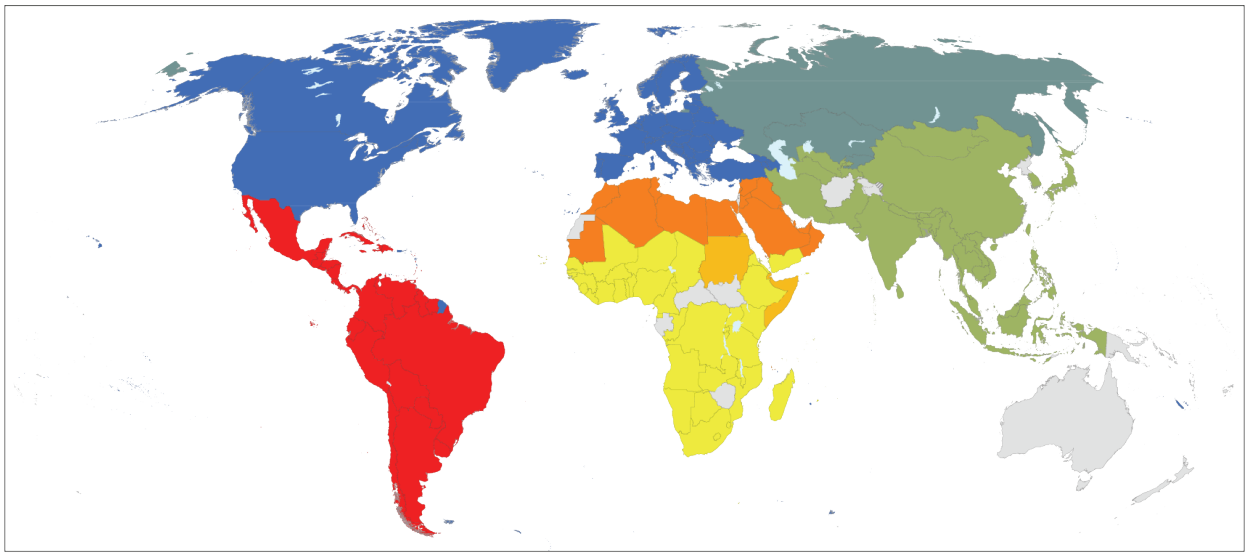
la vía de menor costo para mantenerse por debajo de ese umbral. Sin embargo, las vías para mantenerse por debajo de 1,5°C y 2°C siguen siendo técnicamente viables (Xu y Ramanathan 2017).

Aunque la contaminación atmosférica viaja por todo el mundo, no existe un único acuerdo global que la aborde, por el contrario, hay un mosaico de acuerdos regionales intergubernamentales (**Figura 5.16**). En general, este mosaico tiene una buena cobertura geográfica, pero es desigual en cuanto a la cobertura de contaminantes, fuentes y capacidades. Además, este mosaico no fomenta la transferencia de experiencia y recursos de los países más ricos a los más pobres. El más antiguo y desarrollado es el Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia (CLRTAP) de 1979, organizado por la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (Sliggers y Kakebeeke eds. 2004; Maas y Grennfelt eds. 2016). En la Federación Rusa y Asia Central, el CLRTAP se solapa con una agrupación de acuerdos bajo el paraguas de la Asociación para el Aire Limpio de Asia y el Pacífico. En África hay tres acuerdos regionales sobre contaminación atmosférica que coinciden entre sí y tienen algunos miembros en común con el Consejo de Ministros Árabes de Medio Ambiente.

Para orientar sus políticas en materia de contaminación atmosférica, muchos países han elaborado normas nacionales de calidad del aire ambiental o directrices para una serie de contaminantes comunes (Kutlar Joss *et al.* 2017). Estas normas



Figura 5.16: Mapa sobre las agrupaciones de los acuerdos multilaterales regionales en materia de contaminación atmosférica



1979 Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia (Ginebra)

1998 Red de vigilancia de la deposición ácida en Asia Oriental (EANET, por sus siglas en inglés)

1998 Declaración de Malé sobre el control de la prevención de la contaminación atmosférica y sus posibles efectos transfronterizos para Asia meridional

2002 Acuerdo de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN) sobre la contaminación transfronteriza por neblina

2006 Framework Convention on Environmental Protection for Sustainable Development in Central Asia (Ashkhabad)

2015 Alianza de Asia y el Pacífico por un Aire Limpio

2008 Acuerdo Marco Regional de África Oriental sobre la Contaminación Atmosférica (Nairobi)

2008 Southern African Development Community Regional Policy Framework on Air Pollution (Lusaka)

2009 Acuerdo Marco Regional de África Occidental y Central sobre la Contaminación Atmosférica (Abiyán)

1986 Consejo de Ministros Árabes encargados del Medio Ambiente (CMAEMA)

2008 Red Regional Intergubernamental de América Latina y el Caribe sobre Contaminación

Sin acuerdos

pueden diferir en cuanto al contaminante al que se dirigen, el nivel de concentración, el tiempo promedio, la frecuencia de ocurrencia y los protocolos de medición, lo que dificulta las comparaciones de rigurosidad. En 2005, un grupo de expertos de la OMS elaboró un conjunto de directrices sobre la calidad del aire destinadas a ser aplicables a nivel mundial para la exposición de la población en general, así como un conjunto de objetivos provisionales recomendados para algunos contaminantes en las zonas que exceden las directrices (WHO 2006; véase el **Recuadro 5.3**). Los objetivos intermedios se propusieron para su uso por parte de las zonas altamente contaminadas como pasos incrementales hacia la consecución de los valores guía. Cada objetivo provisional está asociado a una disminución específica del riesgo de mortalidad (WHO 2006).

La capacidad de los gobiernos y del público para comparar los datos de vigilancia de la calidad del aire con esas directrices y normas, así como la información asociada sobre los beneficios para la salud, ha sido importante para desarrollar la concienciación y motivar la mitigación. Por ello, la mejora de la infraestructura de vigilancia de la calidad del aire, el uso de la información sobre la calidad del aire y los efectos sobre la salud en los análisis de beneficios y costos de las medidas de mitigación se consideraron prioritarios en las evaluaciones regionales del GEO-6.

En las últimas décadas se han conseguido importantes éxitos gracias a las estructuras políticas y normativas nacionales e internacionales desarrolladas, como demuestran las tendencias a la baja de las emisiones y al aumento de la actividad y la

Tabla 5.3: Guía de la OMS sobre calidad del aire y los objetivos intermedios

Contaminante	Tiempo promedio	Unidad	Objetivos intermedios			Calidad del aire
			1	2	3	Guía
MP_{10}	Anual	$\mu g/m^3$	70	50	30	20
	24 horas	$\mu g/m^3$	150	100	75	50
$MP_{2,5}$	Anual	$\mu g/m^3$	35	25	15	10
	24 horas	$\mu g/m^3$	75	50	37,5	25
NO_2	Anual	$\mu g/m^3$	–	–	–	40
	1 hora	$\mu g/m^3$	–	–	–	200
SO_2	24 horas	$\mu g/m^3$	125	50	–	20
O_3	8 horas	$\mu g/m^3$	160	–	–	100
CO	1 hora	mg/m^3	–	–	–	30

Fuente: OMS (2006).

Recuadro 5.1: Resolución 3/8 del PNUMA

Prevenir y reducir la contaminación atmosférica para mejorar la calidad del aire a nivel mundial

La resolución insta a los Estados miembros a:

- Adoptar medidas para disminuir todas las formas de contaminación atmosférica
- Establecer sistemas para controlar la calidad del aire y las emisiones
- Establecer objetivos ambiciosos en materia de calidad del aire
- Incorporar a los contaminantes climáticos de corta duración dentro de los planes de acción nacionales
- Integrar la gestión de la contaminación atmosférica en la planificación del desarrollo nacional
- Concienciar sobre los costos y beneficios del control de la contaminación atmosférica
- Reforzar la capacidad nacional y subnacional de gestión de la calidad del aire.

A su vez, insta a reforzar la cooperación para hacer frente a la contaminación atmosférica a nivel local, nacional, regional y mundial. La resolución también solicita al Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas incluir un mayor apoyo técnico, creación de capacidad y análisis para ayudar a los Estados miembros a mejorar la calidad del aire.

producción (véase la Sección 5.2). Sin embargo, es posible que las respuestas políticas del pasado no sean adecuadas para abordar los problemas y las fuentes que se mantienen o aquellas que están emergiendo, especialmente en el corto plazo. Especialmente, cuando se carece de capacidad gubernamental o de estructuras reguladoras, aquellas respuestas que impliquen un amplio consenso de los actores interesados a fin de integrar las preocupaciones relacionadas con el aire en decisiones políticas y de inversión más amplias (por ejemplo, la planificación del transporte, la planificación del uso del suelo, las inversiones en desarrollo económico, el cambio de comportamiento) pueden ser más capaces de abordar las fuentes difusas de emisiones y promover la innovación.

Las ciudades han sido importantes centros de innovación e integración política y siguen ofreciendo importantes oportunidades de progreso. La organización no gubernamental Clean Air Asia es un ejemplo destacado de los esfuerzos realizados en este ámbito, ya que reúne a los gobiernos departamentales, los ministerios nacionales, la industria y otros grupos interesados de más de 1.000 ciudades en toda Asia para compartir lecciones sobre el desarrollo de políticas de contaminación atmosférica, cambio climático, transporte, uso del suelo y energía (Clean Air Asia 2017). El Grupo de Liderazgo Climático de las Ciudades C40 es otro ejemplo, que pone en contacto a los funcionarios de las ciudades con sus homólogos de ciudades de todo el mundo para intercambiar información, cuando se enfrentan a retos comunes asociados a la mitigación y adaptación al cambio climático (Day *et al.* 2018).

Tanto a nivel internacional como local, se han formado coaliciones e iniciativas entre gobiernos, industria y otros grupos para facilitar acciones específicas. La Coalición Clima y Aire Limpio para la Reducción de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCAC) es un ejemplo de esfuerzo coordinado para lograr avances a corto plazo centrados en contaminantes y sectores específicos (CCAC 2015).

Referencias

Abelkop, A.D.K., Graham, J.D. y Royer, T.V. (2017). *Persistent, Bioaccumulative, and Toxic (PBT) Chemicals: Technical Aspects, Policies, and Practices.* Boca Raton, FL: CRC Press. https://www.crcpress.com/Persistent-Bioaccumulative-and-Toxic-PBT Chemicals-Technical-Aspects/Abelkop-Graham-Royer/p/book/9781138792944.

Achakulwisut, P., Mickley, L.J. y Anenberg, S.C. (2018). Drought-sensitivity of fine dust in the US Southwest: Implications for air quality and public health under future climate change. *Environmental Research Letters* 13(5), 054025. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf20.

Adiang, C.M., Monkam, D., Njeugna, E. y Gokhale, S. (2017). Projecting impacts of two-wheelers on urban air quality of Douala, Cameroon. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 52, Part A, 49-63. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.02.010.

Ainsworth, E.A., Yendrek, C.R., Sitch, S., Collins, W.J. y Emberson, L.D. (2012). The effects of tropospheric ozone on net primary productivity and implications for climate change. *Annual Review of Plant Biology* 63(1), 637-661. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103829.

Albani, S., Mahowald, N.M., Perry, A.T., Scanza, R.A., Zender, C.S., Heavens, N.G. *et al.* (2014). Improved dust representation in the Community Atmosphere Model. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* 6(3), 541-570. https://doi.org/10.1002/2013MS000279.

Alexander, L.V. (2016). Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond. *Weather and Climate Extremes* 11, 4-16. https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.10.007.

American Thoracic Society (2000). What constitutes an adverse health effect of air pollution? Official statement of the American Thoracic Society. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 161(2), 665-673. https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.2.ats4-00.

Andre, G., Engel, B., Berentsen, P.B., Vellinga, T.V. y Lansink, A.G. (2011). Quantifying the effect of heat stress on daily milk yield and monitoring dynamic changes using an adaptive dynamic model. *Journal of Dairy Science* 94(9), 4502-4513. https://doi.org/10.3168/jds.2010-4139.

Ang'u, C., Nzioka, J.M. y Mutai, B., K., (2016). Aerosol optical depth patterns associated with urbanization and weather in Nairobi and Lamu. *Journal of Meteorology and Related Sciences (Kenya Meteorological Society)* 8(3). https://doi.org/10.20987/jmrs.2016.02.803.

Antunes Dos Santos, A., Appel Hort, M., Culbreth, M., Lopez-Granero, C., Farina, M., Rocha, J.B. *et al.* (2016). Methylmercury and brain development: A review of recent literature. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 38, 99-107. https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.03.001.

Apte, J.S., Messier, K.P., Gani, S., Brauer, M., Kirchstetter, T.W., Lunden, M.M. *et al.* (2017). High-Resolution Air Pollution Mapping with Google Street View Cars: Exploiting Big Data. *Environmental Science & Technology* 51(12), 6999-7008. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00891.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2009). *AMAP Assessment 2009: Human Health in the Arctic.* Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2009-human-health-in-the-arctic/98.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2011). *The Impact of Black Carbon on Arctic Climate.* Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme. https://www.amap.no/documents/download/977.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2014). *Trends in Stockholm Convention Persistent Organic Pollutants (POPs) in Arctic Air, Human media and Biota.* Wilson, S., Hung, H., Katsoyiannis, A., Kong, D., van Oostdam, J., Riget, F. y Bignert, A. (eds.). Oslo: Arctic Monitoring and Asessment Programme (AMAP). http://www.amap.no/documents/download/1972.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2015). *AMAP Assessment 2015: Black Carbon and Ozone as Arctic Climate Forcers.* Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme. https://www.amap.no/documents/download/2506.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2016). *AMAP Assessment 2015: Temporal Trends in Persistent Organic Pollutants in the Arctic.* Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme. https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2015-temporal-trends-in-persistent-organic-pollutants-in-the-arctic/1521.

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2017). *AMAP Assessment 2016: Chemicals of Emerging Arctic Concern.* Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme. https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2016-chemicals-of-emerging-arctic-concern/1624.

Avnery, S., Mauzerall, D.L., Liu, J.F. y Horowitz, L.W. (2011). Global crop yield reductions due to surface ozone exposure: 1. Year 2000 crop production losses and economic damage. *Atmospheric Environment* 45(13), 2284-2296. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.11.045.

Bailey, R. (2013). *Managing Famine Risk: Linking Early Warning to Early Action.* A Chatham House Report. London: Royal Institute of International Affairs. https://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/public/Research/Energy%2C%20Environment%20and%20Development/0413r_earlywarnings.pdf.

Bailey, R. y Wellesley, L. (2017). *Chokepoints and Vulnerabilities in Global Food Trade.* London: Chatham House. https://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/publications/research/2017-06-27-chokepoints-vulnerabilities-global-food-trade-bailey-wellesley-final.pdf.

Bais, A.F., Lucas, R.M., Bornman, J.F., Williamson, C.E., Sulzberger, B., Austin, A.T. *et al.* (2018). Environmental effects of ozone depletion, UV radiation and interactions with climate change: UNEP environmental effects assessment panel, update 2017. *Photochemical & Photobiological Sciences* 17(2), 127-179. https://doi.org/10.1039/c7pp90043k.

Ball, W.T., Alsing, J., Mortlock, D.J., Staehelin, J., Haigh, J.D., Peter, T. *et al.* (2018). Evidence for a continuous decline in lower stratospheric ozone offsetting ozone layer recovery. *Atmospheric Chemistry and Physics* 18, 1379-1394. https://doi.org/10.5194/acp-18-1379-2018.

Bergin, M.H., Tripathi, S.N., Devi, J.J., Gupta, T., Mckenzie, M., Rana, K.S. *et al.* (2015). The discoloration of the Taj Mahal due to particulate carbon and dust deposition. *Environmental Science & Technology* 49(2), 808-812. https://doi.org/10.1021/es504005q.

Bhandari, D. y Shrimali, G. (2018). The perform, achieve and trade scheme in India: An effectiveness analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81(Part 1), 1286-1295. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.074.

Bindoff, N.L., Stott, P.A., AchutaRao, K.M., Allen, M.R., Gillett, N., Gutzler, D. *et al.* (2013). Detection and attribution of climate change: From global to regional. En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 10. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter10_FINAL.pdf.

Bond-Lamberty, B., Bailey, V.L., Chen, M., Gough, C.M. y Vargas, R. (2018). Globally rising soil heterotrophic respiration over recent decades. *Nature* 560(7716), 80-83. https://doi.org/10.1038/s41586.

Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W., Griffioen, J., Van Groenigen, J.W., Hefting, M.M., Oenema, O. *et al.Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 368(1621), 20130112. https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0112.

Bowman, D.M.J.S., Williamson, G.J., Abatzoglou, J.T., Kolden, C.A., Cochrane, M.A. y Smith, A.M.S. (2017). Human exposure and sensitivity to globally extreme wildfire events. *Nature Ecology & Evolution* 8 1135. https://doi.org/10.1038/s41559-017-0234-3. https://doi.org/10.1038/s41559-016-0058.

Boys, B.L., Martin, R.V., van Donkelaar, A., MacDonell, R.J., Hsu, N.C., Cooper, M.J. *et al.* (2014). Fifteen-year global time series of satellite-derived fine particulate matter. *Environmental Science & Technology* 48(19), 11109-11118. https://doi.org/10.1021/es502113p.

Brasseur, G.P., Gupta, M., Anderson, B.E., Balasubramanian, S., Barrett, S., Duda, D. *et al.* (2016). Impact of aviation on climate: FAA's Aviation Climate Change Research Initiative (ACCRI) phase II. *Bulletin of the American Meteorological Society* 97(4), 561-583. https://doi.org/10.1175/bams-d-13-00089.1.

Breivik, K., Armitage, J.M., Wania, F., Sweetman, A.J. y Jones, K.C. (2016). Tracking the global distribution of persistent organic pollutants accounting for e-waste exports to developing regions. *Environmental Science & Technology* 50(2), 798-805. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04226.

Brook, R.D., Rajagopalan, S., Pope, C.A., 3rd, Brook, J.R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A.V. *et al.* (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 121(21), 2331-2378. https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181dbece1.

Butler, C. (ed.) (2014). *Climate Change and Global Health*. Oxfordshire: Centre for Agriculture and Biosciences International. https://www.cabi.org/bookshop/book/9781780642659.

Calderon-Garciduenas, L. y Villarreal-Rios, R. (2017). Living close to heavy traffic roads, air pollution, and dementia. *Lancet* 389(10070), 675-677. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32596-X.

Caro, D., Davis, S.J., Bastianoni, S. y Caldeira, K. (2014). Global and regional trends in greenhouse gas emissions from livestock. *Climatic Change* 126(1-2), 203-216. https://doi.org/10.1007/s10584- 014-1197-x.

Center for Human Rights and Environment (2015). *Policy Advocacy Network for Latin America for Clean Brick Production: Compilation of Existing Policy Frameworks.* Paris: Climate and Clean Air Coalition. http://ccacoalition.org/en/file/2170/download?token=cogeNCXF.

Centers for Disease Control and Prevention (2017). *Harmful Algal Bloom (HAG)-associated illness – Illness & symptoms*. [https://www.cdc.gov/habs/illness.html (Revisado: 5 de octubre de 2018).

Chameides, W., Lindsay, R., Richardson, J. y Kiang, C. (1988). The role of biogenic hydrocarbons in urban photochemical smog: Atlanta as a case study. *Science* 241(4872), 1473-1475. https://doi.org/10.1126/science.3420404.

Chang, K.-L., Petropavlovskikh, I., Copper, O.R., Schultz, M.G. y Wang, T. (2017). Regional trend analysis of surface ozone observations from monitoring networks in eastern North America, Europe and East Asia. *Elem Sci Anth* 5(0), 50. https://doi.org/10.1525/elementa.243.

Chang, T., Zivin, J.G., Gross, T. y Neidell, M. (2016). *The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call-Center Workers in China.* National Bureau of Economic Research Working Paper Series. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. http://www.nber.org/papers/w22328.

Cheng, Z., Luo, L., Wang, S., Wang, Y., Sharma, S., Shimadera, H. *et al.* (2016). Status and characteristics of ambient PM2.5 pollution in global megacities. *Environment International* 89, 212-221. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.003.

Chipperfield, M.P., Bekki, S., Dhomse, S., Harris, N.R.P., Hassler, B., Hossaini, R. *et al.* (2017). Detecting recovery of the stratospheric ozone layer. *Nature* 549(7671), 211-218. https://doi.org/10.1038/nature23681.

Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J. *et al.* (2013). Carbon and other biogeochemical cycles. En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 6. 465–570. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/drafts/WG1AR5_SOD_Ch06_All_Final.pdf

Clean Air Asia (2017). *Clean air Asia summary*. [Clean Air Asia http://cleanairasia.org/clean-air-asia-summary/2017).

Climate and Clean Air Coalition (2015). *CCAC Five-Year Strategic Plan.* Paris: Climate and Clean Air Coalition. http://www.ccacoalition.org/en/resources/ccac-five-year-strategic-plan.

Clougherty, J.E. (2010). A growing role for gender analysis in air pollution epidemiology. *Environmental Health Perspectives* 118(2), 167-176. https://doi.org/10.1289/ehp.0900994.

Coghlan, C., Muzammil, M., Ingram, J., Vervoort, J., Otto, F. y James, R. (2014). *A Sign of Things to Come? Examining Four Major Climate-related Disasters, 2010-2013, and their Impacts on Food Security.* Oxford: Oxfam International. http://policy-practice.oxfam.org.uk/publications/a-sign-of-things-to-come-examining-four-major-climate-related-disasters-2010-20-326092.

Cohen, A.J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H.R., Frostad, J., Estep, K. *et al.* (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet* 389(10082), 1907-1918. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

Cole, J.R. y McCoskey, S. (2013). Does global meat consumption follow an environmental Kuznets curve? *Sustainability: Science, Practice & Policy* 8(2), 26-36. https://doi.org/10.1080/15487733.2013.11908112.

Committee on Earth Observing Satellites (2011). *A Geostationary Satellite Constellation for Observing Global Air Quality: An International Path Forward.* Committee on Earth Observing Satellites. http://ceos.org/document_management/Virtual_Constellations/ACC/Documents/AC-VC_ Geostationary-Cx-for-Global-AQ-final_Apr2011.pdf.

Committee on the Medical Effects of Air Pollutants (2010). *The Mortality Effects of Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution in the United Kingdom.* Oxfordshire. https://www.gov.uk/government/publications/comeap-mortality-effects-of-long-term-exposure-to-particulate-air-pollution-in-the-uk.

Committee on the Medical Effects of Air Pollutants (2018). *Associations of Long-Term Average Concentrations of Nitrogen Dioxide with Mortality: A Report by the Committee on the Medical Effects of Air Pollutants.* Chilton. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/734799/COMEAP_NO2_Report.pdf.

Czernecki, B., Półrolniczak, M., Kolendowicz, L., Marosz, M., Kendzierski, S. y Pilguj, N. (2016). Influence of the atmospheric conditions on PM_{10} concentrations in Poznań, Poland. *Journal of Atmospheric Chemistry* 74(1), 115-139. https://doi.org/10.1007/s10874-016-9345-5.

Damstra, T. (2002). Potential effects of certain persistent organic pollutants and endocrine disrupting chemicals on the health of children. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology* 40(4), 457-465. https://doi.org/10.1081/clt-120006748.

Day, T., Gonzales-Zuñiga, S., Nascimento, L., Höhne, N., Fekete, H. y Sterl, S. (2018). *Climate Opportunity: More Jobs; Better Health; Liveable Cities.* Cologne: New Climate Institute. https://newclimate.org/wp-content/uploads/2018/09/ClimateOpportunity_Full.pdf.

Dean, J.F., Middelburg, J.J., Röckmann, T., Aerts, R., Blauw, L.G., Egger, M. *et al.* (2018). Methane feedbacks to the global climate system in a warmer world. *Reviews of Geophysics* 56(1), 207-250. https://doi.org/10.1002/2017rg000559.

DeLonge, M.S., Miles, A. y Carlisle, L. (2016). Investing in the transition to sustainable agriculture. *Environmental Science & Policy* 55(Part 1), 266-273. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.09.013.

Di Turo, F., Proietti, C., Screpanti, A., Fornasier, M.F., Cionni, I., Favero, G. *et al.* (2016). Impacts of air pollution on cultural heritage corrosion at European level: What has been achieved and what are the future scenarios. *Environmental pollution* 218, 586-594. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.042.

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z. *et al.* (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science* 359(6373), 270-272. https://doi.org/10.1126/science.aap8826.

Duncan, B.N., Lamsal, L.N., Thompson, A.M., Yoshida, Y., Lu, Z., Streets, D.G. *et al.* (2016). A space- based, high-resolution view of notable changes in urban NOx pollution around the world (2005–2014). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 121(2), 976-996. https://doi.org/10.1002/2015JD024121.

Duncan, B.N., Prados, A.I., Lamsal, L.N., Liu, Y., Streets, D.G., Gupta, P. *et al.* (2014). Satellite data of atmospheric pollution for U.S. air quality applications: Examples of applications, summary of data end-user resources, answers to FAQs, and common mistakes to avoid. *Atmospheric Environment* 94, 647-662. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.05.061.

El-Shahawi, M.S., Hamza, A., Bashammakh, A.S. y Al-Saggaf, W.T. (2010). An overview on the accumulation, distribution, transformations, toxicity and analytical methods for the monitoring of persistent organic pollutants. *Talanta* 80(5), 1587-1597. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2009.09.055.

Engel, A., Bönisch, H., Ostermöller, J., Chipperfield, M.P., Dhomse, S. y Jöckel, P. (2018). A refined method for calculating equivalent effective stratospheric chlorine. *Atmospheric Chemistry and Physics* 18(2), 601-619. https://doi.org/10.5194/acp-18-601-2018.

European Commission (2016). *Emissions database for global atmospheric research (EDGAR) v4.3.1.* http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=431.

European Environment Agency (2017). *Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990-2015 and Inventory Report 2017.* Copenhagen: European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2017.

Eze, I.C., Hemkens, L.G., Bucher, H.C., Hoffmann, B., Schindler, C., Kunzli, N. *et al.* (2015). Association between ambient air pollution and diabetes mellitus in Europe and North America: systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives* 123(5), 381-389. https://doi.org/10.1289/ehp.0900994.

Fahey, D.W., Baughcum, S.L., Fuglestvedt, J., Gupta, M., Lee, D.S., Sausen, R. *et al.* (2016). White paper on climate change aviation impacts on climate: State of the science. En *On Board A Sustainable Future: ICAO 2016 Environmental Report, Aviation and Climate Change.* Montreal: International Civil Aviation Organization. 99-107. https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ICAO%20Environmental%20Report%202016.pdf

Farhi, A., Boyko, V., Almagor, J., Benenson, I., Segre, E., Rudich, Y. *et al.* (2014). The possible association between exposure to air pollution and the risk for congenital malformations. *Environmental Research* 135, 173-180. https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.08.024.

Feng, H. y Zhang, M. (2015). Global land moisture trends: Drier in dry and wetter in wet over land. *Scientific Reports* 5(18018). https://doi.org/10.1038/srep18018.

Feng, Z., Rütting, T., Pleijel, H., Wallin, G., Reich, P.B., Kammann, C.I. *et al.* (2015). Constraints to nitrogen acquisition of terrestrial plants under elevated CO_2. *Global Change Biology* 21(8), 3152-3168. https://doi.org/10.1111/gcb.12938.

Feng, Z.Z. y Kobayashi, K. (2009). Assessing the impacts of current and future concentrations of surface ozone on crop yield with meta-analysis. *Atmospheric Environment* 43(8), 1510-1519. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.11.033.

Fiore, A.M., Naik, V. y Leibensperger, E.M. (2015). Air quality and climate connections. *Journal of the Air & Waste Management Association* 65(6), 645-685. https://doi.org/10.1080/10962247.2015.1040526.

Fischer, E.M., Oleson, K.W. y Lawrence, D.M. (2012). Contrasting urban and rural heat stress responses to climate change. *Geophysical Research Letters* 39(3). https://doi.org/10.1029/2011GL050576.

Fishman, J., Creilson, J.K., Parker, P.A., Ainsworth, E.A., Vining, G.G., Szarka, J. *et al.* (2010). An investigation of widespread ozone damage to the soybean crop in the upper Midwest determined from ground-based and satellite measurements. *Atmospheric Environment* 44(18), 2248-2256. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.01.015.

Fleischer, N.L., Merialdi, M., van Donkelaar, A., Vadillo-Ortega, F., Martin, R.V., Betran, A.P. *et al.* (2014). Outdoor air pollution, preterm birth, and low birth weight: Analysis of the world health organization global survey on maternal and perinatal health. *Environmental Health Perspectives* 122(4), 425-430. https://doi.org/10.1289/ehp.1306837.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2008). *The State of Food Insecurity in the World 2008.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Climate Change and Food Security: Risks and Responses.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf.

Fowler, D., Steadman, C.E., Stevenson, D., Coyle, M., Rees, R.M., Skiba, U.M. *et al.* (2015). Effects of global change during the 21st century on the nitrogen cycle. *Atmospheric, Chemistry and Physics* 15(24), 13849-13893. https://doi.org/10.5194/acp-15-13849-2015.

Fry, K. y Power, M.C. (2017). Persistent organic pollutants and mortality in the United States, NHANES 1999-2011. *Environmental Health* 16(1), 105. https://doi.org/10.1186/s12940-017-0313-6.

Fuhrer, J., Val Martin, M., Mills, G., Heald, C.L., Harmens, H., Hayes, F. *et al.* (2016). Current and future ozone risks to global terrestrial biodiversity and ecosystem processes. *Ecology and Evolution* 6(24), 8785-8799. https://doi.org/10.1002/ece3.2568.

Fuzzi, S., Baltensperger, U., Carslaw, K., Decesari, S., van der Gon, H.D., Facchini, M.C. *et al.* (2015). Particulate matter, air quality and climate: Lessons learned and future needs. *Atmospheric Chemistry and Physics* 15(14), 8217–8299. https://doi.org/10.5194/acp-15-8217-2015.

Galloway, J.N., Aber, J.D., Erisman, J.W., Seitzinger, S.P., Howarth, R.W., Cowling, E.B. *et al.* (2003). The nitrogen cascade. *BioScience* 53(4), 341-356. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0341:TNC]2.0.CO;2.

Geddes, J.A., Martin, R.V., Boys, B.L. y van Donkelaar, A. (2016). Long-term trends worldwide in ambient NO2 concentrations inferred from satellite observations. *Environmental Health Perspectives* 124(3), 281-289. https://doi.org/10.1289/ehp.1409567.

Gibb, H. y O'Leary, K.G. (2014). Mercury exposure and health impacts among individuals in the artisanal and small-scale gold mining community: A comprehensive review. *Environmental Health Perspectives* 122(7), 667-672. https://doi.org/10.1289/ehp.1307864.

Gibson, J., Adlard, B., Olafsdottir, K., Sandanger, T.M. y Odland, J.Ø. (2016). Levels and trends of contaminants in humans of the Arctic. *International Journal of Circumpolar Health* 75(1), 33804. https://doi.org/10.3402/ijch.v75.33804.

Ginoux, P., Prospero, J.M., Gill, T.E., Hsu, N.C. y Zhao, M. (2012). Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on modis deep blue aerosol products. *Reviews of Geophysics* 50. https://doi.org/10.1029/2012rg000388.

Global Alliance for Clean Cookstoves (2014). *Results Report 2014: Sharing Progress on the Path to Adoption of Clean and Efficient Cooking Solutions.* Washington, DC.: Global Alliance for Clean Cookstoves. http://cleancookstoves.org/binary-data/RESOURCE/file/000/000/414-1.pdf.

Global Burden of Disease 2016 Risk Factor Collaborators (2017). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet* 390(10100), 1345-1422. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32366-8.

Global Burden of Disease Cancer Collaboration, Fitzmaurice, C., Allen, C., Barber, R.M., Barregard, L., Bhutta, Z.A. *et al.* (2017). Global, regional, and national cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life-years for 32 cancer groups, 1990 to 2015: A systematic analysis for the global burden of disease study. *JAMA Oncology* 3(4), 524-548. https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2016.5688.

Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K. *et al.* (2010). Implications of climate change for agricultural productivity in early twenty first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365(1554), 2973–2989. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0158.

Guenther, A.B., Jiang, X., Heald, C.L., Sakulyanontvittaya, T., Duhl, T., Emmons, L.K. *et al.* (2012). The model of emissions of gases and aerosols from nature version 2.1 (MEGAN2.1): An extended and updated framework for modeling biogenic emissions. *Geoscientific Model Development* 5(6), 1471-1492. https://doi.org/10.5194/gmd-5-1471-2012.

Haines, A., Amann, M., Borgford-Parnell, N., Leonard, S., Kuylenstierna, J. y Shindell, D. (2017). Short-lived climate pollutant mitigation and the Sustainable Development Goals. *Nature Climate Change* 7(12), 863-869. https://doi.org/10.1038/s41558-017-0012-x.

Hanlon, W.W. (2016). *Coal Smoke and the Costs of the Industrial Revolution.* National Bureau of Economic Research Working Paper Series. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. http://www.nber.org/papers/w22921.pdf.

Harris, N.R.P., Hassler, B., Tummon, F., Bodeker, G.E., Hubert, D., Petropavlovskikh, I. *et al.* (2015). Past changes in the vertical distribution of ozone – Part 3: Analysis and interpretation of trends. *Atmospheric Chemistry and Physics* 15(17), 9965-9982. https://doi.org/10.5194/acp-15-9965-2015.

Hartmann, D.L., Tank, A.M.G.K., Rusticucci, M., Alexander, L.V., Brönnimann, S., Charabi, Y.A.R. *et al.* (2013). Observations: Atmosphere and surface. En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, MA: Cambridge University Press. chapter 2. 159-254. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter02_FINAL.pdf

Hashimoto, S., Carvalhais, N., Ito, A., Migliavacca, M., Nishina, K. y Reichstein, M. (2015). Global spatiotemporal distribution of soil respiration modeled using a global database. *Biogeosciences* 12, 4121-4132. https://doi.org/10.5194/bg-12-4121-2015.

Heald, C.L. y Geddes, J., A., (2016). The impact of historical land use change from 1850 to 2000 on secondary particulate matter and ozone. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16(23), 14997-15010. https://doi.org/10.5194/acp-16-14997-2016.

Health Effects Institute (2017). *State of Global Air 2017: A Special Report on Global Exposure to Air Pollution and Its Disease Burden.* Boston, MA. https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/SoGA2017_report.pdf.

Health Effects Institute (2018). *State of Global Air 2018 Special Report: A Special Report on Global Exposure to Air Pollution And Its Disease Burden.* Boston, MA. https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf.

Heede, R. (2014). Tracing anthropogenic carbon dioxide and methane emissions to fossil fuel and cement producers, 1854-2010. *Climatic Change* 122(1-2), 229–241. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0986-y.

Hettelingh, J.-P., Stevens, C., Posch, M., Bobbink, R. y de Vries, W. (2015). Assessing the impacts of nitrogen deposition on plant species richness in Europe. En *Critical Loads and Dynamic Risk Assessments: Nitrogen, Acidity and Metals in Terrestrial and Aquatic Ecosystems.* de Vries, W., Hettelingh, J. y Posch, M. (eds.). Dordrecht: Springer. 573-586. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-9508-1_23

Hoesly, R.M., Smith, S.J., Feng, L., Klimont, Z., Janssens-Maenhout, G., Pitkanen, T. *et al.* (2018). Historical (1750–2014) anthropogenic emissions of reactive gases and aerosols from the Community Emission Data System (CEDS). *Geoscientific Model Development* 11, 369-408. https://doi.org/10.5194/gmd-2017-43.

Hoffman, K., Butt, C.M., Webster, T.F., Preston, E.V., Hammel, S.C., Makey, C. *et al.* (2017). Temporal trends in exposure to organophosphate flame retardants in the United States. *Environmental Science & Technology Letters* 4(3), 112-118. https://doi.org/10.1021/acs.estlett.6b00475.

Huang, L., McDonald-Buller, E.C., McGaughey, G., Kimura, Y. y Allen, D., T., (2016). The impact of drought on ozone dry deposition over eastern Texas. *Atmospheric Environment* 127, 176-186. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.12.022.

Hung, H., Katsoyiannis, A.A., Brorstrom-Lunden, E., Olafsdottir, K., Aas, W., Breivik, K. *et al.* (2016). Temporal trends of Persistent Organic Pollutants (POPs) in arctic air: 20 years of monitoring under the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). *Environmental Pollution* 217, 52-61. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.079.

Hussey, S.J.K., Purves, J., Allcock, N., Fernandes, V.E., Monks, P.S., Ketley, J.M. *et al.* (2017). Air pollution alters Staphylococcus aureus and Streptococcus pneumoniae biofilms, antibiotic tolerance and colonisation. *Environmental Microbiology* 19(5), 1868-1880. https://doi.org/10.1111/1462-2920.13686.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Part B: Regional Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report.* Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E. *et al.* (eds.).

Cambridge, MA: Cambridge University Press. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/.

International Civil Aviation Organization (2016a). *Presentation of 2016 Air Transport Statistical Results.* Annual Report of the Council. Montreal: International Civil Aviation Organization. https://www.icao.int/annual-report-2016/Documents/ARC_2016_Air%20Transport%20Statistics.pdf.

International Civil Aviation Organization (2016b). *Assembly Resolution A39-3.* Montreal. https://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/WP/wp_530_en.pdf.

International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops (2017). Mapping critical levels for vegetation. En *Manual On Methodologies and Criteria For Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends.* Geneva: United Nations Economic Commission for Europe. chapter 3. https://icpvegetation.ceh.ac.uk/publications/documents/FinalnewChapter3v4Oct2017_000.pdf

International Energy Agency (2016a). *Energy and Air Pollution.* Paris: International Energy Agency. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/

International Energy Agency (2016b). *World Energy Outlook.* Paris: International Energy Agency. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf.

International Energy Agency (2017). *CO_2 Emissions from Fuel Combustion: 2017 Overview.* Paris: International Energy Agency. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsFromFuelCombustion2017Overview.pdf.

International Transport Forum (2017). *ITF Tranport Outlook 2017.* Paris: Organization for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook_25202367.

Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) (2018). *The Magnitude and Impacts of Anthropogenic Atmospheric Nitrogen Inputs to the Ocean.* Geneva: World Meteorological Organization. http://www.gesamp.org/publications/the-magnitude-and-impacts-of-anthropogenic-atmospheric-nitrogen-inputs-to-the-ocean.

Karagas, M.R., Choi, A.L., Oken, E., Horvat, M., Schoeny, R., Kamai, E. *et al.* (2012). Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. *Environmental Health Perspectives* 120(6), 799-806. https://doi.org/10.1289/ehp.1104494.

Karagulian, F., Belis, C.A., Dora, C.F., C., Prüss-Ustün, A., M., Bonjour, S., Adair-Rohani, H. *et al.* (2015). Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level. *Atmospheric Environment* 120, 475-483. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.087.

Kelley, C.P., Mohtadi, S., Cane, M.A., Seager, R. y Kushnir, Y. (2015). Climate change in the fertile crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(11), 3241-3246. https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112.

Kiesewetter, G. y Amann, M. (2014). *Urban PM2.5 levels under the EU Clean Air Policy Package.* Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis. http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/TSAP_12.pdf.

Klingmuller, K., Pozzer, A., Metzger, S., Stenchikov, G.L. y Lelieveld, J. (2016). *Atmospheric Chemistry and Physics* 16(8), 5063-5073. https://doi.org/10.5194/acp-16-5063-2016.

Koplitz, S.N., Mickley, L.J., Marlier, M.E., Buonocore, J.J., Kim, P.S., Liu, T. *et al.* (2016). Public health impacts of the severe haze in Equatorial Asia in September–October 2015: Demonstration of a new framework for informing fire management strategies to reduce downwind smoke exposure. *Environmental Research Letters* 11(9), 094023. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/094023.

Krotkov, N.A., McLinden, C.A., Li, C., Lamsal, L.N., Celarier, E.A., Marchenko, S.V. *et al.* (2016). Aura OMI observations of regional SO2 and NO2 pollution changes from 2005 to 2015. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16(7), 4605-4629. https://doi.org/10.5194/acp-16-4605-2016.

Kumar, R. y Agarwala, A. (2013). Renewable energy certificate and perform, achieve, trade mechanisms to enhance the energy security for India. *Energy Policy* 55, 669-676. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.072.

Kutlar Joss, M., Eeftens, M., Gintowt, E., Kappeler, R. y Künzli, N. (2017). Time to harmonize national ambient air quality standards. *International Journal of Public Health* 62(4), 453-462. https://doi.org/10.1007/s00038-017-0952-y.

Kuttippurath, J. y Nair, P.J. (2017). The signs of Antarctic ozone hole recovery. *Scientific Reports* 7(585). https://doi.org/10.1038/s41598-017-00722-7.

Lamarque, J.F., Bond, T.C., Eyring, V., Granier, C., Heil, A., Klimont, Z. *et al.* (2010). Historical (1850–2000) gridded anthropogenic and biomass burning emissions of reactive gases and aerosols: Methodology and application. *Atmospheric Chemistry and Physics* 10(15), 7017-7039. https://doi.org/10.5194/acp-10-7017-2010.

Lee, S.C., Sverko, E., Harner, T., Pozo, K., Barresi, E., Schachtschneider, J. *et al.* (2016). Retrospective analysis of "new" flame retardants in the global atmosphere under the GAPS Network. *Environmental Pollution* 217, 62-69. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.080.

Leibensperger, E.M., Mickley, L.J. y Jacob, D.J. (2008). Sensitivity of US air quality to mid-latitude cyclone frequency and implications of 1980–2006 climate change. *Atmospheric Chemistry and Physics* 8(23), 7075-7086. https://doi.org/10.5194/acp-8-7075-2008.

Leip, A., Billen, G., Garnier, J., Grizzetti, B., Lassaletta, L., Reis, S. *et al.* (2015). Impacts of European livestock production: nitrogen, sulphur, phosphorus and greenhouse gas emissions, land-use, water eutrophication and biodiversity. *Environmental Research Letters* 10(11), 115004. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/11/115004.

Lewis, A.C., Zellweger, C., Schultz, M.G., Tarasova, O.A. and Reactive Gases Science Advisory Group (2017). *Technical Advice Note On Lower Cost Air Pollution Sensors.* World Meteorological Organization http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/GAW_Sensors_advice.pdf.

Li, X., Huang, S., Jiao, A., Yang, X., Yun, J., Wang, Y. *et al.* (2017). Association between ambient fine particulate matter and preterm birth or term low birth weight: An updated systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution* 227, 596-605. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.055.

Lim, S.S., Vos, T., Flaxman, A.D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H. *et al.* (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet* 380(9859), 2224-2260. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)61766-8.

Liu, H., Zhang, X., Zhang, H., Yao, X., Zhou, M., Wang, J. *et al.* (2018). Effect of air pollution on the total bacteria and pathogenic bacteria in different sizes of particulate matter. *Environmental Pollution* 233, 483-493. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.070.

Lott, F.C., Christidis, N. y Stott, P.A. (2013). Can the 2011 East African drought be attributed to human-induced climate change? *Geophysical Research Letters* 40(6), 1177-1181. https://doi.org/10.1002/grl.50235.

Lucas, R.M., Norval, M., Neale, R.E., Young, A.R., de Gruijl, F.R., Takizawa, Y. *et al.* (2015). The consequences for human health of stratospheric ozone depletion in association with other environmental factors. *Photochemical and Photobiological Sciences* 14(1), 53-87. https://doi.org/10.1039/c4pp90033b.

Ma, J., Hung, H. y Macdonald, R.W. (2016). The influence of global climate change on the environmental fate of persistent organic pollutants: A review with emphasis on the Northern Hemisphere and the Arctic as a receptor. *Global and Planetary Change* 146, 89-108. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.09.011.

Ma, J.M., Hung, H.L., Tian, C. y Kallenborn, R. (2011). Revolatilization of persistent organic pollutants in the Arctic induced by climate change. *Nature Climate Change* 1(5), 255-260. https://doi.org/10.1038/Nclimate1167.

Maas, R. y Grennfelt, P. (eds.) (2016). *Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report 2016.* Oslo: United Nations Economic Commission for Europe. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/ExecutiveBody/35th_session/CLRTAP_Scientific_Assessment_Report_-_Final_20-5-2016.pdf.

Maithel, S., Lalchandami, D., Malhotra, G., Bhanware, P., Uma, R., Ragavan, S. *et al.* (2012). *Brick Kilns Performance Assessment: A Roadmap for Cleaner Brick Production in India.* New Delhi: Greentech Knowledge Solutions Pvt. Ltd. http://ccacoalition.org/en/file/575/download?token=wpSU0X2x.

McCracken, J.P., Wellenius, G.A., Bloomfield, G.S., Brook, R.D., Tolunay, H.E., Dockery, D.W. *et al.* (2012). Household air pollution from solid fuel use: Evidence for links to CVD. *Global Heart* 7(3), 223-234. https://doi.org/10.1016/j.gheart.2012.06.010.

McGrath, J.M., Betzelberger, A.M., Wang, S., Shook, E., Zhu, X.-G., Long, S.P. *et al.* (2015). An analysis of ozone damage to historical maize and soybean yields in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(46), 14390-14395. https://doi.org/10.1073/pnas.1509777112.

Megaritis, A.G., Fountoukis, C., Charalampidis, P.E., Pilinis, C. y Pandis, S.N. (2013). Response of fine particulate matter concentrations to changes of emissions and temperature in Europe. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13(6), 3423-3443. https://doi.org/10.5194/acp-13-3423-2013.

Melillo, J.M., Richmond, T.C. y Yohe, G.W. (2014). *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment.* Washington, D.C: U.S. Global Change Research Program. https://nca2014.globalchange.gov/report.

Mills, J.N., Gage, K.L. y Khan, A.S. (2010). Potential influence of climate change on vector-borne and zoonotic diseases: A review and proposed research plan. *Environmental Health Perspectives* 118(11), 1507-1514. https://doi.org/10.1289/ehp.0901389.

Montzka, S.A., Dutton, G.S., Yu, P., Ray, E., Portmann, R.W., Daniel, J.S. *et al.* (2018). An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC-11. *Nature* 557(7705), 413-417. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0106-2.

Myers, S.S., Zanobetti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, A.D.B., Bloom, A.J. *et al.* (2014). Increasing CO_2 threatens human nutrition. *Nature* 510(7503), 139-142. https://doi.org/10.1038/nature13179.

Na, K., Moon, K.C. y Kim, Y.P. (2005). Source contribution to aromatic VOC concentration and ozone formation potential in the atmosphere of Seoul. *Atmospheric Environment* 39(30), 5517-5524. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.06.005.

Newman, P.A., J. S. Daniel., Waugh, D.W. y Nash, E.R. (2007). A new formulation of equivalent effective stratospheric chlorine (EESC). *Atmospheric Chemistry and Physics* 7, 4537-4552. https://doi.org/10.5194/acp-7-4537-2007.

Nordborg, M. y Röös, E. (2016). *Holistic Management – A Critical Review Of Allan Savory's Grazing Method.* Uppsala: SLU/EPOK - Centre for Organic Food and Farming & Chalmers. https://www.fcrn.org.uk/research-library/holistic-management-%E2%80%93-critical-review-allan-savory%E2%80%99s-grazing-method.

Olsen, C.M., Carroll, H.J. y Whiteman, D.C. (2010). Estimating the attributable fraction for melanoma: a meta-analysis of pigmentary characteristics and freckling. *International Journal of Cancer* 127(10), 2430-2445. https://doi.org/10.1002/ijc.25243.

Otto, F.E.L., Massey, N., van Oldenborgh, G.J., Jones, R.G. y Allen, M.R. (2012). Reconciling two approaches to attribution of the 2010 Russian heat wave. *Geophysical Research Letters* 39(4). https://doi.org/10.1029/2011GL050422.

Pacifico, F., Folberth, G.A., Jones, C.D., Harrison, S.P. y Collins, W.J. (2012). Sensitivity of biogenic isoprene emissions to past, present, and future environmental conditions and implications for atmospheric chemistry. *Journal of Geophysical Research* 117(D22302). https://doi.org/10.1029/2012jd018276.

Pagano, M.C., Correa, E.J.A., Duarte, N.F., Yelikbayev, B., O'Donovan, A. y Gupta, V.K. (2017). Advances in eco-efficient agriculture: The plant-soil mycobiome. *Agriculture* 7(2). https://doi. org/10.3390/agriculture7020014.

Page, S.E. y Hooijer, A. (2016). In the line of fire: The peatlands of Southeast Asia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371(1696). https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0176.

Parker, R.J., Boesch, H., Wooster, M.J., Moore, D.P., Webb, A.J., Gaveau, D. *et al.* (2016). Atmospheric CH4 and CO2 enhancements and biomass burning emission ratios derived from satellite observations of the 2015 Indonesian fire plumes. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16(15), 10111-10131. https://doi.org/10.5194/acp-16-10111-2016.

Parrish, D.D., Lamarque, J.-F., Naik, V., Horowitz, L., Shindell, D.T., Staehelin, J. *et al.* (2014). Long-term changes in lower tropospheric baseline ozone concentrations: Comparing chemistry-climate models and observations at northern midlatitudes. *Journal of Geophysical Research* 119(9), 5719-5736. https://doi.org/10.1002/2013JD021435.

Piguet, E., Pecoud, A. y de Guchteneire, P. (eds.) (2011). *Gender and Climate Change*. Cambridge, MA: Cambridge University Press. http://www.cambridge.org/gb/academic/subjects/politics- international-relations/international-relations-and-international-organisations/migration-and-climate- change?format=PB&isbn=9781107662254#KhdrPz8VSzmAvqFf.97.

Porter, J.R., L. Xie., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M. *et al.* (2014). Food security and food production systems. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change.* Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E. *et al.* (eds.). Cambridge, MA: Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2014-impacts-adaptation-and-vulnerability- part-a-global-and-sectoral-aspects/1BE4ED76F97CF3A75C64487E6274783A.

Puttman, W. y da Silva, A. (2013). *Simulating the transport of aerosols with GEOS-5.* [National Aeronautics and Space Administration https://gmao.gsfc.nasa.gov/research/aerosol/modeling/nr1_movie/index.php.

Rae, D. y Graham, L. (2004). *Benefits of Reducing Mercury in Saltwater Ecosystems: A Case Study.* Washington, DC: United States Environmental Protection Agency http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=901K0B00.TXT.

Raj, M.L., Ajay, S.N., Lina, L., Sachchida, N.T., Anu, R., Michael, H.B. *et al.* (2016). Municipal solid waste and dung cake burning: Discoloring the Taj Mahal and human health impacts in Agra. *Environmental Research Letters* 11(10), 104009. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/104009.

Rauert, C., Harner, T., Schuster, J.K., Quinto, K., Fillmann, G., Castillo, L.E. *et al.* (2016). Towards a regional passive air sampling network and strategy for new POPs in the GRULAC region: Perspectives from the GAPS Network and first results for organophosphorus flame retardants. *Science of the Total Environment* 573, 1294-1302. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.229.

Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., de Basilio, V., Gourdine, J.L. y Collier, R.J. (2011). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6(5), 707-728. https://doi.org/10.1017/S1751731111002448.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2016). *Renewables 2016 Global Status Report.* Paris: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. http://www.ren21.net/wp-content/ uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf.

Rice, K.M., Walker, E.M., Jr., Wu, M., Gillette, C. y Blough, E.R. (2014). Environmental mercury and its toxic effects. *Journal of Preventive Medicine & Public Health* 47(2), 74-83. https://doi.org/10.3961/jpmph.2014.47.2.74.

Roy, R. (2016). *The Cost of Air Pollution in Africa.* OECD Development Centre Working Papers. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/development/the-cost-of-air-pollution-in-africa_5jlqzq77x6f8-en.

Rucevska, I., Nelleman, C., Isarin, N., Yang, W., Liu, N., Yu, K. *et al.* (2015). *Waste crime - waste risks. Gaps in meeting the global waste challenge.* Nairobi: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. https://europa.eu/capacity4dev/file/25575/download?token=WAWKTk7p.

Sacks, J.D., Stanek, L.W., Luben, T.J., Johns, D.O., Buckley, B.J., Brown, J.S. *et al.* (2011). Particulate matter-induced health effects: who is susceptible? *Environmental Health Perspectives* 119(4), 446-454. https://doi.org/10.1289/ehp.1002255.

Safi, M. (2017). 'Delhi doctors declare pollution emergency as smog chokes city'. *The Guardian* 7 November 2017 https://www.theguardian.com/world/2017/nov/07/delhi-india-declares-pollution-emergency-as-smog-chokes-city.

Schlenker, W. y Roberts, M.J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(37), 15594-15598. https://doi.org/10.1073/pnas.0906865106.

Schmidhuber, J. y Tubiello, F.N. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Acacemy of Sciences* 104(50), 19703-19708. https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104.

Schneider, P., Lahoz, W.A. y van der, A., R., (2015). Recent satellite-based trends of tropospheric nitrogen dioxide over large urban agglomerations worldwide. *Atmospheric Chemistry and Physics* 15(3), 1205-1220. https://doi.org/10.5194/acp-15-1205-2015.

Schultz, M.G., Schröder, S., Lyapina, O., Cooper, O., Galbally, I., Petropavlovskikh, I. *et al.* (2017). Tropospheric ozone assessment report: Database and metrics data of global surface ozone observations. *Elementa: Science of the Anthropocene* 5(58). https://doi.org/10.1525/elementa.244.

Seinfeld, J.H. y Pandis, S.N. (2016). *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 3rd* edn. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. https://www.wiley.com/en-us/Atmospheric+Chemistry+and+Physics%3A+From+Air+Pollution+to+Climate+Change%2C+3rd+Edition-p-9781118947401.

Seto, K.C.-Y., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G.C., Dewar, D. *et al.* (2014). Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 11. 811-922. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf

Shaddick, G., Thomas, M.L., Amini, H., Broday, D., Cohen, A., Frostad, J. *et al.* (2018). Data integration for the assessment of population exposure to ambient air pollution for global burden of disease assessment. *Environmental Science & Technology* 52(16), 9069-9078. https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02864.

Shindell, D., Borgford-Parnell, N., Brauer, M., Haines, A., Kuylenstierna, J.C.I., Leonard, S.A. *et al.* (2017). A climate policy pathway for near- and long-term benefits. *Science* 356(6337), 493. https://doi.org/10.1126/science.aak9521.

Sindelarova, K., Granier, C., Bouarar, I., Guenther, A., Tilmes, S., Stavrakou, T. *et al.* (2014). Global data set of biogenic VOC emissions calculated by the MEGAN model over the last 30 years. *Atmospheric Chemistry and Physics* 14(17), 9317-9341. https://doi.org/10.5194/acp-14-9317-2014.

Sliggers, J. y Kakebeeke, W. (eds.) (2004). *Clearing the Air: 25 years of the Convention on Long- range Transboundary Air Pollution*. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe. http://www.unece.org/index.php?id=10091.

Smith, K.R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D.D., Honda, Y., Liu, Q. *et al.* (2014). Human health: Impacts, adaptation, and co-benefits. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Parte A: Aspectos mundiales y sectoriales. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change.* Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 11. 709-754. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap11_FINAL.pdf

Snider, G., Weagle, C.L., Martin, R.V., van Donkelaar, A., Conrad, K., Cunningham, D. *et al.* (2015). SPARTAN: A global network to evaluate and enhance satellite-based estimates of ground-level particulate matter for global health applications. *Atmospheric Measurement Techniques* 8(1), 505-521. https://doi.org/10.5194/amt-8-505-2015.

Solberg, S., Hov, Ø., Søvde, A., Isaksen, I.S.A., Coddeville, P., De Backer, H. *et al.* (2008). European surface ozone in the extreme summer 2003. *Journal of Geophysical Research* 113(D7). https://doi.org/10.1029/2007jd009098.

Solomon, S., Ivy, D., Gupta, M., Bandoro, J., Santer, B., Fu, Q. *et al.* (2017). Mirrored changes in Antarctic ozone and stratospheric temperature in the late 20th versus early 21st centuries. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 122(16), 8940-8950. https://doi.org/10.1002/2017jd026719.

Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Garnett, T., Godfray, H.C.J., Gollin, D. *et al.* (2016). Global and regional health effects of future food production under climate change: A modelling study. *The Lancet* 387(10031), 1937-1946. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01156-3.

Stieb, D.M., Chen, L., Eshoul, M. y Judek, S. (2012). Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Research* 117, 100-111. https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.05.007.

Sumpter, C. y Chandramohan, D. (2013). Systematic review and meta-analysis of the associations between indoor air pollution and tuberculosis. *Tropical Medicine & International Health* 18(1), 101-108. https://doi.org/10.1111/tmi.12013.

Sundseth, K., Pacyna, J.M., Pacyna, E.G., Pirrone, N. y Thorne, R.J. (2017). Global sources and pathways of mercury in the context of human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(1). https://doi.org/10.3390/ijerph14010105.

Tabachnick, W.J. (2010). Challenges in predicting climate and environmental effects on vector-borne disease episystems in a changing world. *The Journal of experimental biology* 213(6), 946-954. https://doi.org/10.1242/jeb.037564.

Task Force on Hemispheric Transport of Air Pollution (2013). Answers to policy-relevant science questions. En *Hemispheric Transport of Air Pollution 2010: Part D - Answers to Policy-Relevant Science Questions.* New York: United Nations. 1-42. https://www.un-ilibrary.org/hemispheric-transport-of-air-pollution-2010_2edceeff-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2F2edceeff-en&mimeType=pdf

Trenberth, K.E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research* 47(1), 123-138. https://doi.org/10.3354/cr00953.

Unger, N. (2014). Human land-use-driven reduction of forest volatiles cools global climate. *Nature Climate Change* 4(10), 907-910. https://doi.org/10.1038/nclimate2347.

United Nations (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. New York, NY http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf

United Nations (2016a). Amendment to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Kigali, 15 October 2016. United Nations, New York, NY https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2016/CN.872.2016-Eng.pdf

United Nations (2016b). *The World's Cities in 2016–*. New York, NY. http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf.

United Nations Conference on Trade and Development (1997). *Review of Maritime Transport.* Geneva. http://unctad.org/en/Docs/rmt1997_en.pdf.

United Nations Conference on Trade and Development (2017). *Review of Maritime Transport.* Geneva. http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2017_en.pdf.

United Nations Economic Commission for Europe and United Nations Environment Programme (2017). Used vehicles: A global overview. Background Paper. *Ensuring Better Air Quality and Reduced Climate Emissions Through Cleaner Used Vehicles*. Geneva, 20-24 February 2017. United Nations Economic Commission for Europe https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/itc/UNEP-ITC_Background_Paper-Used_Vehicle_Global_Overview.pdf

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2014). 1/7. Strengthening the Role of the United Nations Environment Programme in Promoting Air Quality. En *Proceedings of the United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme at its First Session. UNEP/EA.1/10.* Nairobi. 38-39. http://undocs.org/UNEP/EA.1/10

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2017). *3/8. Preventing and Reducing Air Pollution to Improve Air Quality Globally. UNEP/EA.3/Res.8.* https:// papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1800222.english.pdf.

United Nations Environment Programme (2013a). *Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7984/-Global%20Mercury%20Assessment-201367.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2013b). *Minamata Convention on Mercury, Text and Annexes.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/Minamata%20Convention%20on%20Mercury_booklet_English.pdf.

United Nations Environment Programme (2014a). *Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants under the Stockholm Convention Article 16 on Effectiveness Evaluation: Second Regional Monitoring Report of the Central, Eastern European and Central Asian Region.* http://chm.pops.int/portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-GMP-RMR-CEE-2015.English.pdf.

United Nations Environment Programme (2014b). *Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://chm.pops.int/portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-GMP-RMR-GRULAC-2015.English.pdf.

United Nations Environment Programme (2015a). *Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants under the Stockholm Convention Article 16 on Effectiveness Evaluation - 2nd Regional Monitoring Report Western Europe and Others Group (WEOG) Region.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/19330/WEOG_Report_FINAL_2015_03_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2015b). *Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants. Under the Stockholm Convention Article 16 on Effectiveness Evaluation. Second Regional Monitoring Report Asia-Pacific Region.* Nairobi: United Nations Environment Programme. https://www.informea.org/sites/default/files/imported-documents/UNEP-POPS-GMP-RMR- ASIAPACIFIC-ANNEX-2015.English.pdf.

United Nations Environment Programme (2016). UNEP Air Quality Monitoring System. Nairobi http://pre-uneplive.unep.org/media/docs/news_ticker/Air_Quality_Leaflet_Letter_size.pdf

United Nations Environment Programme (2017a). *The new POPs under the Stockholm Convention.* [http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx (Consultado: 30 de junio de 2017.

United Nations Environment Programme (2017b). *Ozone secretariat data access centre.* [http://ozone.unep.org/en/data-reporting/data-centre.

United Nations Environment Programme (2017c). *The Emissions Gap Report 2017.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report.

United Nations Environment Programme and Arctic Monitoring and Assessment Programme (2011). *Climate Change and POPs: Predicting the Impacts. Report of the UNEP/AMAP Expert Group.* http://www.amap.no/documents/doc/climate-change-and-pops-predicting-the-impacts/753.

United Nations Environment Programme and Arctic Monitoring and Assessment Programme (2018). *Global Mercury Assessment 2018 - Draft Technical Background Document.* https://www.unenvironment.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/mercury/global-mercury-assessment.

United Nations Environment Programme and International Solid Waste Association (2015). *Global Waste Management Outlook.* Nairobi. http://web.unep.org/ietc/what-we-do/global-waste-management-outlook-gwmo.

United Nations Environment Programme and United Nations Economic Commission for Europe (2016). *GEO-6 Assessment for the Pan-European Region.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7735/unep_geo_regional_assessments_europe_16-07513_hires.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization and United Nations Convention to Combat Desertification (2016). *Global Assessment of Sand and Dust Storms.* Nairobi: United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7681/Global_Assessment_of_sand_and_dust_storms_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2016). *Decision 1/CP.21 Adoption of the Paris Agreement* Bonn: United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf.

United States Environmental Protection Agency (2011). *The Benefits and Costs of the Clean Air Act from 1990 to 2020: Final Report, Rev. A.* US Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation. https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/fullreport_rev_a.pdf.

United States Environmental Protection Agency (2017). *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2015.* Washington, D.C: United States Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-02/documents/2017_complete_report.pdf.

United States Environmental Protection Agency (2018a). *Artisanal and small-scale gold mining without mercury.* [United States Environmental Protection Agency https://www.epa.gov/air-sensor-toolbox (Consultado: 8 de octubre de 2018).

United States Environmental Protection Agency (2018b). *Air sensor toolbox for citizen scientists, researchers and developers*. [United States Environmental Protection Agency https://www.epa.gov/air-sensor-toolbox.

van Dijk, A., Slaper, H., den Outer, P.N., Morgenstern, O., Braesicke, P., Pyle, J.A. *et al.* (2013). Skin cancer risks avoided by the Montreal Protocol—worldwide modeling integrating coupled climate-chemistry models with a risk model for UV. *Photochemistry and Photobiology* 89(1), 234-246. https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2012.01223.x.

Van Dingenen, R., Dentener, F.J., Raes, F., Krol, M.C., Emberson, L. y Cofala, J. (2009). The global impact of ozone on agricultural crop yields under current and future air quality legislation. *Atmospheric Environment* 43(3), 604-618. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.10.033.

van Marle, M.J.E., Kloster, S., Magi, B.I., Marlon, J.R., Daniau, A.L., Field, R.D. *et al.* (2017). Historic global biomass burning emissions based on merging satellite observations with proxies and fire models (1750-2015). *Geoscientific Model Development* 2017, 1-56. https://doi.org/10.5194/gmd-2017-32.

Vecchiato, M., Argiriadis, E., Zambon, S., Barbante, C., Toscano, G., Gambaro, A. *et al.* (2015). Persistent Organic Pollutants (POPs) in Antarctica: Occurrence in continental and coastal surface snow. *Microchemical Journal* 119, 75-82. https://doi.org/10.1016/j.microc.2014.10.010.

Vet, R., Artz, R.S., Carou, S., Shaw, M., Ro, C.-U., Aas, W. *et al.* (2014). A global assessment of precipitation chemistry and deposition of sulfur, nitrogen, sea salt, base cations, organic acids, acidity and pH, and phosphorus. *Atmospheric Environment* 93, 3-100. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.10.060.

Vidal, J. (2016). 'Clouds of filth envelop Asian cities: 'you can't escape". *The Guardian* 22 November 2017 https://www.theguardian.com/global-development/2016/nov/22/cloud-filth-envelope-asian-cities-urban-smog-air-pollution-india-china.

Villeneuve, P.J., Weichenthal, S.A., Crouse, D., Miller, A.B., To, T., Martin, R.V. *et al.* (2015). Long-term exposure to fine particulate matter air pollution and mortality among Canadian women. *Epidemiology* 26(4), 536-545. https://doi.org/10.1097/ede.0000000000000294.

Vinken, G.C.M., Boersma, K.F., Maasakkers, J.D., Adon, M. y Martin, R.V. (2014). Worldwide biogenic soil NOx emissions inferred from OMI NO2 observations. *Atmospheric Chemistry and Physics* 14(18), 10363-10381. https://doi.org/10.5194/acp-14-10363-2014.

Vizcaino, E., Grimalt, J.O., Fernandez-Somoano, A. y Tardon, A. (2014). Transport of persistent organic pollutants across the human placenta. *Environment International* 65, 107-115. https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.01.004.

Waste Atlas Partnership (2014). *Waste Atlas: The World's 50 Biggest Dumpsites: 2014 Report.* http://www.atlas.d-waste.com/Documents/Waste-Atlas-report-2014-webEdition.pdf.

Watt, J., Tidblad, J., Kucera, V. y Hamilton, R. (eds.) (2009). *The Effects of Air Pollution on Cultural Heritage*. New York, NY: Springer. http://www.springer.com/gp/book/9780387848921.

Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M. *et al.* (2017). The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *The Lancet*. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9.

Wijedasa, L.S., Jauhiainen, J., Kononen, M., Lampela, M., Vasander, H., Leblanc, M.C. *et al.* (2017). Denial of long-term issues with agriculture on tropical peatlands will have devastating consequences. *Global Change Biology* 23(3), 977-982. https://doi.org/10.1111/gcb.13516.

Women in Europe for a Common Future and Women International for a Common Future (2016). *Women And Chemicals - The Impact Of Hazardous Chemicals On Women.* Women in Europe for a Common Future (WECF) and Women International for a Common Future (WICF). http://www.wecf.eu/download/2016/March/WomenAndChemicals_PublicationIWD2016.pdf.

Wooster, M.J., Perry, G.L.W. y Zoumas, A. (2012). Fire, drought and El Niño relationships on Borneo (Southeast Asia) in the pre-MODIS era (1980–2000). *Biogeosciences* 9, 317-340. https://doi.org/10.5194/bg-9-317-2012.

World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation (2016). *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action.* Washington, DC.: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/781521473177013155/pdf/108141-REVISED-Cost-of-PollutionWebCORRECTEDfile.pdf.

World Health Assembly of the World Health Organization (2015). *Health and the Environment: Addressing the Health Impact of Air Pollution. WHA68.8.* http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/253237/A68_R8-en.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

World Health Organization (2004). *Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable To Selected Major Risks.* Geneva: World Health Organization. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44203/9789241563871_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

World Health Organization (2006). *Air Quality Guidelines: Global Update 2005.* Copenhagen: World Health Organization. http://www.euro.who.int/ data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1.

World Health Organization (2007). *Indoor Air Pollution: National Burden of Disease Estimates.* Geneva: World Health Organization. http://www.who.int/airpollution/publications/nationalburden/en/.

World Health Organization (2013). *Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution – REVIHAAP Project: Technical Report.* Copenhagen: World Health Organization http://www.euro.who.int/ data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1.

World Health Organization (2014). *Gender, Climate Change and Health.* Geneva: World Health Organization. http://www.who.int/globalchange/publications/reports/gender_climate_change/en/.

World Health Organization (2015). *Economic Cost Of The Health Impact Of Air Pollution In Europe: Clean Air, Health And Wealth.* Copenhagen: World Health Organization. http://www.euro.who.int/ data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf.

World Health Organization (2016a). *Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease.* Geneva. http://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/.

World Health Organization (2016b). *Burning Opportunity: Clean Household Energy for Health, Sustainable Development and Well-Being of Women and Children.* Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204717/9789241565233_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

World Health Organization (2018). *Health Topics: Air Pollution*. [http://www.who.int/airpollution/en/ (Consultado: 4 de octubre de 2018).

World Meteorological Organization (2014). *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014.* Geneva. http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone_2014/documents/Full_report_2014_Ozone_Assessment.pdf.

World Meteorological Organization (2017a). *WMO Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2016.* Geneva: World Meteorological Organization. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/GHG_Bulletin_12_EN_web_JN161640.pdf.

World Meteorological Organization (2017b). *Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System.* WMO Airborne Dust BulletinWorld Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3416.

World Meteorological Organization (2017c). *WMO Statement on the State of the Global Climate.* Geneva: World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4453.

Xia, Y., Guan, D., Jiang, X., Peng, L., Schroeder, H. y Zhang, Q. (2016). Assessment of socioeconomic costs to China's air pollution. *Atmospheric Environment* 139, 147-156. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.05.036.

Xu, Y. y Ramanathan, V. (2017). Well below 2 °C: Mitigation strategies for avoiding dangerous to catastrophic climate changes. *Proceedings of the National Acacemy of Sciences* 114(39), 10315-10323. https://doi.org/10.1073/pnas.1618481114.

York, A. (2018). Marine biogeochemical cycles in a changing world. *Nature Reviews Microbiology* 16, 259. https://doi.org/10.1038/nrmicro.2018.40.

Zhang, Q., Jiang, X., Tong, D., Davis, S.J., Zhao, H., Geng, G. *et al.* (2017). Transboundary health impacts of transported global air pollution and international trade. *Nature* 543(7647), 705-709. https://doi.org/10.1038/nature21712.

Zhang, Y., Cooper, O.R., Gaudel, A., Thompson, A.M., Nedelec, P., Ogino, S.-Y. *et al.* (2016). Tropospheric ozone change from 1980 to 2010 dominated by equatorward redistribution of emissions. *Nature Geoscience* 9(12), 875-879. https://doi.org/10.1038/ngeo2827.

Zhao, Y., Zhang, L., Chen, Y., Liu, X., Xu, W., Pan, Y. *et al.* (2017). Atmospheric nitrogen deposition to China: A model analysis on nitrogen budget and critical load exceedance. *Atmospheric Environment* 153, 32-40. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.01.018.

Zheng, B., Tong, D., Li, M., Liu, F., Hong, C., Geng, G. *et al.* (2018). Trends in China's anthropogenic emissions since 2010 as the consequence of clean air actions. *Atmospheric Chemistry and Physics* 18(19), 14095-14111. https://doi.org/10.5194/acp-18-14095-2018.

Zivin, J.G. y Neidell, M. (2018). Air pollution's hidden impacts. *Science* 359(6371), 39-40. https://doi.org/10.1126/science.aap7711.

Zou, Y., Wang, Y., Zhang, Y. y Koo, J.H. (2017). Arctic sea ice, Eurasia snow, and extreme winter haze in China. *Science Advances* 3(3), e1602751. https://doi.org/10.1126/sciadv.1602751.



Capítulo 6

Biodiversidad



© Shutterstock/ConstantinosZ

Autores coordinadores principales: Peter Stoett (University of Ontario Institute of Technology), Jonathan Davies (University of British Columbia)

Autores principales: Dolors Armenteras (Universidad Nacional de Colombia), Jeremy Hills (University of the South Pacific), Louise McRae (Zoological Society of London), Carol Zastavniouk (Golder Associates)

Autores colaboradores: Rob Bailey (Chatham House – The Royal Institute of International Affairs), Colin Butler (University of Canberra), Irene Dankelman (Radboud University), Keisha Garcia (University of the West Indies), Linda Godfrey (Council for Scientific and Industrial Research, South Africa), Andrei Kirilenko (University of Florida), Peter Lemke (Alfred Wegener Institute), Daniela Liggett (University of Canterbury), Gavin Mudd (RMIT University), Joni Seager (Bentley University), Caradee Y. Wright (Medical Research Council of South Africa), Caroline Zickgraf (Université de Liège)

Resumen ejecutivo

La biodiversidad está en peligro. Existe evidencia *bien establecida* que apunta a un declive irrevocable y continuo de la diversidad genética y de las especies y de la degradación de los ecosistemas a escala local y global. Los científicos están cada vez más preocupados por el hecho de que, si las presiones antropogénicas sobre la biodiversidad continúan sin disminuir, corremos el riesgo de precipitar un sexto evento de extinción masiva en la historia de la Tierra, con profundas repercusiones para la salud humana y la equidad. {6.1}

La biodiversidad proporciona muchos bienes y servicios valiosos, contribuciones de la naturaleza a las personas *(bien establecido).* La biodiversidad ayuda a regular el clima mediante el almacenamiento de carbono y el control de las precipitaciones locales, filtra el aire y el agua y mitiga el impacto de las catástrofes naturales, como los deslizamientos de tierra y las tormentas costeras. Entre los beneficios directos se encuentran la madera de los bosques, los peces de los océanos y de los sistemas de agua dulce, los cultivos y las plantas medicinales, la identidad cultural y los beneficios para la salud que se obtienen del acceso a la naturaleza. {6.1}

La pérdida de biodiversidad tiene consecuencias para la salud humana y la equidad *(bien establecido).* La biodiversidad contribuye, positivamente, en la salud y el bienestar humano. Los medios de subsistencia de más del 70% de la población mundial que vive en la pobreza dependen, en cierta medida, de los recursos naturales y más del 80% de la biodiversidad mundial se encuentra en los territorios tradicionales de los pueblos indígenas. Por tanto, el agotamiento de este capital natural afectará de forma desproporcionada a las personas con menos capacidad de compensación de pérdidas y reducirá las opciones para las generaciones futuras. {6.1}

La pérdida de biodiversidad reduce la capacidad de recuperación de los ecosistemas y aumenta la vulnerabilidad a las amenazas, incluyendo los impactos negativos del cambio climático *(bien establecido).* A escala local, es probable que los ecosistemas con mayor biodiversidad sean más productivos y más estables a largo plazo. {6.5.4, 6.5.6}

Las presiones más decisivas sobre la biodiversidad son bien reconocidas *(bien establecido)*; entre estas se encuentran el cambio en el uso de la tierra, la explotación directa, el cambio climático, la contaminación y las especies exóticas invasoras. Mientras que la pérdida y transformación del hábitat es probablemente la presión actual más importante, el cambio climático puede ser la presión futura más significativa. {6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 6.3.4, 6.3.5}

Las presiones a menudo se superponen y existen flujos de retroalimentación positiva entre muchas de ellas (*bien establecido*). Los cambios en el hábitat pueden aumentar la exposición a contaminantes, plagas, patógenos exóticos y enfermedades infecciosas emergentes perjudiciales para los seres humanos, el ganado y la fauna silvestre, agravando los conflictos entre estos. Los bosques están sufriendo alteraciones debido a múltiples cambios en el uso de la tierra, como la tala, la minería, la construcción de carreteras y la expansión agrícola; la fragmentación del hábitat y la pérdida de biodiversidad resultantes pueden reducir la resistencia de los bosques a los impactos del cambio climático y a la introducción de especies invasoras. {6.3.1}

Nuevos factores ya identificados y exacerbados suman presiones sobre la biodiversidad *(bien establecido)* como, por ejemplo, la producción energética, la extracción de recursos, el comercio de especies silvestres y la caza furtiva, los residuos químicos y los plásticos en el medio marino. Todos estos son factores agravantes contribuyen al declive de la biodiversidad. {6.3.1, 6.3.3, 6.3.4}

La diversidad genética es la materia prima vital que permite la adaptación *(bien establecido*), con lo cual la disminución del tamaño de la población de muchas especies representa una pérdida de esta. La diversidad genética de los cultivos de sus parientes silvestres y el ganado proporciona resistencia a los sistemas agrícolas en entornos cambiantes. Así, la actual pérdida a largo plazo de la diversidad genética de los cultivos y el ganado es una amenaza para la seguridad alimentaria. {6.4.1}

El ritmo de decrecimiento de las poblaciones de especies a nivel mundial aún no se ha ralentizado (*bien establecido*). El aumento de los riesgos de extinción de las especies a lo largo del tiempo está bien establecido y no se observa una desaceleración del ritmo de pérdida de las poblaciones a nivel mundial. Las especies de agua dulce son las que presentan los índices más altos de disminución de la población, mientras que los anfibios, los corales formadores de arrecifes y las cícadas son los taxones con la mayor proporción de especies consideradas actualmente en peligro de extinción. Los datos sobre los grupos de invertebrados son menores, sin embargo, la evidencia reciente revela pérdidas representativas de abundancia local, especialmente, la pérdida de polinizadores invertebrados ha sido señalada como un problema creciente, con importantes consecuencias para la producción agrícola, el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. {6.4.2}

Aunque no existe una visión global de la salud de los ecosistemas (*bien establecido*), es probable que el estado de muchos tipos de hábitats esté en declive. Aunque el seguimiento global es un reto, en 10 de los 14 hábitats terrestres se ha producido una disminución de la productividad de la vegetación y un poco menos de la mitad de las ecorregiones terrestres se encuentran en un estado de clasificación desfavorable. Las zonas de humedales naturales y los hábitats marinos, tales como los ecosistemas de aguas profundas y los arrecifes de coral, destacan por la especial preocupación que suscitan a nivel mundial. {6.4.3}

La pérdida de biodiversidad se está produciendo en todos los principales biomas de la Tierra (*bien establecido*). En los océanos, la sobreexplotación de las poblaciones de peces está provocando el colapso de las pesquerías; el calentamiento está destruyendo los arrecifes de coral y la destrucción del hábitat de los sistemas costeros, como los manglares, expone a las comunidades a mayores riesgos de erosión y fenómenos meteorológicos extremos; la contaminación marina por plásticos es una amenaza importante y creciente para la biodiversidad. En los sistemas de agua dulce, la contaminación agrícola y química, incluido el aumento en los aportes de nitrógeno, da lugar a la proliferación de algas tóxicas y al deterioro de la calidad del agua potable; las especies invasoras se están extendiendo por los cursos de agua y las especies de agua dulce están disminuyendo a un ritmo más rápido que las de cualquier otro bioma. En el medio ambiente terrestre, el aumento de las temperaturas está convirtiendo las praderas en desiertos y las prácticas de riego insostenible han convertido las tierras secas en paisajes inhóspitos y tóxicos, inadecuados para la vida silvestre o la agricultura. Los

ecosistemas de montaña y las regiones polares son especialmente vulnerables al cambio climático y es probable que se produzcan extinciones de especies en los límites superiores de sus áreas de distribución térmica y de aquellas que dependen del hielo marino. Los bosques tropicales representan algunos de los ecosistemas terrestres más biodiversos y, sin embargo, la deforestación y la degradación de los bosques continúan en muchas regiones, a menudo en respuesta a la demanda de madera, fibra, alimentos y productos de combustible como el aceite de palma, así como a factores externos. {6.5.1, 6.5.2, 6.5.3, 6.5.4, 6.5.5, 6.5.6, 6.5.7, 6.5.8}

Una serie de instrumentos nacionales e internacionales trabajan para conservar la biodiversidad (*bien establecido*), entre los que se incluyen las Estrategias y Planes de Acción Nacionales en materia de Biodiversidad (EPANB) en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 (que incluye las Metas de Aichi), el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, el Protocolo de Nagoya y la Plataforma Intergubernamental para la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés). {6.6.1, 6.6.2}

Las especies y los ecosistemas se salvaguardan más eficazmente mediante la conservación de los hábitats naturales (*bien establecido*). De ahí que se haya avanzado mucho en la ampliación de la red mundial de áreas protegidas, sin embargo, la superficie total protegida sigue siendo insuficiente y los hábitats dentro de dichas áreas suelen estar degradados. {6.6.3}

La conservación *ex-situ* de material biológico puede contribuir a la preservación de la diversidad genética (*bien establecido*). Los bancos de semillas y de genes, ayudados por el uso de estas nuevas herramientas genómicas, han contribuido a la conservación de la diversidad genética de los cultivos y de sus parientes silvestres. Los avances tecnológicos permiten una secuenciación del genoma más económica y rápida, pero aún faltan datos genéticos de la mayoría de las especies silvestres. {6.4.1}

A escala local, los pueblos indígenas y las comunidades locales (IPLC, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel fundamental en la protección de la biodiversidad (*bien establecido*), ya que pueden ofrecer soluciones de abajo hacia arriba o ascendentes, autodirigidas, rentables e innovadoras, y que tienen el potencial para ser ampliadas e influir en la práctica nacional e internacional. Tales soluciones proporcionan un enfoque práctico de gobernanza como alternativa al establecimiento de políticas de arriba hacia abajo o descendentes, siendo esto esencial para alcanzar muchos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. {Recuadro 6.6, 6.6.3}

Las respuestas políticas en materia de biodiversidad son visibles y operan a nivel internacional, nacional y local, pero han sido insuficientes para frenar o revertir el declive de la biodiversidad a nivel mundial (*bien establecido*). Por lo tanto, es urgente reforzar las respuestas políticas actuales y reconocer que existen oportunidades adicionales para mantener la biodiversidad y las contribuciones de la naturaleza abordando la distribución, el acceso y la gobernanza, y reconociendo el papel de los IPLC en la conservación de la biodiversidad. {6.6.3, 6.7}

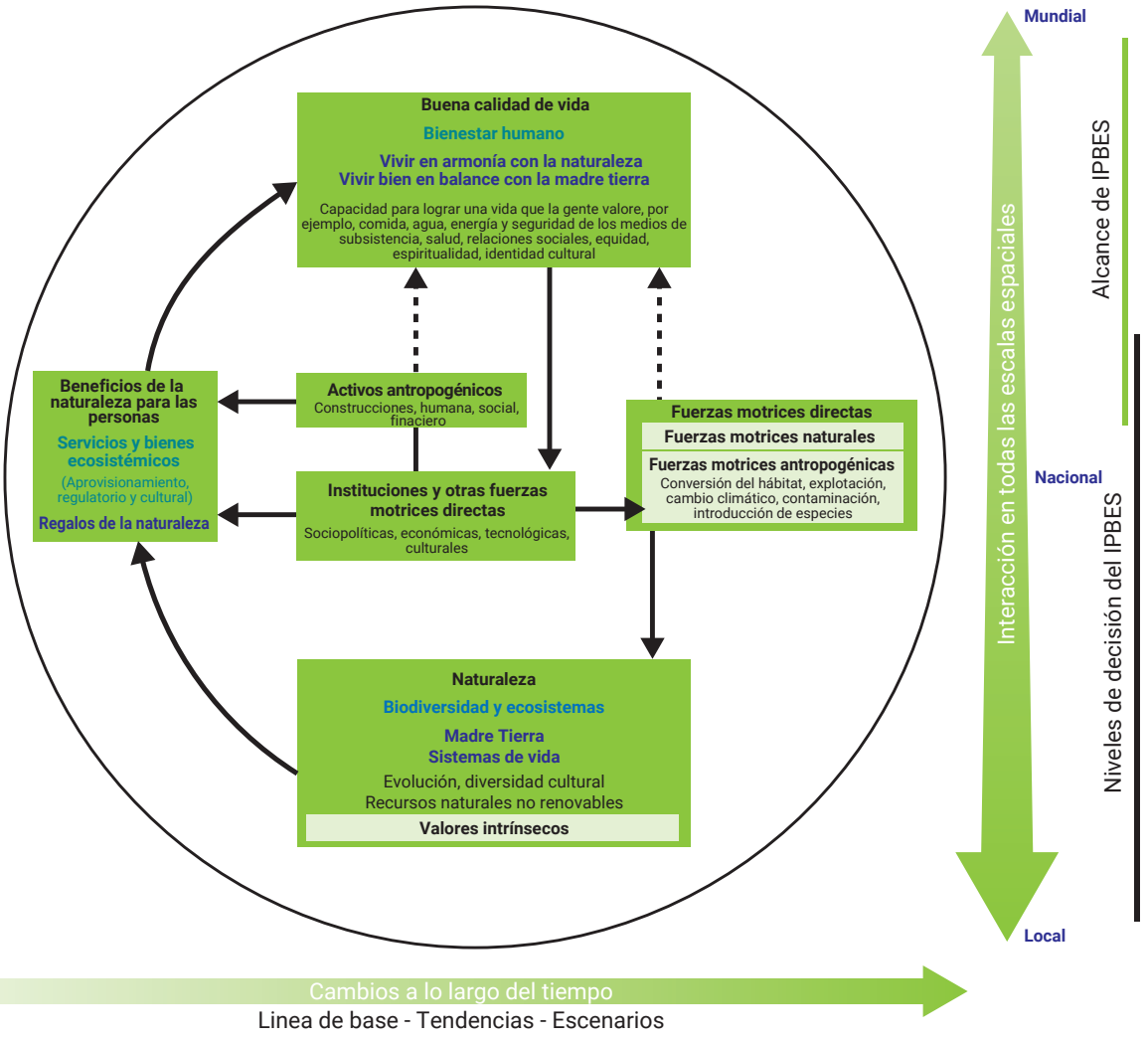
El costo de la inacción es grande y creciente *(bien establecido)* y rara vez se cuantifica; sin embargo, no actuar ahora supondrá un costo mucho mayor en el futuro, tal como lo demuestran muchos ejemplos entre los que deben tenerse en cuenta la propagación de las especies invasoras, o las extinciones de otras, aspecto que representa un costo inconmensurable para las generaciones futuras. {6.3.2}

6.1 Introducción

La biodiversidad, entendida como la "variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos (...) la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (United Nations 1992, Article 2), ayuda a regular el clima mediante la captura de carbono y el control de las precipitaciones locales, la filtración del aire, del agua y la mitigación del impacto de las catástrofes naturales, como los deslizamientos de tierra y las tormentas costeras. Los beneficios directos incluyen los alimentos y las fibras procedentes de la vegetación natural, los productos madereros y no madereros de los bosques, los peces de los océanos y los sistemas de agua dulce, la polinización de los cultivos, las medicinas procedentes de las plantas y la salud psicológica (Clark *et al.* 2014; Harrison *et al.* 2014; World Health Organization [OMS] y Secretariat of the Convention on Biological Diversity [SCBD] 2015, p. 200; Pascual *et al.* 2017). Nunca antes habíamos sabido tanto sobre cómo la biodiversidad permite el funcionamiento de los ecosistemas (Cardinale *et al.* 2012), y sin embargo, su pérdida y el declive de los hábitats continúa acelerándose, potencialmente más allá de los límites planetarios (Tittensor *et al.* 2014; Steffen *et al.* 2015).

Se calcula que las tasas actuales de destrucción de especies son mil veces superiores a las registradas en los índices de referencia (Pimm *et al.* 2014), lo que ha provocado un debate entre los científicos sobre si ya hemos entrado en un sexto evento de extinción masiva (Barnosky *et al.* 2011; Ceballos, Ehrlich y Dirzo 2017). Para muchas especies, las poblaciones están en declive a nivel mundial (Ceballos, Ehrlich y Dirzo 2017; McRae, Deinet y Freeman 2017), y la diversidad genética que resulta vital para la futura adaptación al cambio global se encuentra en erosión (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2015a). Las comunidades naturales de plantas y animales se están reconfigurando debido al cambio climático y al movimiento de especies inducido por el hombre (Pacifici *et al.* 2015); algunas especies desplazadas son invasoras, lo que supone un riesgo para la salud humana, la diversidad genética, la seguridad alimentaria y del agua. Es probable que estos cambios reduzcan la eficiencia con la que los ecosistemas son capaces de captar recursos esenciales, producir biomasa, descomponer y reciclar nutrientes (Cardinale *et al.* 2012), y disminuyan la resiliencia de los ecosistemas (MacDougall *et al.* 2013). La recuperación y el mantenimiento de la biodiversidad mejorará el potencial

Figura 6.1: Esquema descriptivo de la Plataforma Intergubernamental Científico-Político sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos sobre los principales elementos y relaciones que vinculan la naturaleza, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, el bienestar humano y el desarrollo sostenible. (En este diagrama las fuerzas motrices antropogénicas equivalen a las presiones descritas en la Sección 6.3)

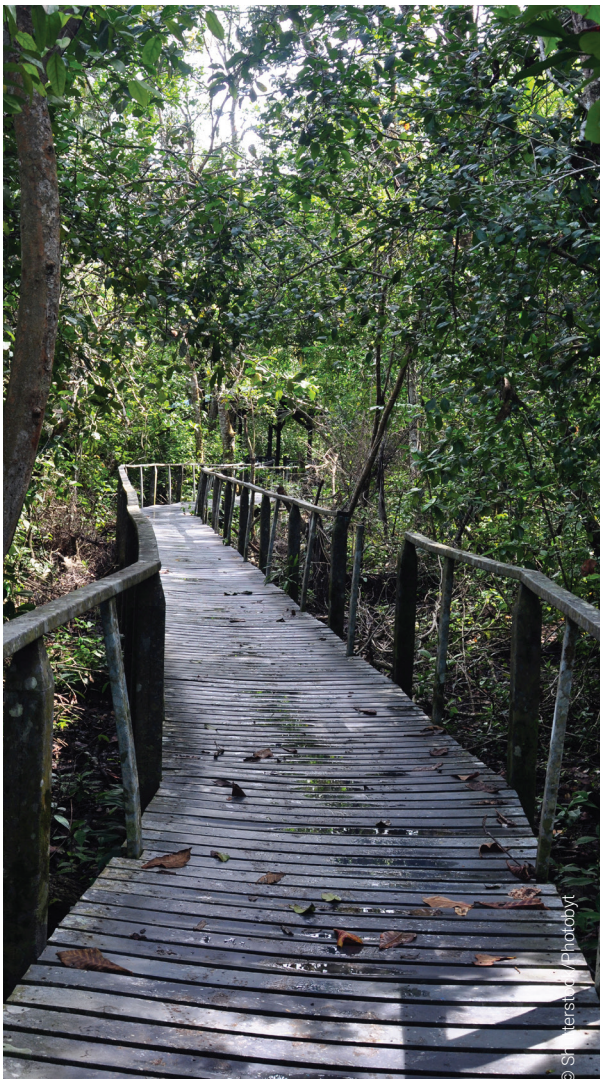


Fuente: IPBES (2013, p. 2).

adaptativo y ayudará a mantener la contribución de la naturaleza a los medios de subsistencia, salud y bienestar de las personas (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES] 2016). Estos servicios críticos son con frecuencia descuidados, al ser obviados en los mercados y, por tanto, no cuentan con señales claras de precios para ellos (por ejemplo, Foale *et al.* 2013; Seddon *et al.* 2016; Costanza *et al.* 2017). La pérdida de biodiversidad es también un importante problema de equidad: los medios de subsistencia del 70% de las personas que viven en la pobreza dependen en cierta medida de los recursos naturales (Green Economy Coalition 2012, p.4); el 80% de la biodiversidad mundial se encuentra en los territorios tradicionales de los pueblos indígenas (Sobrevila 2008, p.xii); y las generaciones futuras experimentarán vidas relativamente empobrecidas en caso de que las pérdidas continúen (Naeem *et al.* 2016).

6.2 Nuevos análisis desde la quinta edición de las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5)

El GEO-5 (United Nations Environment Programme [UNEP] 2012) concluyó que la presión sobre la biodiversidad sigue aumentando debido a la pérdida de hábitats, la degradación por el desarrollo de la agricultura y las infraestructuras, la sobreexplotación, la contaminación, las especies exóticas invasoras y las alteraciones climáticas, así como por las interacciones que se generan entre estas presiones; y que el estado de la biodiversidad mundial sigue disminuyendo con pérdidas sustanciales continuas de poblaciones, especies y hábitats. Desde el GEO-5, una evaluación intermedia de los avances hacia las Metas de Biodiversidad de Aichi concluyó que, si bien se habían realizado progresos, era imposible lograrse para el 2020 (SCBD 2014). Tanto una serie de informes regionales del GEO (UNEP 2016a; UNEP 2016b; UNEP 2016c; UNEP 2016d; UNEP 2016e; UNEP 2016f), así como los informes sobre el Estado de la Biodiversidad, por medio de los cuales se analiza el progreso regional hacia las Metas de Biodiversidad de Aichi (United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre [UNEP-WCMC] 2016a; UNEP- WCMC 2016b; UNEP-WCMC 2016c; UNEP-WCMC 2016d) y las evaluaciones regionales sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por su siglas en inglés) (https:// www.ipbes.net/outcomes), han resumido la evidencia sobre la disminución de la biodiversidad en diferentes partes del mundo, al tiempo que han destacado la variación en las respuestas a las presiones regionales. Entre muchos otros avances fomentados por estas evaluaciones, se ha reconocido la aceptación gradual de los numerosos beneficios de la conservación de la biodiversidad para la salud humana (WHO y SCBD, 2015; véase también el **Recuadro 6.1**).



Recuadro 6.1: Biodiversidad, enfermedad y Una Salud

Varias dimensiones del cambio global, incluidos los cambios en la urbanización, las prácticas agrícolas, el uso de la tierra y la biodiversidad, están alterando la dinámica ecológica y, en algunos casos, facilitando el contacto entre humanos y animales, así como exacerbando el riesgo de aparición y propagación de enfermedades zoonóticas. Estas enfermedades son transmisibles de los animales domésticos o salvajes a los seres humanos por contacto directo o a través del agua, los alimentos y el medio ambiente (WHO y SCBD 2015; Centers for Disease Control and Prevention [CDC] 2017).

El enfoque Una Salud reconoce las oportunidades y los desafíos relacionados con las interconexiones entre el hombre, los animales y el ecosistema y tiene como objetivo conseguir resultados sanitarios óptimos para todos. Este enfoque es especialmente relevante en la prevención y el control de las zoonosis, las cuales representan más del 60% de las enfermedades infecciosas en humanos (Karesh *et al.* 2012; WHO y SCBD 2015; CDC 2017).

El proyecto PREDICT de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) se encuentra ampliando la detección y el descubrimiento de virus zoonóticos con potencial pandémico a través de la vigilancia en "puntos clave" de enfermedades infecciosas emergentes (EID, por su siglas en inglés), como el ébola, con el fin de ayudar a rastrear su difusión y comprender los factores que impulsan su aparición (Kelly *et al.* 2017; Marlow 2017). Mediante el enfoque "Una Salud" se tienen en cuenta los comportamientos, las prácticas y los factores ecológicos y biológicos que impulsan la aparición, la transmisión y la propagación de la enfermedad, pues gracias a una mejor comprensión de los riesgos derivados de las EID, los países pueden estar mejor equipados para prevenir, preparar y responder a la amenaza de un brote, idealmente, mediante la adopción de medidas preventivas previas a la ocurrencia de brotes importantes de la enfermedad. Entre los socios de PREDICT se encuentran el One Health Institute de la Universidad de California Davis, USAID, EcoHealth Alliance, Metabiota, Wildlife Conservation Society y Smithsonian Institution.

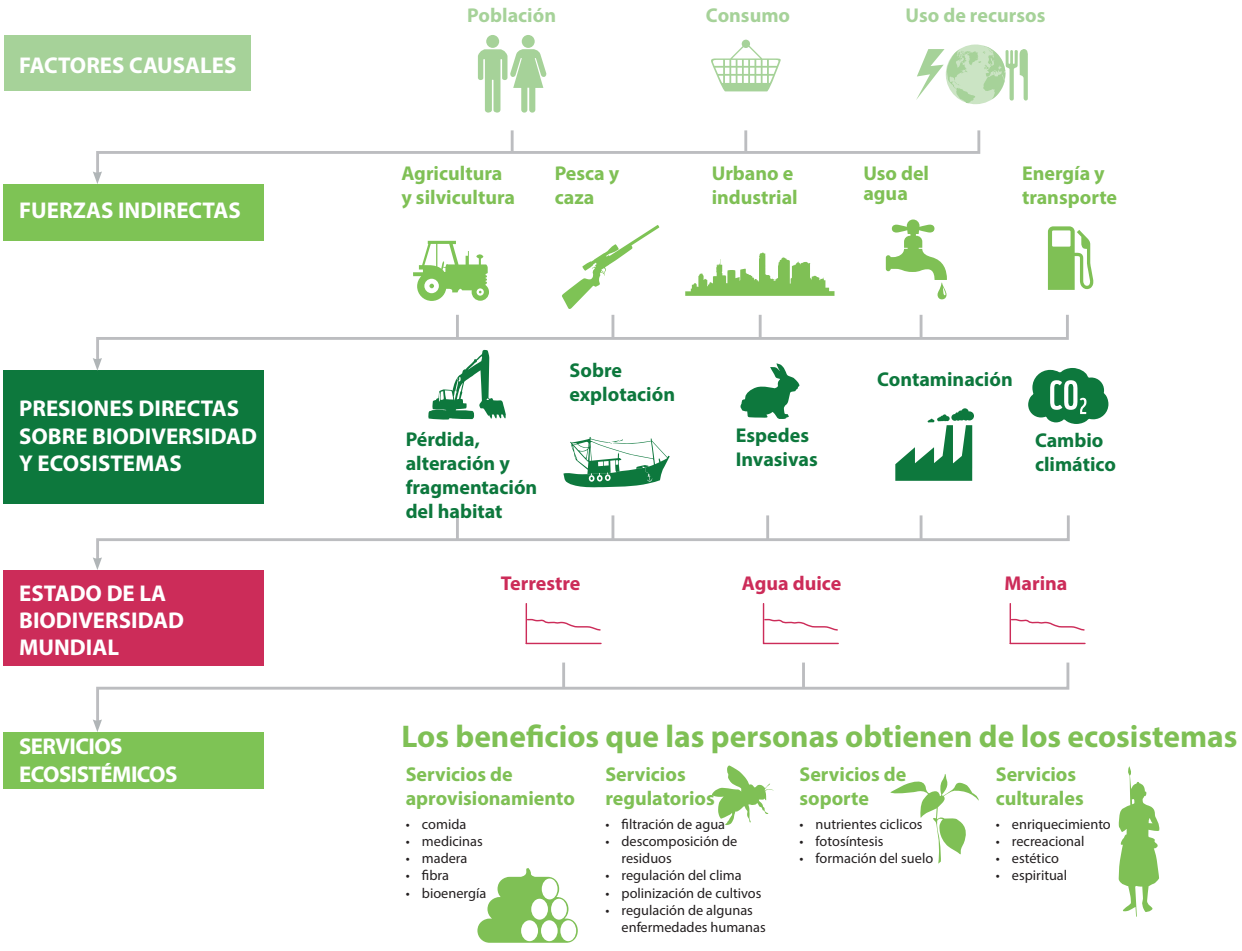
6.3 Fuerzas motrices

Las fuerzas motrices del cambio ambiental, tales como la demografía poblacional, la urbanización, el desarrollo económico, las tecnología y la innovación y el cambio climático (véase el Capítulo 2), ejercen múltiples impactos negativos sobre la biodiversidad, provocando la pérdida de diversidad genética, descensos de población que han llevado a algunas especies a un mayor riesgo de extinción y la recomposición de las comunidades naturales, lo cual tiene repercusiones en la estabilidad y el funcionamiento de los ecosistemas (**Figura 6.2**). Aunque se prevé que la mayoría de las fuerzas motrices aumentarán, es probable que el cambio climático se convierta en la fuerza motriz dominante del cambio de la biodiversidad en las próximas décadas (Leadley *et al.* 2014; Newbold *et al.* 2015). La reducción de las presiones sobre la biodiversidad requerirá, en última instancia, que se aborden estos factores de cambio.

6.4 Presiones

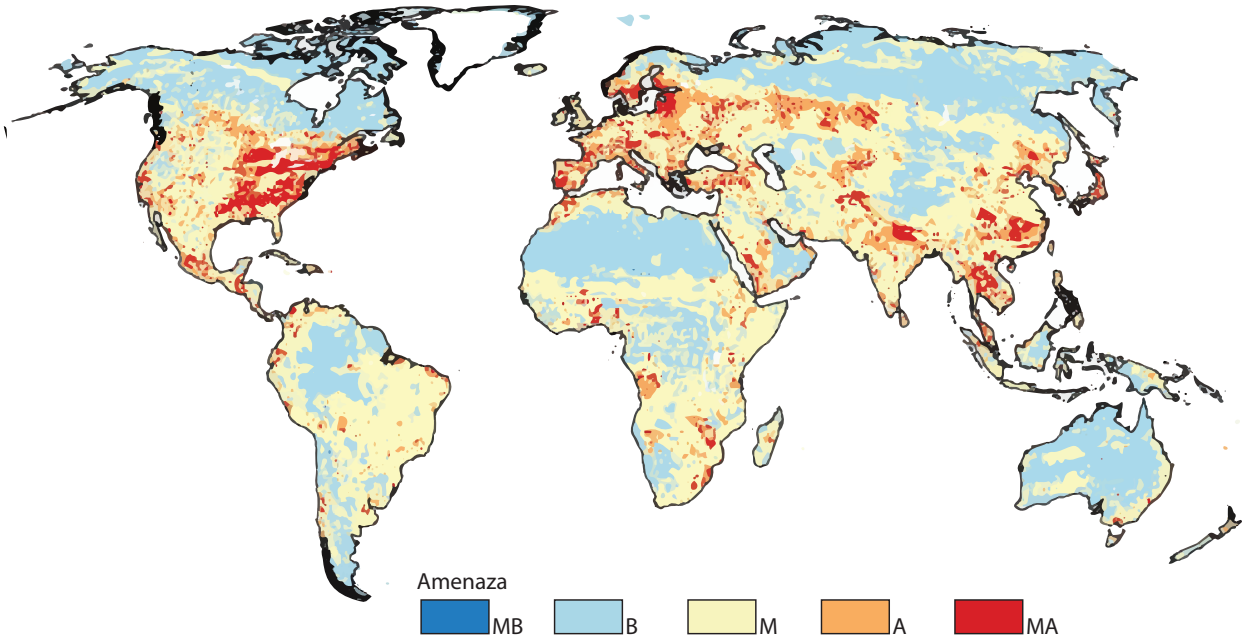
Las principales presiones directas sobre la biodiversidad mundial son el estrés del hábitat y el cambio en el uso de la tierra, la invasión de nuevas especies, la contaminación, el uso insostenible y la sobreexplotación y el cambio climático (principalmente como consecuencia del aumento de las temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y el aumento de la frecuencia y la gravedad de los fenómenos meteorológicos extremos y los incendios forestales) (UNEP 2012). La distribución espacial y la combinación de estas presiones varía en todo el mundo (**Figura 6.3**) y afecta a los grupos de especies de diferentes maneras (**Figura 6.4**). Sin embargo, aún se carece de datos detallados sobre los invertebrados, los cuales comprenden la mayor parte de la diversidad de la vida (Collen *et al.*2012).

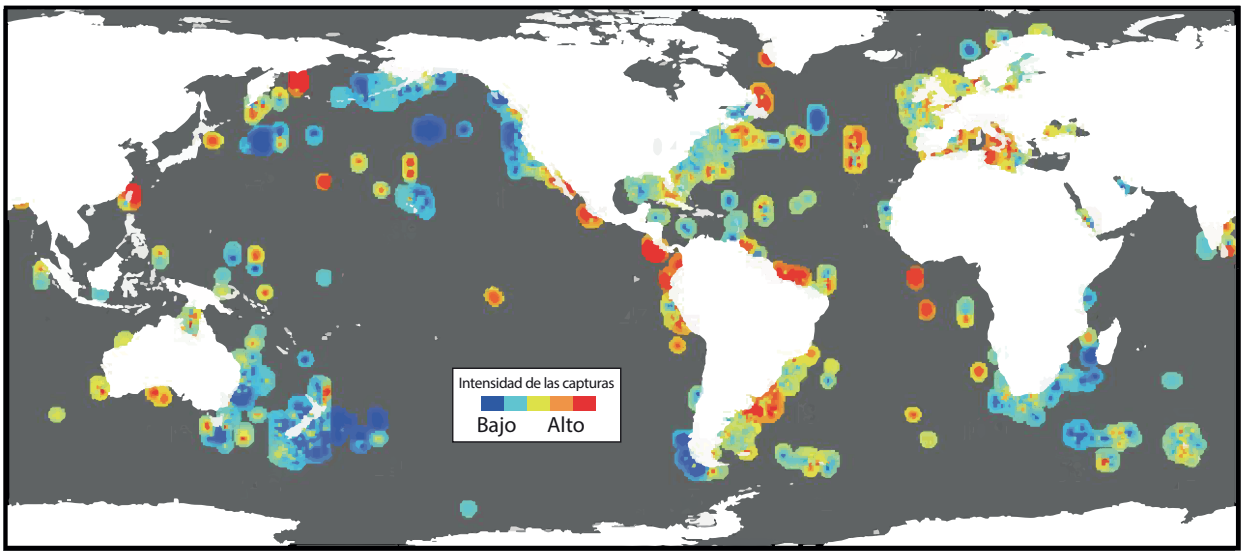
Figura 6.2: Interconexiones entre las personas, la biodiversidad, la salud de los ecosistemas y la presración de servicios ecosistémicos, con indicación de las fuerzas motrices y las presiones



Fuente: World Wide Fund for Nature (WWF) *et al.* (2012).

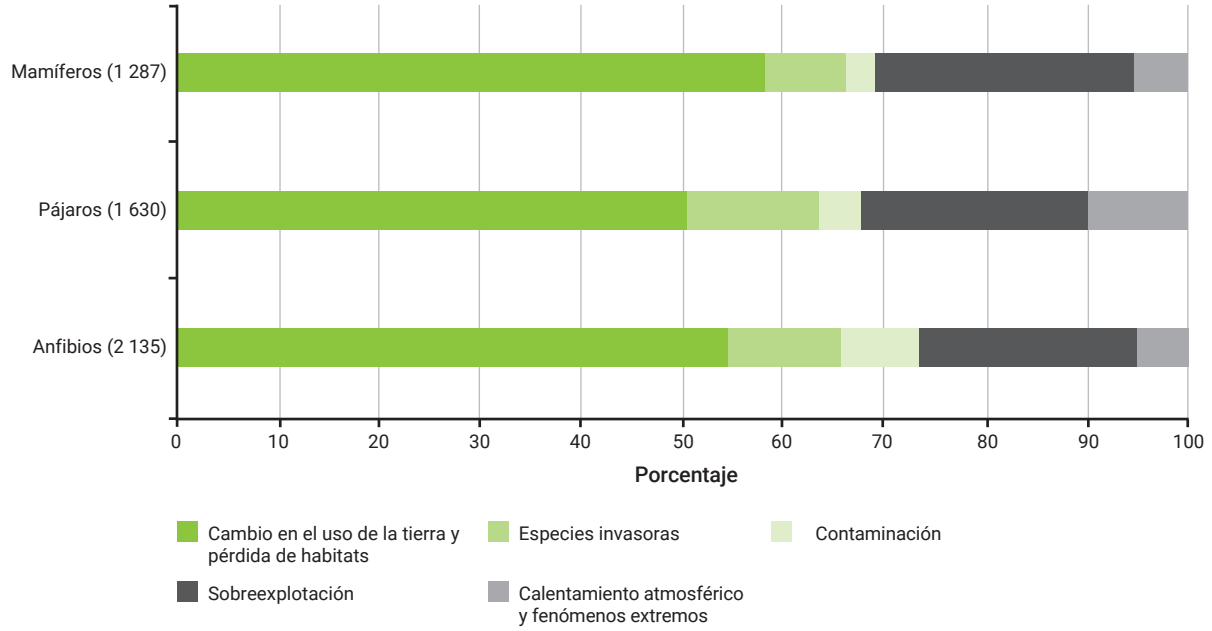
Figura 6.3: Ejemplos de la distribución global de las presiones sobre (a) la intensidad de la amenaza (H: alta; L: baja; M: media; VH: muy alta; VL: muy baja) proveniente de las especies exóticas invasoras terrestres y (b) la intensidad de las capturas accidentales acumuladas en las pesquerías de aves, mamíferos marinos y tortugas marinas, por todos los tipos de artes (red de enmalle, palangre y arrastre)





Fuentes: (a) Early *et al.* 2016 (b) Lewison *et al.* (2014).

Figura 6.4: Porcentaje de especies de anfibios, aves y mamíferos amenazados (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) y casi amenazados según el tipo de amenaza principal



La cantidad de especies amenazadas según su categorización taxonómica se encuentra entre paréntesis. Los tipos de amenazas están agrupadas de la siguiente manera: 1 = Desarrollo residencial y comercial; Agricultura y acuicultura; Producción energética y minera; Corredores de transporte y servicios; Intrusiones y perturbaciones humanas; Modificaciones del sistema natural; 2 = Especies invasoras y otras especies problemáticas, genes y enfermedades; 3 = Contaminación; 4 = Uso de recursos biológicos; 5 = Eventos geológicos; Cambio climático y clima severo.

Fuente: Maxwell *et al.* (2016) actualizado con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN] (2018).

6.4.1 Cambio en el uso de la tierra y pérdida de hábitat

La huella humana global a nivel de infraestructuras, cobertura terrestre y acceso humano a las áreas naturales se está expandiendo (**Figura 6.5**) (Venter *et al.* 2016). Las fuerzas económicas y las presiones demográficas son las principales causas de aceleración del cambio en el uso de la tierra, ya que estos impulsan la expansión agrícola con el propósito de destinarla a la producción de alimentos, productos básicos, forraje y biocombustibles (Alexander *et al.* 2015); una demanda por la extracción de recursos minerales, metálicos y energéticos (Mudd y Jowitt 2017); la urbanización, la construcción de carreteras, la ocupación de tierras y la deforestación; la degradación de la tierra, la desertificación y la fragmentación del hábitat.

El crecimiento urbano en uno de los principales impulsores del cambio en el uso de la tierra y de la pérdida de hábitats producto de la deforestación. En los países en desarrollo, el establecimiento y la expansión de las zonas urbanas (muchas de las cuales carecen de una planificación adecuada) y el crecimiento de las infraestructuras pueden coincidir con hotspots de biodiversidad (UNEP 2016d). La construcción de carreteras facilita la propagación de especies invasoras y permite un acceso más fácil a hábitats anteriormente intactos, exponiéndolos a las amenazas de la caza y la explotación de recursos (Alamgir *et al.* 2017). Otras prácticas de uso de la tierra, como la quema (o la supresión de los incendios naturales) (Smith *et al.* 2016) y el pastoreo de ganado, ejercen más presión sobre los sistemas ya degradados (Royal Botanic Gardens Kew 2010). El medio ambiente marino se ve igualmente afectado y fuertemente impactado por las prácticas de pesca comercial, como la pesca de arrastre de fondo, el desarrollo costero y el dragado (Ocean Health Index 2017) (véase el Capítulo 7). El comercio internacional puede exportar las amenazas a la biodiversidad, resultantes de la demanda en los países desarrollados, a los países en desarrollo (Lenzen *et al.* 2012). Muchas de las causas de destrucción del hábitat también contribuyen a la presión y a los desplazamientos de la población humana, que agravan aún más las amenazas a la biodiversidad (Black *et al.* 2011) (Ver Capítulo 2).

Se prevé que las presiones producto del uso de la tierra agrícola aumenten ampliamente (Kehoe *et al.* 2017); de la misma forma, es de esperase que de aquí a 2050 la producción mundial de alimentos aumente entre un 60% y un 100% como consecuencia del crecimiento demográfico y el desarrollo económico, con un aumento neto de la superficie cultivada de 70 millones de hectáreas (Tilman *et al.* 2011; Alexandratos y Bruinsma 2012) (ver Capítulo 8). La agricultura industrial a gran escala tiene muchos efectos ambientales y sociales desfavorables, como la degradación de la tierra, los cambios en el albedo, el aumento de las emisiones de metano y una pérdida en la capacidad de captura de carbono (Laurance, Sayer y Cassman2014; Dangal *et al.* 2017; Houspanossian *et al.* 2017). La intensificación agrícola puede reducir la presión sobre las tierras no agrícolas (Phalan *et al.* 2016), sin embargo, esto puede tener impactos perjudiciales en las especies de plantas y animales silvestres que cohabitan dentro de los diversos agroecosistemas (Emmerson *et al.* 2016)

Los rápidos impactos causados por el desarrollo son consecuencia de la construcción de presas, minas y otras infraestructuras duras, incluidas las asociadas a la producción de energía (Butt *et al.* 2013)

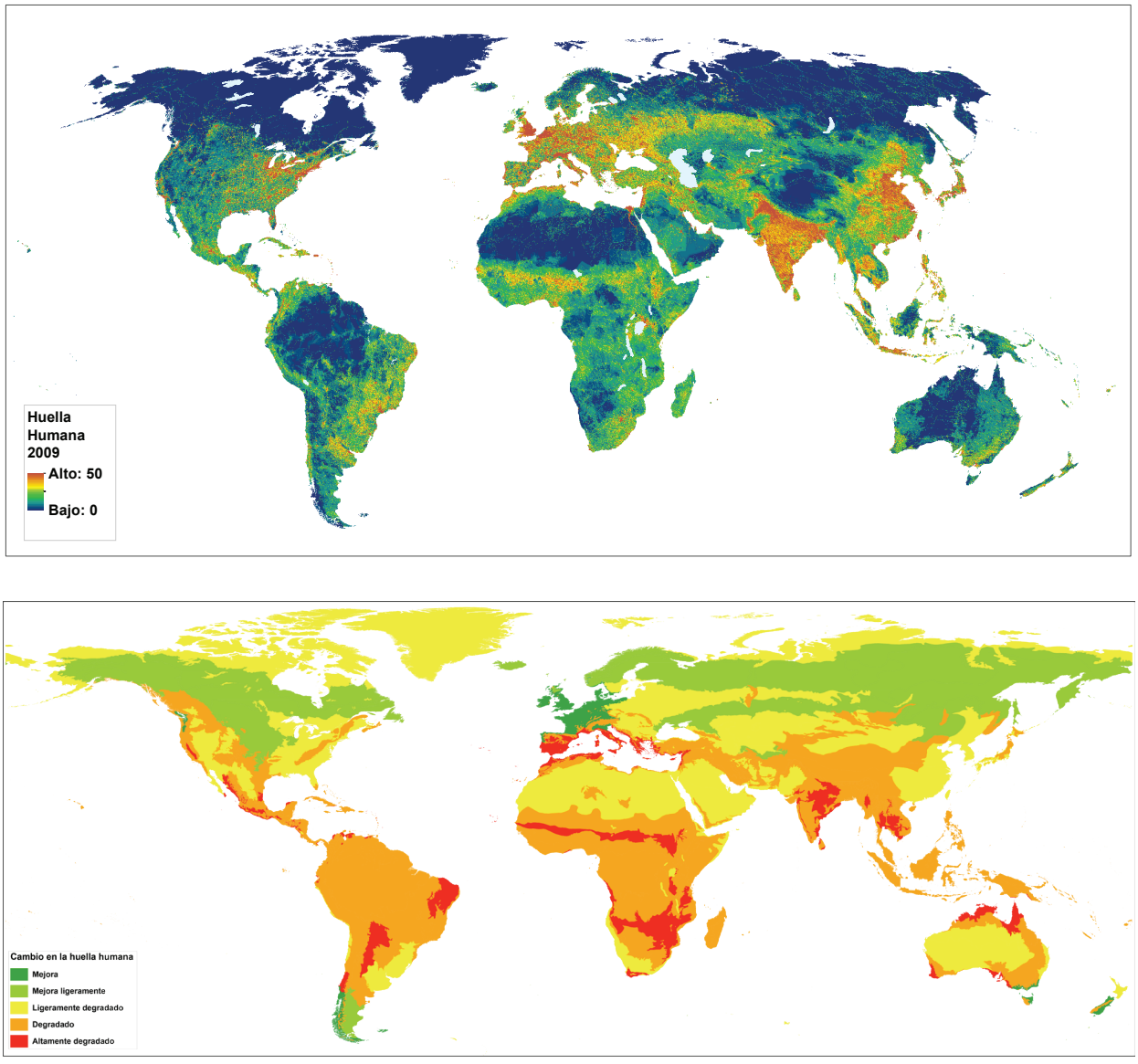
El calentamiento climático y el aumento en la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos contribuyen a la pérdida y degradación del hábitat (véase el Capítulo 2). Por ejemplo, el calentamiento de los océanos está reduciendo la extensión del hielo marino, hábitat de suma importancia para que los osos polares, las focas y las aves pesqueras puedan cazar (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014, p.

80); así como también la elevación del CO_2 atmosférico, está conduciendo a la acidificación de los hábitats oceánicos (Hoegh-Guldberg *et al.* 2017). Los fenómenos meteorológicos extremos, como las inundaciones, la sequía y los incendios, pueden acelerar la degradación de hábitats ya vulnerables (IPCC 2014, p. 294).

El cambio en el uso de la tierra, cuyo impacto puede ser tanto en el medio acuático como en el terrestre, puede dar lugar a:

- exposición a contaminantes, patógenos exóticos y nuevas enfermedades infecciosas perjudiciales para los seres humanos, el ganado y la fauna silvestre (WHO y SCBD 2015, pp.1-19);
- aumento de los conflictos humanos (Ghazi, Muniruzzaman y Singh 2016, p. ii);
- pérdida de hábitats para las especies silvestres y los servicios ecosistémicos que proporcionan, tales como polinizadores y depredadores de plagas agrícolas (Potts *et al.* 2016; Woodcock *et al.* 2016); y
- pérdida de acceso humano a la naturaleza (véase el Capítulo 8), con impactos desproporcionados en comunidades vulnerables e indígenas (Haines-Young y Potschin 2010).

Figura 6.5: Mapa de la huella humana mundial en 2009 (con combinación de presiones de infraestructura, cobertura terrestre y acceso humano a zonas naturales, utilizando una escala colorida de frío a calor de 0 a 50) (a), y cambio absoluto en la huella humana media entre 1993 y 2009 a escala de ecorregión (b)

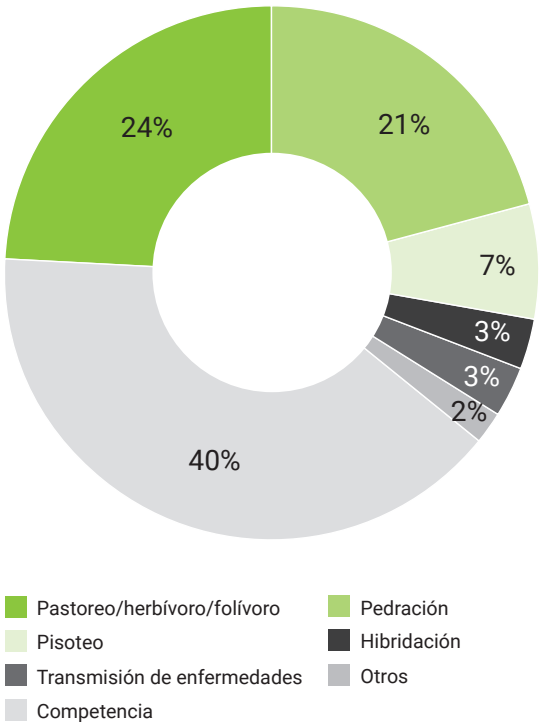


Fuente: Venter *et al.* (2016).

6.4.2 Especies invasoras

Las especies invasoras amenazan los ecosistemas, los hábitats y otras especies (Bellard, Cassey y Blackburn 2016). Generalmente, no son nativas (especies exóticas invasoras), pero pueden incluir también a poblaciones autóctonas en expansión (Nackley *et al.* 2017). La tasa anual de primeros registros de especies no autóctonas ha aumentado durante los últimos 200 años y dicho aumento no muestra ningún signo de saturación, lo que significa que los esfuerzos para mitigar las invasiones han sido ineficaces (Seebens *et al.* 2017). Los impactos ecológicos de las especies invasoras se dejan sentir a través de la competencia directa e indirecta, la depredación, la degradación del hábitat, la hibridación y su papel como agentes y vectores de enfermedades, lo que también supone una amenaza para la salud humana y la seguridad alimentaria (**Figura 6.6**) (Strayer 2010; Paini *et al.* 2016).

Figura 6.6: Mecanismo de impacto de las expecies exóticas invasoras sobre las especies amenzadas en Europa



Fuente: Genovesi, Carnevali y Scalera (2015).

Las plantas invasoras pueden afectar la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales, como el acceso a agua limpia, por la congestión y eutrofización de los caudales de agua, la degradación de las cuencas hidrográficas y la viabilidad de los pastos y las tierras de pastoreo (Packer *et al.* 2017). Las especies de invertebrados que se han convertido en invasoras pueden suponer un riesgo aún mayor, por ejemplo, la expansión del mejillón cebra, población invasora de los Grandes Lagos norteamericanos fue tan grande que impidió el flujo de agua de los suministros municipales y de las empresas hidroeléctricas (Rapai 2016). Las plagas invasoras, como la polilla gitana, el barrenador esmeralda del fresno y el adelgazamiento de la cicuta en Norteamérica, tienen un gran impacto tanto en la biodiversidad como en la economía (Aukema *et al.* 2011). Los vectores de insectos invasores también pueden facilitar la propagación de parásitos y enfermedades infecciosas emergentes (Rabitsch, Essl y Schindler 2017), incluyendo el chikungunya, el dengue y el Zika, que son vectorizados por los mosquitos (Akiner *et al.* 2016). Los vertebrados invasores representan grave peligro en las islas (Spatz *et al.* 2017), donde pueden ser el principal impulsor de la pérdida de biodiversidad (Leadley *et al.* 2014; Doherty *et al.* 2016).

Los costos económicos, tanto directos como indirectos (por ejemplo, los costos de los esfuerzos de control), ascienden a muchos miles de millones de dólares anuales (para las estimaciones regionales véase Kettunen *et al.* 2008; Pejchar y Mooney 2009; van Wilgen *et al.* 2012). El costo de restaurar los servicios ecosistémicos perdidos tras la invasión de la pulga de agua espinosa en los Grandes Lagos Laurentinos se estimó entre 86,5 y 163 millones de dólares (Walsh, Carpenter y Vander Zanden 2016). Estos costos no reflejan los impactos ambientales y sociales/culturales adicionales de las especies invasoras.

Las principales vías de invasión de especies incluyen la liberación deliberada, el escape y las introducciones accidentales a través del comercio, el turismo y el agua de lastre de los barcos (CBD 2014; Early *et al.* 2016). La buena gobernanza puede disminuir el riesgo de invasión por el comercio (Brenton-Rule, Barbieri y Lester 2016), mientras que el cambio climático puede facilitar el aumento de la propagación al abrir nuevos nichos (Wolkovich *et al.* 2013) y reducir las barreras a su asentamiento, especialmente, en entornos más extremos (Duffy *et al.* 2017). Es probable que la pérdida de biodiversidad autóctona aumente el riesgo de invasión, mientras que el aumento de las temperaturas en las regiones frías incrementa la probabilidad de asentamiento (Molina-Montenegro *et al.* 2012; Cuba-Díaz *et al.* 2013; Chown *et al.* 2017). Las amenazas futuras provienen del aumento del transporte en el Ártico como consecuencia de la disminución del hielo marino, del uso comercial de microbios en la producción de cultivos, de la transferencia horizontal de genes de los organismos modificados genéticamente y la aparición de patógenos microbianos invasivos (Ricciardi *et al.* 2017).

6.4.3 Contaminación

La contaminación puede adoptar muchas formas, por ejemplo, la liberación de residuos y productos químicos de forma deliberada o accidental en el medio ambiente, así como también luz, ruido, calor y microbios; entre los principales emisores se encuentran el transporte, la industria, la agricultura (Landrigan *et al.* 2017) y la acuicultura (Klinger y Naylor 2012; Bouwman *et al.* 2013). Entre los contaminantes emergentes se incluye una amplia gama de productos químicos sintéticos, plaguicidas, cosméticos, productos de cuidado personal y doméstico y productos farmacéuticos (Gavrilescu *et al.* 2015; Landrigan *et al.* 2017).

En la tierra, los vertederos abiertos tienen un impacto local sobre las plantas y los animales (véase el Capítulo 8), y la contaminación del suelo puede afectar a la población microbiana y reducir el funcionamiento de importantes ecosistemas (Wall, Nielson y Six 2015). Pesticidas, fertilizantes y otros productos químicos utilizados en los procesos agrícolas pueden perjudicar a los polinizadores y a los depredadores naturales de plagas (Woodcock *et al.* 2016), así como la escorrentía superficial que también afecta a la biodiversidad de agua dulce y costera (véanse los Capítulos 7 y 9). La bioacumulación de toxinas, incluidos los metales pesados (Araújo y Cedeño-Macias 2016), puede tener efectos en cascada en toda la cadena alimentaria, incluido en los seres humanos. En los entornos marinos y de agua dulce, la acumulación de contaminación por microplásticos y nanoplásticos (véase el Capítulo 7 y el **Recuadro 6.2**) se ha identificado como un problema emergente (SCBD 2016).

La acumulación de sustancias químicas que alteran el sistema endocrino (EDC, por sus siglas en inglés) y de contaminantes orgánicos persistentes (COP) en los ecosistemas naturales supone una amenaza adicional para la vida silvestre (Bergman *et al.* eds. 2013), especialmente en los sistemas acuáticos (Wang y Zhou 2013) (véase el Capítulo 9).

Recuadro 6.2: Amenazas para la biodiversidad de los desechos marinos y los microplásticos

Los desechos marinos, incluidos los desechos plásticos marinos y los microplásticos, son considerados una gran amenaza para la biodiversidad, con graves impactos reportados en las últimas cuatro décadas (SCBD 2012). Investigaciones recientes muestran que más de 800 especies marinas y costeras se ven ahora afectadas por la ingestión, el enredo, la pesca fantasma o la dispersión por balsas (SCBD 2016). Entre 2012 y 2016, las especies de mamíferos acuáticos y aves marinas que se sabe están afectadas por la ingestión de desechos marinos aumentaron del 26% y 38% al 40% y 44%, respectivamente (SCBD 2016). Igualmente, se ha demostrado que los plásticos, que constituyen el 75% de los desechos marinos, actúan como portadores de sustancias bioacumulables y tóxicas persistentes (PBT); proporcionan hábitats para comunidades microbianas únicas; actúan como un vector potencial de enfermedades; y proporcionan un medio para transportar especies exóticas invasoras a través de los océanos y los lagos (Rochman *et al.* 2013; SCBD 2016). La investigación sobre los efectos físicos y toxicológicos de los microplásticos aporta pruebas sobre la transferencia trófica en las cadenas alimentarias planctónicas, así como sobre la absorción directa de microplásticos por parte de los invertebrados marinos (Wright, Thompson y Galloway 2013; SCBD 2016). Se ha demostrado que la ingestión de microplásticos por parte de los peces provoca estrés fisiológico, cáncer de hígado y disfunción endocrina, afectando la fertilidad de las hembras y el crecimiento del tejido reproductivo de los peces macho (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection [GESAMP] 2015). Según las Naciones Unidas, 51 billones de partículas microplásticas, 500 veces más que las estrellas de nuestra galaxia, ensucian nuestros mares, amenazando gravemente la fauna marina (van Sebille *et al.* 2015).

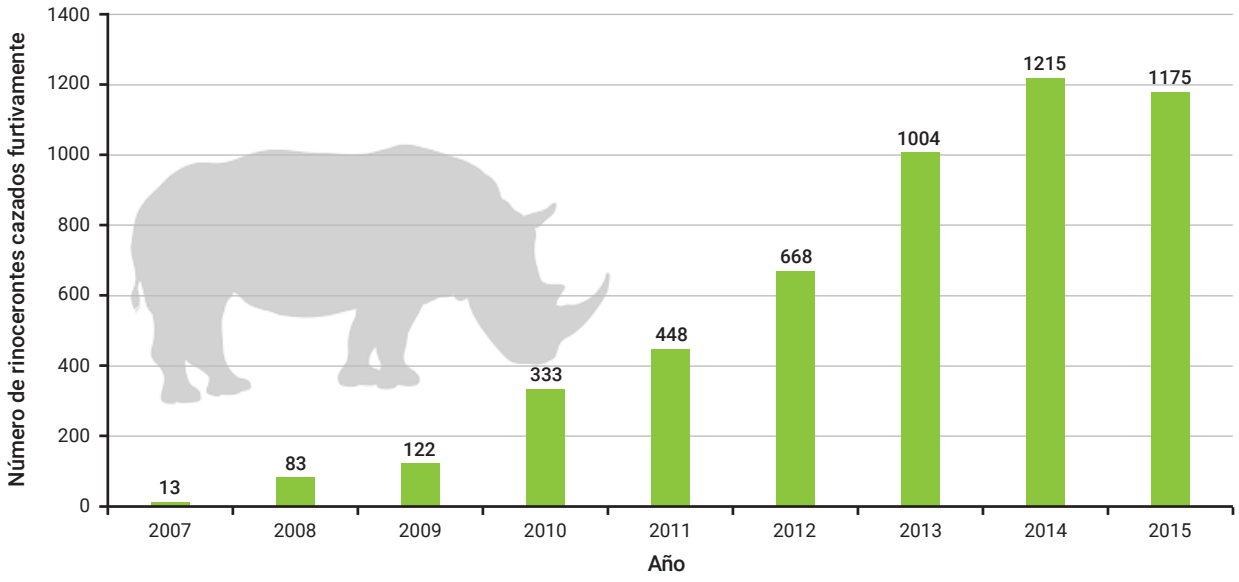
La contaminación atmosférica contribuye a la acidificación y eutrofización de los ecosistemas terrestres, los lagos, los estuarios y las aguas costeras (O'Dea *et al.* 2017; Payne *et al.* 2017), y a la bioacumulación de mercurio en las redes alimentarias acuáticas (Lavoie *et al.* 2013) (Ver Capítulo 5).

6.4.4 Sobreexplotación

La sobreexplotación incluye la pesca ilegal, no declarada y no regulada, la tala ilegal e insostenible, el sobrepastoreo, el consumo no regulado de carne de animales silvestres, la caza furtiva y la matanza ilegal, a menudo dirigida a mercados extranjeros. También incluye la recolección legal, pero ecológicamente insostenible, como consecuencia de cuotas mal diseñadas, el desconocimiento de la base de recursos o nuevos avances tecnológicos que permiten una explotación más eficiente de estos. La explotación directa ha dado lugar a amenazas tanto para especies terrestres como para especies marinas emblemáticas, como el esturión beluga, apreciado por su caviar (He *et al.* 2017), los tiburones capturados por sus aletas (Worm *et al.* 2013), los rinocerontes que son objetivo de los cazadores furtivos por sus cuernos (**Figura 6.7**), los elefantes africanos que son cazados por su marfil (Maxwell *et al.* 2016), el cóndor andino de Sudamérica cazado por sus plumas y huesos (Williams *et al.* 2011), y la madera de agar (Thymelaeaceae) recolectada para obtener perfumes e incienso (United Nations Office on Drugs and Crime [UNODC] 2016, p.59).

El comercio ilegal de productos de la vida silvestre, la pesca y los bosques es extenso (con estimaciones de un valor agregado que oscila entre los 90.000 y 270.000 millones de dólares al año), y cuenta con vínculos con la delincuencia organizada transnacional (UNEP 2014; Stimson Center 2016; Stoett 2018; véase también el estudio de caso del "Proyecto Depredador" en la Sección 13.3.2). La pobreza proporciona un fuerte incentivo para la caza furtiva, al mismo tiempo que el desarrollo económico permite mejorar la infraestructura para facilitar el acceso a las zonas ricas en vida silvestre y alimentar la demanda de productos de este tipo (UNODC 2016, p.19). Sin embargo, su legal, pero insostenible explotación, es probablemente una amenaza aún mayor para la biodiversidad que las mismas prácticas ilegales actuales (FAO 2018a). El impacto de la explotación mal gestionada es quizás más claramente evidente en la pesca marina (véase la Sección 6.6.1, y el Capítulo 7), aunque las proyecciones futuras son menos seguras (Costello *et al.* 2016).

Figura 6.7: Número registrado de rinocerontes cazados furtivamente en Sudáfrica entre 2007-2015. En 2011, la población de rinocerontes en Sudáfrica escasamente superaba los 20.000 ejemplares



Fuente: Departamento de Asuntos Ambientales de Suráfrica (2016).

La sobreexplotación de la vida silvestre tiene implicaciones para la equidad, ya que priva a las comunidades locales, pobres y vulnerables, al igual que a los pueblos indígenas, del sustento, las medicinas tradicionales, los ingresos del turismo y otros beneficios propios de los ecosistemas (Haines-Young y Potschin 2010; O'Neill *et al.* 2017). Por el contrario, una mayor regulación sobre la recolección de especies silvestres puede tener consecuencias sociales positivas, tales como el fortalecimiento de las funciones de liderazgo de las mujeres, que pueden retroalimentar los diseños de las políticas de conservación de la biodiversidad (FAO 2016).

6.4.5 El calentamiento climático y los fenómenos extremos

Los impactos del cambio climático antropogénico sobre la biodiversidad son más evidentes en los sistemas naturales (IPCC 2014, p. 40), y se manifiestan como cambios tanto en el clima medio, como en la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos (véase el **Recuadro 6.3**). Una estimación sugiere que, de llegar a mantenerse las tendencias actuales de calentamiento (Urban 2015), una de cada seis especies podría estar amenazada de extinción para el 2050. Aunque el conocimiento sobre los impactos sigue siendo incompleto, aquellos impactos que sí se conocen no tienen una distribución homogénea (**Figura 6.8**).

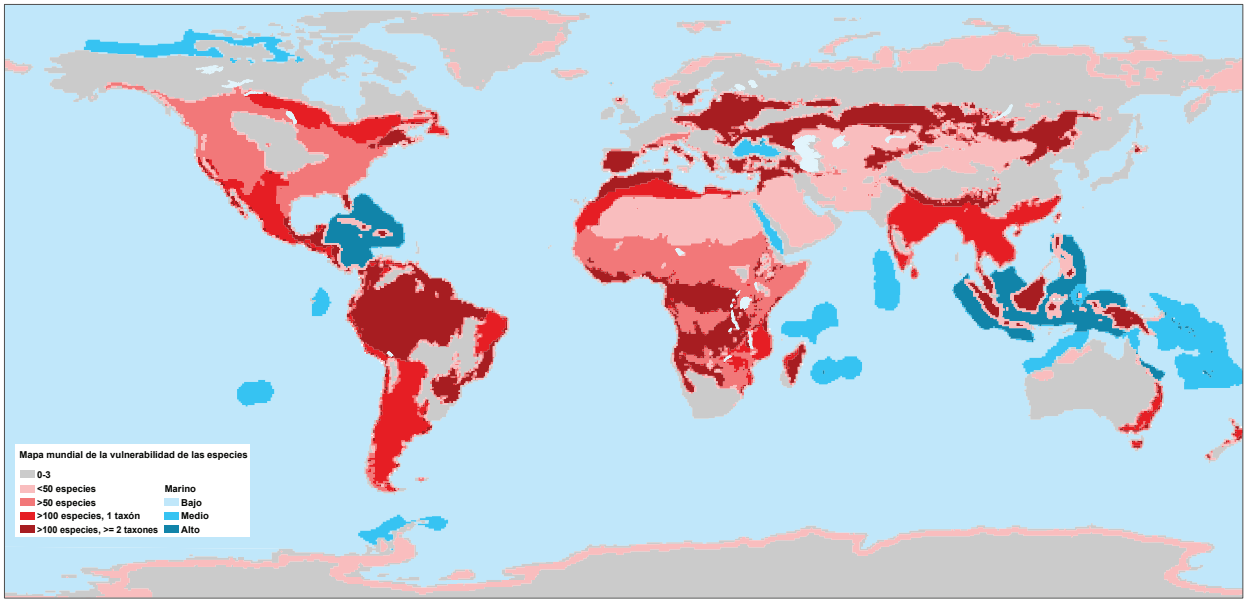
Por ejemplo, en respuesta al aumento de las temperaturas, las especies pueden trasladarse a lugares más frescos o alterar su fenología para florecer, reproducirse o migrar con anterioridad (Parmesan 2006; Scheffers *et al.* 2016). La evidencia sugiere que se están realizando ambas cosas: las especies se están moviendo, en promedio, 16,9 km por década a latitudes más altas o están ascendiendo en una elevación de 11 m por década (Chen *et al.* 2011), y los avances en la fenología de la floración se sugieren que son de entre 2,3 y 5,1 días cada década (Wolkovich *et al.* 2012; IPCC 2014). Cada vez más se especula con la posibilidad de que estos cambios provocados por el clima con afecciones en las distribuciones y fenologías se produzcan en cascada a través de interacciones tróficas, lo cual da lugar a asincronías entre las especies, por ejemplo, entre las flores y sus polinizadores. Un análisis de más de 10.000 series temporales sugiere que la sensibilidad climática (es decir, el cambio fenológico en respuesta al cambio climático) difiere entre los grupos tróficos (Thackeray *et al.* 2016), sin embargo, los datos sobre las especies que interactúan siguen siendo escasos (Kharouba *et al.* 2018).

Recuadro 6.3: Fenómenos extremos - más presiones sobre la biodiversidad

Los desastres naturales, tales como los terremotos y los tsunamis, o las inundaciones, los deslizamientos de tierra, los incendios forestales y las sequías que se producen como consecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, matan y lesionan a cientos de miles de personas al año, causan una destrucción generalizada de los hábitats ecológicos y amenazan con la extinción local a poblaciones de fauna silvestre. Tras el gran terremoto y tsunami del este de Japón en 2011, se produjo una disminución general de la diversidad de especies locales al tiempo que los bosques costeros y otros tipos de vegetación de las playas de arena y las zonas costeras bajas sufrieron graves daños (Miura, Sasaki y Chiba 2012; Hara et al. 2016) La pérdida de hábitats costeros naturales, como los bosques de manglares y los arrecifes de coral, a causa de la contaminación, la transformación del hábitat y el aumento de las temperaturas de la superficie del mar, puede socavar aún más la protección de las costas frente a las olas, las mareas de tempestad y la erosión costera. Cuando las comunidades se reconstruyen rápidamente después de una catástrofe, el material de construcción suele recogerse de forma insostenible, lo que supone una amenaza adicional para los hábitats locales y las comunidades pueden ser reubicadas en zonas ambientalmente sensibles.

En el medio marino, el calentamiento y la acidificación de los océanos se asocian con eventos de blanqueo de corales, habiéndose registrado un blanqueo pantropical sin precedentes durante 2015-2016 (Hughes *et al.* 2017) (ver Sección 7.3.1). La acidificación de los océanos también puede tener impactos negativos en otros sistemas marinos, incluidos los lechos de mejillones y algunos hábitats de macroalgas (Sunday *et al.* 2017). Por su parte, las aguas más cálidas imponen además costos metabólicos directos a los peces de arrecife, ya que reducen la capacidad de nadado y aumentan las tasas de mortalidad (Johansen y Jones 2011). En cuanto a las regiones polares, la disminución del hielo marino y una mayor escorrentía superficial pueden aumentar la productividad primaria y secundaria, alterando la dinámica de las redes alimentarias (Post *et al.* 2013), así como aumentan la probabilidad de asentamiento de especies invasoras (Duffy *et al.* 2017) (ver Sección 4.4.2).

Figura 6.8: Mapa mundial de las especies vulnerables al cambio climático



Las zonas terrestres con un elevado número de especies vulnerables se identificaron en función del número de especies evaluadas y de los rangos taxonómicos por encima de las especies consideradas.

Fuente: Pacifici *et al.* (2015)

6.5 Estado mundial y tendencias de biodiversidad

El cambio global está teniendo impactos negativos en todas las dimensiones de la biodiversidad, desde los genes hasta los ecosistemas. Sin embargo, la diversidad genética de la mayoría de las poblaciones naturales sigue sin medirse, a menudo faltan datos de referencia de las poblaciones y el estado de los ecosistemas no está lo suficientemente evaluado. Por ello, se necesitan urgentemente más datos y objetivos de evaluación con base científica.

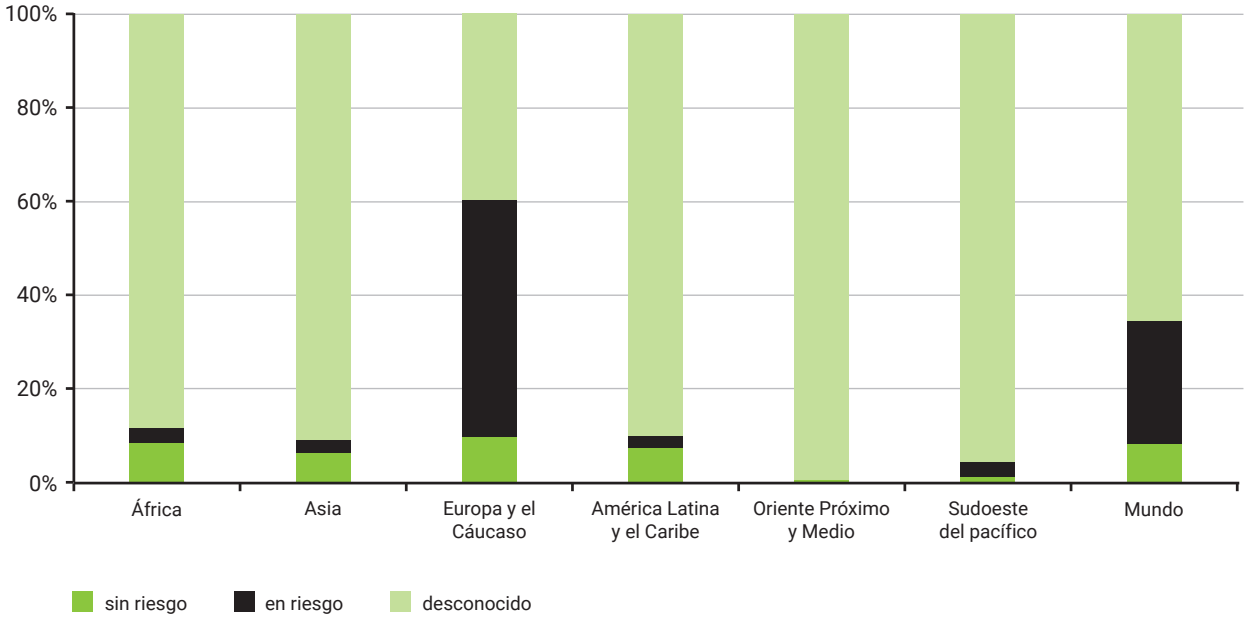
6.5.1 Estado y tendencias de diversidad genética

La diversidad genética tiene una importancia fundamental, no solo como materia prima para la adaptación continua de las especies silvestres mediante la selección natural, sino también para mantener y mejorar la diversidad de las plantas cultivadas y las razas de ganado que sustentan la resiliencia de los sistemas agrícolas y la seguridad alimentaria (Khoury *et al.* 2014; FAO 2015a; Bruford *et al.* 2017) La conservación de la diversidad genética puede llevarse a cabo *in situ* en los campos de cultivo o silvestres, o cada vez más *ex situ* en bancos de genes y colecciones de semillas mantenidas a nivel local y nacional (véase la Sección 13.2.4).

Debe mencionarse que se sigue reduciendo a largo plazo el número de variedades de cultivos y razas de ganado y gran parte de esta diversidad, junto con la de los parientes silvestres y las especies menos utilizadas, sigue careciendo de suficiente protección (FAO 2015a). Más de 35 especies de aves y mamíferos han sido domesticados para su uso en la agricultura y la producción de alimentos, y existen unas 8.800 razas reconocidas (FAO 2018a). Una evaluación del riesgo de extinción de las razas de animales locales existentes encontró que el 65% se clasifican como en "estado desconocido" debido a la falta de datos de la población o la falta de actualizaciones recientes, el 20% como "en riesgo" y sólo el 16% como "sin riesgo" (FAO 2018a). Estas proporciones varían a nivel regional, en particular con respecto a la disponibilidad de datos **(Figura 6.9).**



Figura 6.9: Proporciones de razas animales locales, clasificadas como en riesgo, sin riesgo o con un nivel de riesgo de extinción desconocido



Source: FAO (2018a).

Las nuevas herramientas genómicas que permiten una secuenciación rápida y cada vez más barata del ADN se han convertido en una parte integral de la conservación de la diversidad genética *ex situ*, ayudándonos a comprender el potencial genético de las especies silvestres afines a los cultivos para mejorar la productividad, el contenido nutricional y la resiliencia al cambio ambiental (Royal Botanic Gardens Kew 2016). En 2017, unas 225 especies de plantas, en su mayoría cultivos, contaban con secuencias genómicas completas (Royal Botanic Gardens Kew 2017; véase la **Figura 6.10**). Sin embargo, aunque continúa siendo una actividad costosa, es necesario compartir la información existente con aquellos cuyos medios de subsistencia dependen de la biodiversidad, pero que carecen de recursos para acceder a esos datos.

Aunque aún continúan predominando los enfoques tradicionales para mejorar las variedades de plantas y las razas de ganado, los organismos modificados genéticamente (OMG) siguen llamando la atención y los nuevos avances, como las técnicas de edición del genoma CRISPR/Cas, están haciendo progresar la biología sintética (SCBD 2015; CBD 2016). Existe evidencia de la contribución positiva de las técnicas de edición del genoma a través del control de las especies invasoras (Webber, Raghu y Edwards 2015) debido a la menor necesidad de insecticidas que resultan perjudiciales para los organismos que no son su objetivo (por ejemplo, Li *et al.* 2015). Sin embargo, la propagación de cultivos con edición genética puede contribuir también a resultados negativos para la biodiversidad y el medio ambiente, ya que facilitan la propagación de cierta maleza que es resistente a herbicidas (Rótolo *et al.* 2015), reducen la diversidad de insectos (Schütte *et al.* 2017; Tsatsakis *et al.* 2017) y la adaptación natural de los ecosistemas a los rasgos transgénicos puede requerir, en última instancia, una mayor innovación tecnológica y un mayor uso de herbicidas e insecticidas (Rótolo *et al.* 2015)

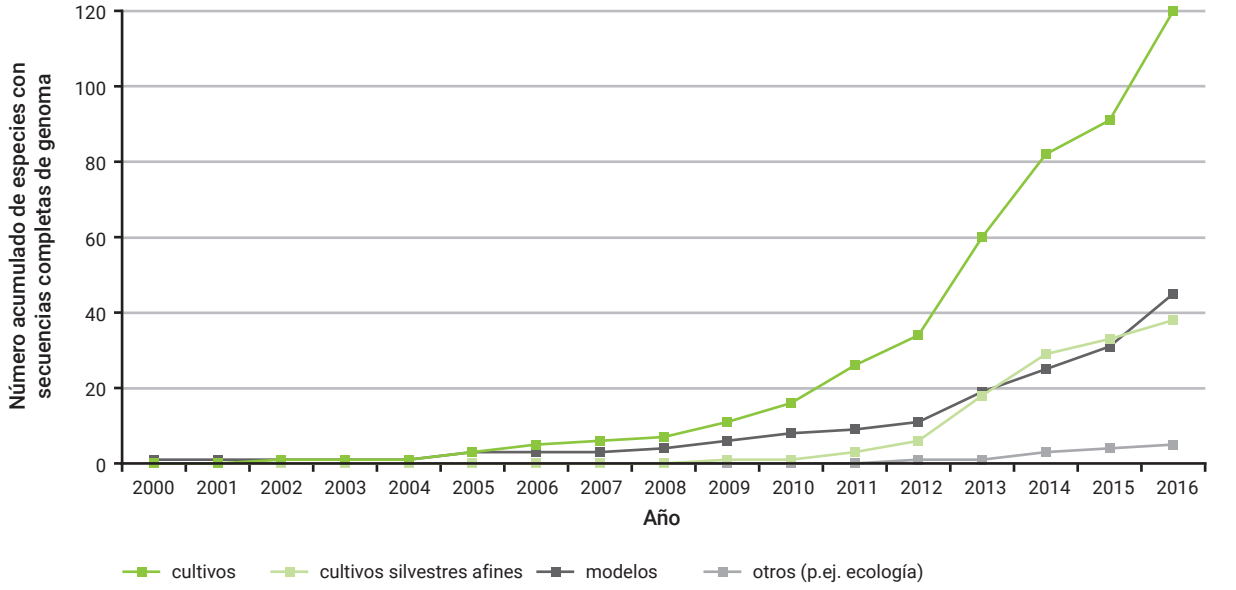
Aunque hay esfuerzos concertados para cerrar esta brecha, el estado de conservación de la diversidad genética de la mayoría de especies silvestres que no guardan relación con los cultivos agrícolas y el ganado sigue estando poco documentado (véase http://www.genomicobservatories. org/). Sin embargo, la disminución de las poblaciones es cada vez más frecuente (Ceballos, Ehrlich y Dirzo 2017; McRae, Deinet y Freeman 2017), lo cual se traduce con frecuencia en una pérdida de diversidad genética, especialmente cuando persiste durante varias generaciones. Por lo tanto, los factores que amenazan a las especies y las poblaciones probablemente también erosionarán la diversidad genética dentro de ellas.

6.5.2 Estado mundial y tendencias de las especies

El declive mundial de la biodiversidad, de acuerdo con las estadísticas de las especies, sigue siendo sorprendente (Dirzo *et al.* 2014). Muchos observadores han sugerido que estamos asistiendo a un nuevo evento de extinción masiva (Ceballos *et al.* 2015), aunque todavía no hay consenso científico. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (**Recuadro 6.4**) ofrece el inventario más completo sobre el estado de conservación mundial de las especies de plantas, animales y hongos. El estado de los vertebrados ha sido relativamente bien estudiado (Rodrigues *et al.* 2014), sin embargo, menos de un 1% de los invertebrados descritos (Collen *et al.* 2012) y solo alrededor del 5% de las plantas vasculares (Royal Botanical Gardens Kew 2016) han sido evaluados en cuanto al riesgo de extinción.

Según las últimas estimaciones de la UICN, las especies de cícadas son las que se enfrentan a un mayor riesgo de extinción, ya que el 63% de las especies de este grupo de plantas se consideran amenazadas (**Figura 6.11**). En cuanto a los vertebrados, el grupo más amenazado corresponde al de los anfibios (41%). De las pocas evaluaciones de especies de invertebrados que se han realizado, el 42% de las especies terrestres, el 34% de las de agua dulce y el 25% de las marinas se consideran en riesgo de extinción (Collen *et al.* 2012). Entre los grupos de invertebrados bien muestreados, los corales formadores de arrecifes presentan la mayor proporción (33%) de especies amenazadas.

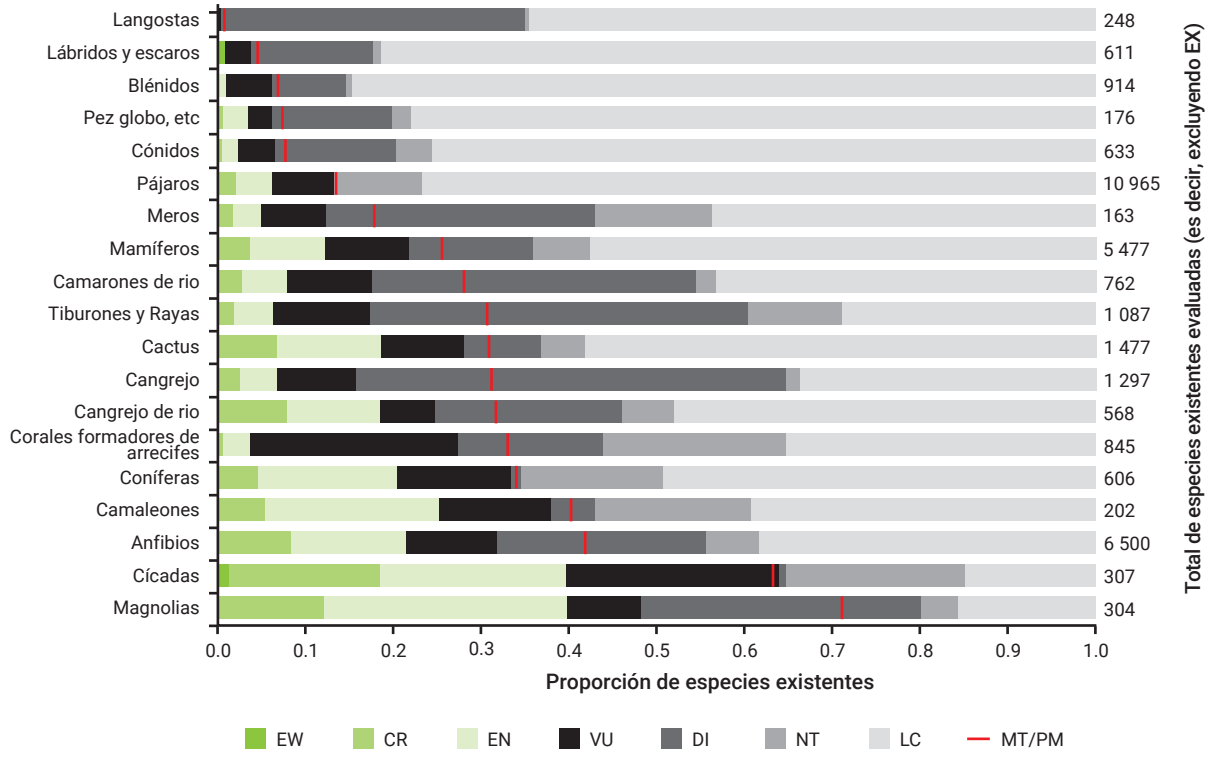
Figura 6.10: Número acumulado de especies con secuencias completas de genoma (2000-2016)



Los colores designan los tipos de especies: cultivos, generalmente de alimentos; cultivos silvestres afines; especies modelo para ayudar a comprender la ecología o la evolución de las plantas; otras especies, p.ej. Especies dominantes en un ecosistema.

Fuente: Royal Botanic Gardens Kew (2017).

Figura 6.11: Proporción de especies que figuran en cada categoría de riesgo de extinción según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN



Los números a la derecha de cada barra representan el número total de especies existentes evaluadas para cada grupo. EW: Extinto en estado silvestre; CR: En Peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi amenazado; DI: Datos Insuficientes; LC: Preocupación Menor

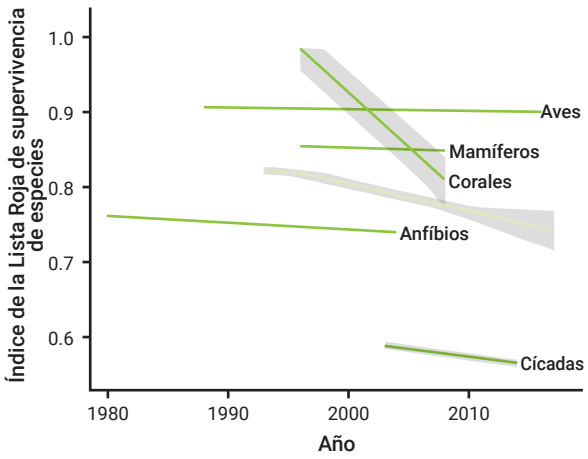
Fuente: IUCN 2018 (Versión 2018-1 de la Lista Roja).

Recuadro 6.4: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), desde 1948, ha servido como punto de enlace entre la ciencia y la política en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos. La composición gubernamental de la UICN es, exactamente, de un 50% intergubernamental (con más de 200 miembros estatales y agencias gubernamentales) y exactamente, otro 50% por sociedad civil y organizaciones de pueblos indígenas (más de 1.000 miembros de la sociedad civil). La Unión moviliza a comisiones independientes para que aporten su experiencia a los retos más urgentes en materia de conservación de la naturaleza. En la actualidad esta cuenta con seis comisiones (Gestión de Ecosistemas; Educación y Comunicación; Política Ambiental, Económica y Social; Comisión para la Supervivencia de las Especies; Comisión Mundial de Derecho Ambiental; y Comisión Mundial de Áreas Protegidas), las cuales cuentan con más de 10.000 especialistas en total. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, iniciada en 1964, sigue siendo hoy en día el inventario mundial de mayor acreditación para las especies amenazadas **(Figura 6.11)**.

Para los grupos que han sido evaluados de forma integral en más de una ocasión, se han estudiado los cambios en el riesgo de extinción a lo largo del tiempo utilizando el Índice de la Lista Roja de la UICN. Desde 1993 hasta 2017, la evidencia sugiere un aumento del riesgo de extinción para todos los grupos, tanto individualmente como en conjunto (**Figura 6.12**).

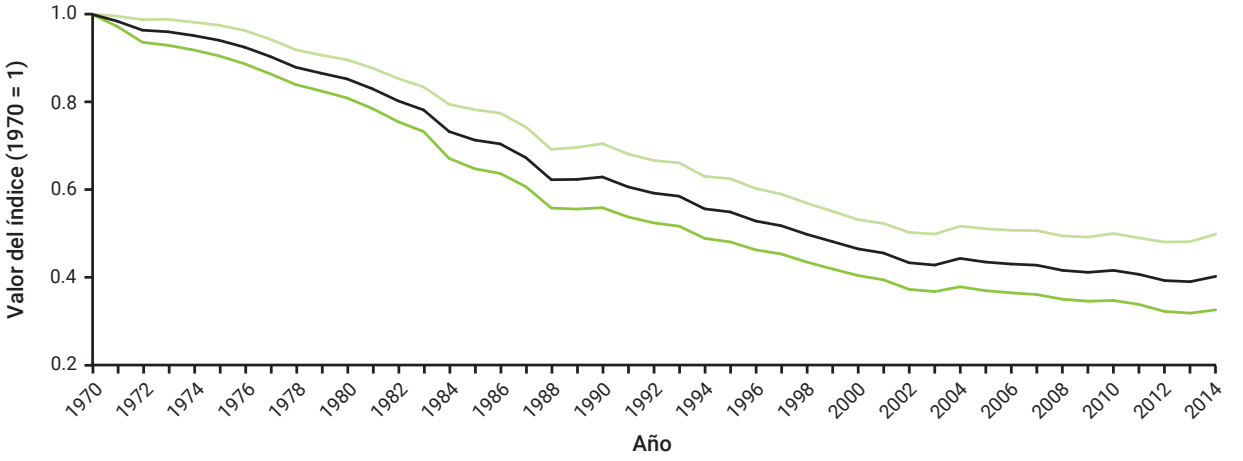
Figura 6.12: Índice de la Lista Roja de Supervivencia de las Especies para aves, mamíferos, anfibios, corales, y cícadas y un agregado (en verde claro) para todas las especies



Un descenso en la línea de tendencia indica que, o bien hay más especies en riesgo de extinción a lo largo del tiempo, o ha habido un aumento en el nivel de riesgo para algunas de estas. En cuanto al sombreado, este denota intervalos de confianza del 95%.

Fuentes: IUCN (2017a), Hoffman *et al.* (2018).

Figura 6.13: Índice Planeta Vivo



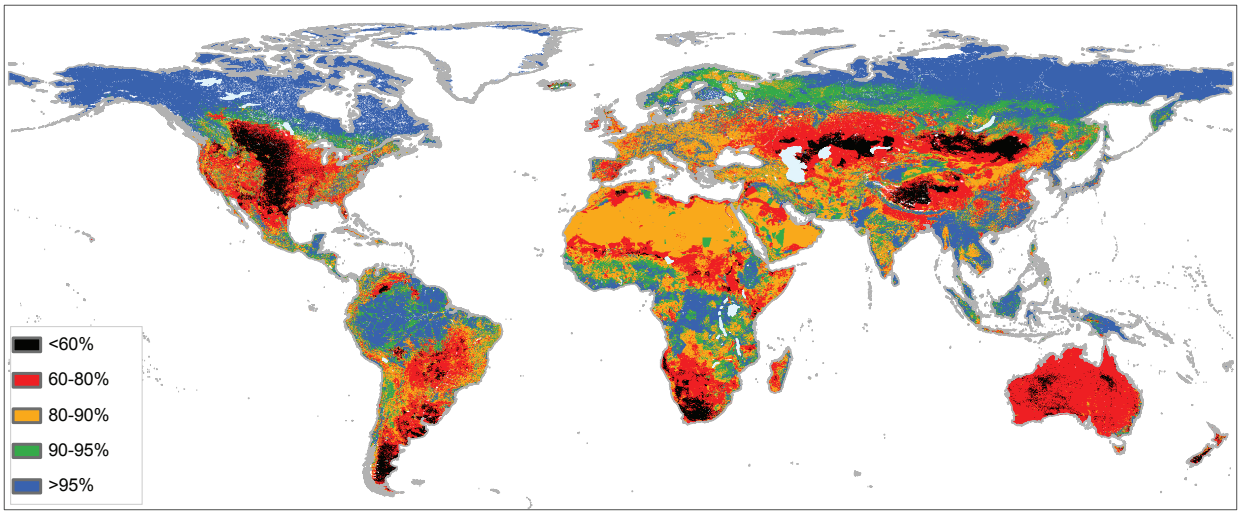
La línea central muestra los valores del índice correspondientes a un descenso del 60% entre 1970 y 2014. Las líneas superior e inferior representan los límites de confianza del 95% respecto de la tendencia. Este es el cambio promedio en el tamaño de la población de 4.005 especies de vertebrados, basado en datos de 16.704 series temporales de hábitats terrestres para agua dulce y marina.

Fuente: WWF (2018).

La monitorización de la abundancia de las especies proporciona un indicador complementario sobre su estado y tendencias. Aunque muchos grupos taxonómicos que se encuentran en el Índice de la Lista Roja de la UICN carecen de una cobertura exhaustiva, estos indicadores proporcionan una perspectiva espacial y temporal más precisa. Las tendencias en la abundancia de las poblaciones de especies de vertebrados a nivel mundial, medidas por el Índice del Planeta Vivo (**Figura 6 .13**), muestran un descenso medio del 60% entre 1970 y 2014 (McRae, Deinet y Freeman 2017; WWF 2018). Las especies de agua dulce presentan tasas más altas de disminución de la población que las especies terrestres o marinas (McRae, Deinet y Freeman 2017). A nivel mundial se estima que la abundancia local promedio de las especies terrestres ha caído en un 85% frente a aquellas modeladas en ausencia del cambio antropogénico del uso de la tierra (Newbold *et al.* 2016), sin embargo, los datos sobre la integridad de la biodiversidad varían espacialmente (Newbold *et al.* 2015; Newbold *et al.* 2016; **Figura 6.14**), mientras que los datos sobre las tendencias de las poblaciones de especies tanto de flora como de fauna se presentan como escasos.

Las tendencias de los invertebrados bien podrían reflejar las observadas en los vertebrados. Así, un índice global de muestreo de poblaciones de 452 especies de invertebrados reveló un descenso promedio del 45% en su abundancia a lo largo de 40 años (Dirzo *et al.* 2014) y, recientemente, se ha informado de descensos superiores al 75% en la biomasa de insectos voladores en zonas protegidas de Alemania (Hallmann *et al.* 2017), con hallazgos similares que surgen en otros lugares de Europa Occidental (Vogel 2017) y Europa Central (Hussain *et al.* 2017;

Figura 6.14: Índice de Integridad de la Biodiversidad Terrestre



El valor de integridad es la abundancia media de las especies como porcentaje de la abundancia modelada en un hábitat no perturbado.

Fuente: Newbold *et al.* (2016).

Hussain *et al.* 2018). Se han observado descensos muy pronunciados en importantes polinizadores como en las moscas voladoras (Vogel 2017); así como también se han documentado descensos en la abundancia de polinizadores en otros lugares, por ejemplo, en las especies de abejorros de Norteamérica (Bartomeus *et al.* 2013).

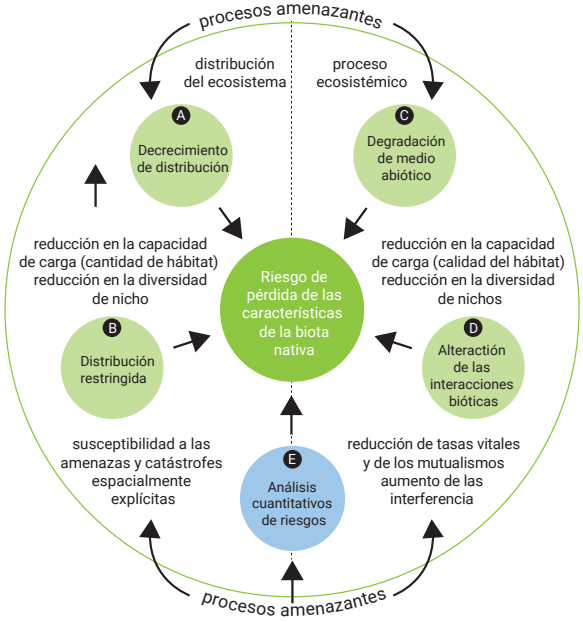
Tanto el Índice del Planeta Vivo **(Figura 6.13)** como el Índice de Integridad de la Biodiversidad **(Figura 6.14)** muestran que la abundancia de las especies en los ecosistemas terrestres ha disminuido como resultado del cambio antropogénico sobre el uso de la tierra y la tendencia de disminución de la población en los últimos 44 años no ha mostrado signos de desaceleración (McRae, Deinet y Freeman 2017; WWF 2018). Con base en el Índice de Integridad de la Biodiversidad se ha sugerido el cruce de un límite planetario terrestre (basado en una reducción del 10% de este índice), lo que sugiere un deterioro en la función del ecosistema (Newbold *et al.* 2016).

6.5.3 Estado global y tendencias de los ecosistemas

Existe una necesidad urgente de ampliar las evaluaciones sobre ecosistemas. La UICN inició con la publicación de la Lista Roja de Ecosistemas con el fin de complementar su evaluación mundial sobre especies (Keith *et al.* 2015), contándose ya con la evaluación de algunos ecosistemas que respondieron a criterios globales y regionales. Uno de estos es el ecosistema del Mar de Aral el cual fue calificado como "colapsado" (**Figura 6.15**) (Sehring y Diebold 2012; Keith *et al.* 2013), y varios otros, como el bosque de neblina y musgo de la isla australiana de Lord Howe, y los bosques de Gonakier en la llanura de inundación del río Senegal, compartida por Senegal y Mauritania, los cuales han sido catalogados como "en peligro crítico" (véase la Lista Roja de Ecosistemas; UICN 2017b).

El colapso de un ecosistema puede ser reversible si todos sus componentes siguen existiendo en otros ecosistemas (Rodríguez *et al.* 2015) Sin embargo, el paso a estados alternativos estables,

Figura 6.15: Mecanismo de colapso ecosistémico y síntomas del riesgo de colapso

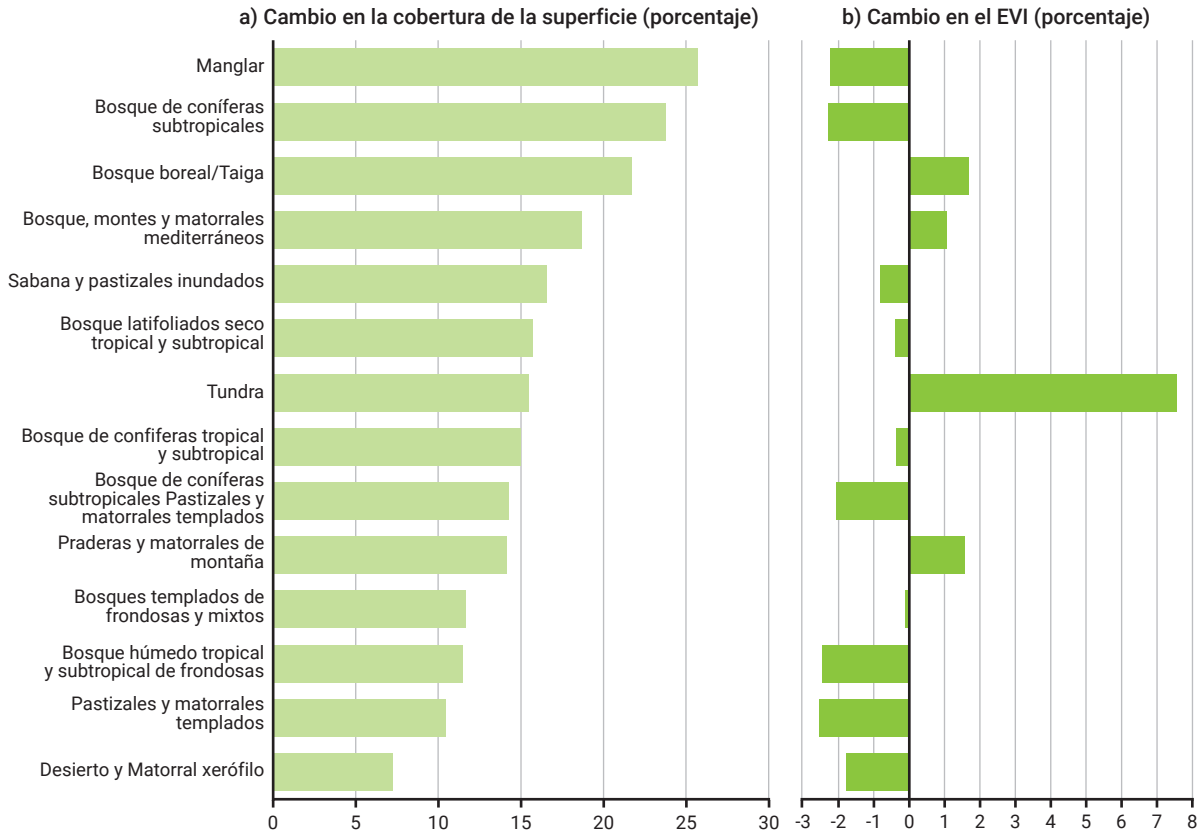


Fuente: Keith *et al.* (2013).

como el que se ha documentado sobre los sistemas de arrecifes de coral, en el cual se pasó de un predominio de corales a uno de algas, con una eutrofización inducida por el hombre, no puede simplemente revertirse (Hughes *et al.* 2017).


© Shutterstock/JWaree

Figura 6.16: Porcentaje medio de cambio para cada tipo ampliado de hábitat según imágenes satelitales: (a) cambio en el tipo original de superficie entre 2001 y 2012; (b) medición de productividad de la vegetación generada por el Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés) entre los años 2000-2004 y 2009-2013



Fuente: Royal Botanical Gardens Kew (2016).

Cierta información a gran escala se encuentra disponible sobre determinados tipos amplios de hábitats terrestres y se estima que 10 de 14 experimentaron una disminución de la productividad de la vegetación entre 2000 y 2013, mientras que 4 aumentaron su productividad **(Figura 6.16)**, también se cree que fueron los factores antropogénicos los impulsores de estas tendencias (Royal Botanical Gardens Kew 2016). A diferencia de las especies y de los ecosistemas acuáticos, sobre los cuales no existe suficiente información, en una escala más precisa, se sabe que el 24% de las ecorregiones terrestres han sido clasificadas como "Naturaleza en peligro" (Dinerstein *et al.* 2017)

Existe más información sobre la situación de las especies y los ecosistemas terrestres que de sus homólogos acuáticos. Sin embargo, entre 1970 y 2008 se observó a nivel mundial una disminución promedio de la superficie de los humedales naturales de cerca del 30% (Dixon *et al.* 2016), con una variación que mostró una disminución del 50% en Europa y del 17% en Oceanía. Aunque se ha estimado el alcance espacial de los impactos antropogénicos en los ecosistemas marinos (Jones *et al.* 2018), se sabe relativamente poco sobre su estado actual. No obstante, se cree que el impacto de las presiones sobre este ecosistema está en aumento, así lo demuestran la pérdida de fauna marina (McCauley *et al.* 2015) y el estado crítico actual de los arrecifes de coral (Hughes *et al.* 2017). El ecosistema de aguas profundas es probablemente uno de los menos estudiados y se prevé que sea especialmente vulnerable a la pérdida de hábitat y al cambio climático (Barbier *et al.* 2014).

El estado de la biodiversidad que explícitamente respalda la contribución de la naturaleza a las personas aún no se ha evaluado de forma exhaustiva, pese a ello, en 2019 será publicada la evaluación global de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas del IPBES. Sin embargo, se cree que muchos de estos procesos ecosistémicos están amenazados como consecuencia de la disminución observada de la vida silvestre y de las amenazas actuales a la biodiversidad (Cardinale *et al.* 2012; Mace, Norris y Fitter 2012). Las especies de mamíferos y aves con usos alimenticios y/o medicinales corren un mayor riesgo de extinción que aquellas que no se utilizan; lo contrario fue encontrado por la misma evaluación sobre las especies de anfibios (Almond *et al.* 2013). El valor atribuido a una especie puede imponer una presión adicional sobre la conservación de la biodiversidad: de las 28.187 especies de plantas registradas como de uso medicinal, 1.280 de estas tienen controles sobre su comercio internacional con el fin de reducir las amenazas a la sobreexplotación (Royal Botanical Gardens Kew 2017).

6.6 Impactos en los biomas del mundo

Un bioma se define como una importante comunidad ecológica de organismos adaptados a una determinada condición climática o ambiental en una amplia zona geográfica y en los cuales pueden coexistir varios ecosistemas. Esta sección examina ocho biomas ampliamente definidos que abarcan la mayor parte de la biodiversidad de la Tierra.

6.6.1 Océanos y costas

Las principales presiones sobre la biodiversidad de los océanos abiertos son la sobreexplotación, la contaminación procedente de actividades terrestres y el cambio climático; los ecosistemas costeros sufren presiones adicionales asociadas a la destrucción del hábitat, la acuicultura y las especies invasoras (véase la Sección 7.2). Aunque los datos son limitados, estas presiones afectan al estado de la biodiversidad marina, desde las poblaciones hasta los ecosistemas.

Los sistemas costeros son especialmente vulnerables. Por ejemplo, desde 1980, se ha perdido entre el 20% y el 35% de la superficie de manglares (Innis y Simcock eds. 2016) y la tasa anual actual de destrucción del hábitat de las praderas marinas es del 8%, aproximadamente (Innis y Simcock eds. 2016). Los arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas marinos más biodiversos, pero también entre los más frágiles (véase la sección 7.3.1).

El deterioro de la salud de los ecosistemas marinos y de la biodiversidad afecta cada vez más a las personas (WWF 2015); la pesca de captura marina proporciona alimentos sanos y apoya los medios de subsistencia (véase Sección 7.3.2), sin embargo, la sobreexplotación está conduciendo a la disminución de la población en las pesqueras marinas, con un porcentaje de poblaciones mundiales de pesca que resultan biológicamente insostenibles ya que ha aumentado del 10% en 1975 al 33% en 2015, con los mayores aumentos a finales de la década de 1970 y en la década de 1980 (FAO 2018b; **Figura 6.17**). En 2015, más del 50% de las poblaciones del Mediterráneo, el mar Negro, el suroeste del Pacífico y el suroeste del Atlántico se pescaban a niveles biológicamente insostenibles (FAO 2018b).

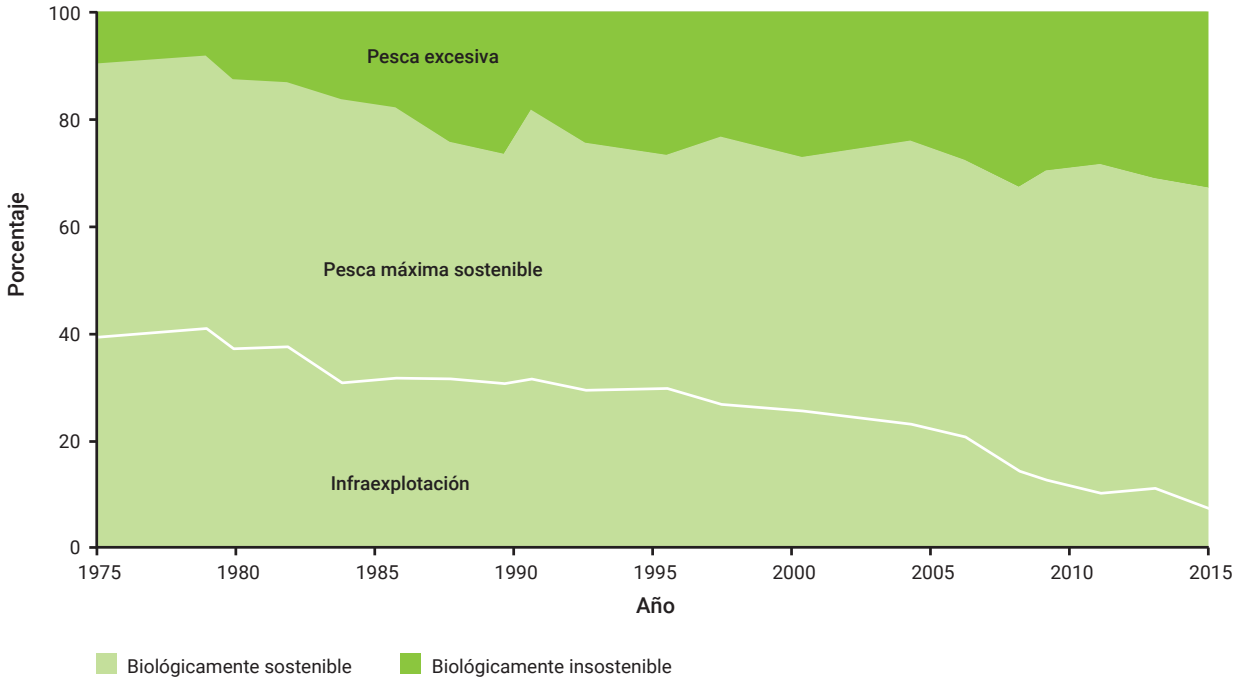
La explotación de las especies objetivo va acompañada de impactos negativos adicionales en la biodiversidad por las capturas accidentales y el daño a los entornos bentónicos producidos con la pesca de arrastre, no obstante, algunas poblaciones de aves marinas han aumentado al alimentarse de los descartes (Foster, Swann y Furness 2017). El aumento de la acuicultura puede reducir las presiones de la explotación de algunas especies silvestres, pero también puede dar lugar a especies invasoras, a la reproducción entre especies, a la eutrofización y a la propagación de enfermedades (Ottinger, Clauss y Kuenzer 2016) (véase Sección 7.4.3).

La contaminación, incluida la basura plástica marina y los microplásticos (véase el Recuadro 6.2), y la pérdida y degradación del hábitat conducen a una mayor reducción de las contribuciones de los sistemas naturales, como la disminución de las zonas de cría de peces o el suministro de madera de los manglares (Nordlund *et al.* 2016; Quinn *et al.* 2017), así como un aumento de la vulnerabilidad a los fenómenos extremos (véase **Recuadro 6.3**) debido a la reducción de la protección costera.

6.6.2 Agua dulce

Los sistemas de agua dulce están expuestos a una amplia gama de presiones, como los cambios en el uso de la tierra, la pérdida de hábitat, las especies invasoras, el uso de los cursos de agua para el desarrollo de la energía hidroeléctrica y la contaminación, lo cual genera impactos significativos y generalizados (véase Sección 9.2). La pérdida de humedales ha sido prolongada y extendida y las especies de agua dulce, especialmente en los ecosistemas tropicales, han disminuido a un ritmo más acelerado que las de cualquier otro bioma (véase Sección 6.4.1).

Figura 6.17: Tendencias globales sobre el estado de las poblaciones marinas mundiales 1975-2015



Fuente: FAO (2018b).

La abundancia de las poblaciones de especies vertebradas de agua dulce disminuyó en un promedio de 81% en los últimos 42 años (WWF 2016). Un resumen sobre el riesgo de extinción de la fauna de agua dulce mundial estima que los reptiles enfrentan el mayor riesgo dentro de los seis grupos evaluados (**Figura 6.18**) y, aproximadamente, más de un tercio de las 7.000 especies de invertebrados de agua dulce incluidas en la Lista Roja de la UICN se han considerado como amenazadas, siendo los gasterópodos el grupo más amenazado de todos (Collen *et al.* 2012). Estas especies se combinan para proporcionar una amplia gama de servicios de suma importancia para los seres humanos, tales como los relacionados con la protección contra las inundaciones, la alimentación, la filtración de agua y la captura de carbono (Collen *et al.* 2014).

La agricultura de la era industrial provoca la eutrofización de los ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos cercanos, impulsada por el nitrógeno y el fósforo, y el uso de pesticidas puede degradar aún más los ecosistemas de agua dulce (Malaj *et al.* 2014; Mekonnen y Hoekstra 2015). A nivel mundial, se estima que el número de lagos con floraciones de algas nocivas aumentará al menos en un 20% para 2050 (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO] 2014); especialmente, las floraciones de algas cianobacterianas que pueden dar lugar a una disminución de valor de los espacios recreativos, una reducción estética, una disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto, un descenso de la calidad del agua potable, así como la producción de toxinas que pueden afectar tanto a la vida silvestre como la salud humana (Brooks *et al.* 2016).

6.6.3 Pastizales

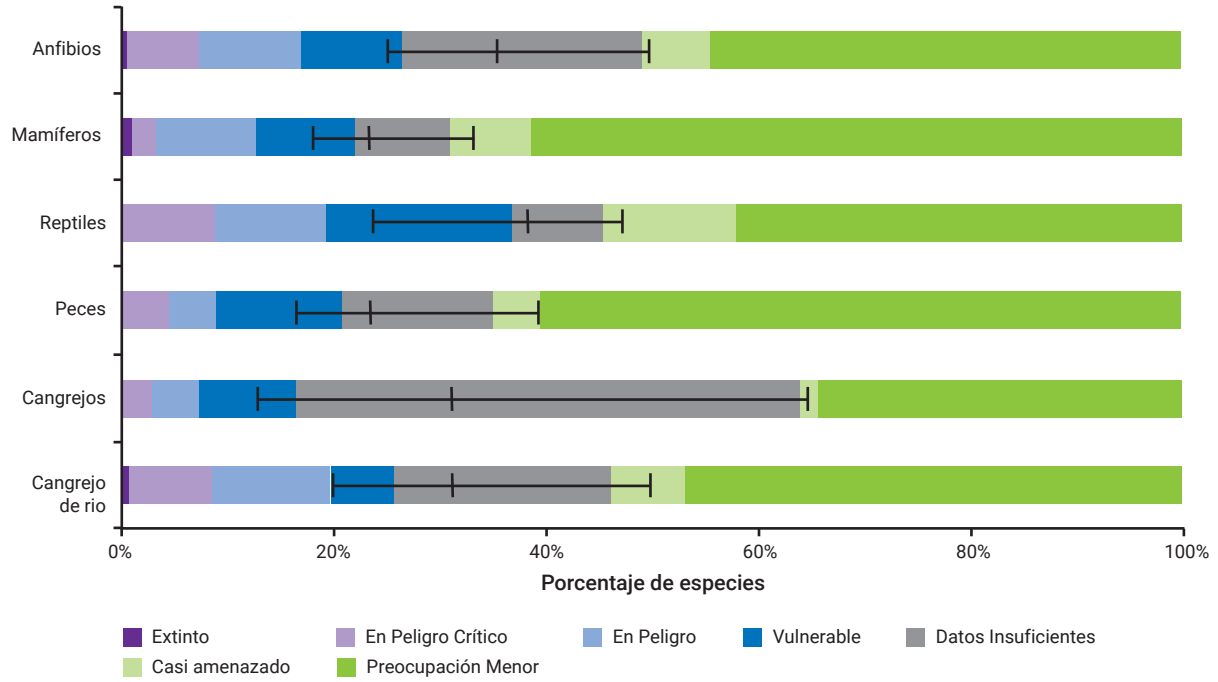
Los pastizales cubren alrededor del 8% de la superficie total terrestre y alguna vez fueron el hogar de algunos de los mayores grupos de vida silvestre en la Tierra (UICN 2017c). Actualmente, son considerados como el ecosistema terrestre más perturbado del mundo y el más amenazado en la mayoría de los continentes, ya que se enfrenta a múltiples presiones, como el cambio de uso de la tierra, el sobrepastoreo, la fragmentación, las especies invasoras, la supresión de los incendios naturales, el cambio climático y la forestación (UICN 2017c).

Aunque los pastizales contienen una gran diversidad de plantas, la expansión agrícola está causando la destrucción y fragmentación del hábitat, por ejemplo, la producción de soja ha sustituido la tradicional actividad ganadera de subsistencia en gran parte de los pastos naturales del Cerrado, un ecosistema de sabana arbolada de América del Sur (Aide *et al.* 2013). El Cerrado brasileño alberga, aproximadamente, el 5% de la biodiversidad mundial y ha perdido cerca del 50% de su área original (Brasil, Ministério de Meio Ambiente 2015). El aumento de las temperaturas se asocia con la invasión de leñosas y la desertificación en toda África (Midgley y Bond 2015; Engelbrecht y Engelbrecht 2016), Sudamérica y, en menor medida, Australia (Stevens *et al.* 2017).

Se estima que el 49% de los ecosistemas de pastizales experimentaron una degradación durante un período de diez años (2000-2010), y casi el 5% experimentó una degradación catalogada más que fuerte, extrema (Gang *et al.* 2014), lo que disminuyó en gran medida la capacidad de estos ecosistemas para mantener la biodiversidad. En la actualidad, el 4,5% de los pastizales del mundo están protegidos (UICN 2017c).

La fuerte relación entre la biodiversidad de los pastizales y la biomasa (Cardinale *et al.* 2012), que a menudo se utiliza para el forraje de los animales, los productos agrícolas y las materias primas textiles para las poblaciones locales, sugiere que las reducciones de la biodiversidad tendrán implicaciones negativas para la productividad económica y los medios de vida a pequeña escala.

Figura 6.18: Riesgo de extinción de la fauna mundial de agua dulce por grupo taxonómico



Nota: Las líneas verticales centrales representan la mejor estimación de la proporción de especies en peligro de extinción y los listones muestran los límites de confianza. Los datos de peces y reptiles son muestras del grupo al que pertenecen; todos los demás datos corresponden a evaluaciones globales de todas las especies (n = 568 cangrejos de río, 1191 cangrejos, 630 peces, 57 reptiles, 490 mamíferos y 4147 anfibios).

Fuente: Collen *et al.* (2014).

Recuadro 6.5: Agrodiversidad y género

En muchas sociedades, las mujeres han sido, tradicionalmente, las guardianas de un profundo conocimiento sobre las plantas, los animales y los procesos ecológicos que las rodean. El uso de variedades de semillas híbridas (hacia las cuales se ha producido un cambio generalizado en las últimas décadas) ha impedido la labor de recolección de estas por parte de las mujeres, socavando así su estatus como recolectoras, así como la seguridad alimentaria, especialmente en los países en desarrollo (Bhutani 2013). La pérdida de biodiversidad impulsada por la agricultura industrial ha tenido, por tanto, repercusiones específicas para las mujeres, incluida la pérdida de conocimientos relacionados con las semillas, el procesamiento de alimentos y la cocina (International Panel of Experts on Sustainable Food Systems 2016). En los últimos años, se han restablecido en algunas zonas los bancos de semillas comunitarios que conservan las semillas locales y que a menudo son gestionados por mujeres, incluso a través de intercambios locales de semillas, así como también se cuenta con planes de fitomejoramiento participativo para mejorar las semillas y con ello, la situación de las mujeres en la agricultura (Galiè *et al.* 2017).

6.6.4 Paisajes agrícolas

Desde hace unos 8.000 años, la expansión e intensificación de la agricultura ha provocado la pérdida de biodiversidad en muchos biomas (United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] 2017). La demanda global y las cadenas de suministro concentran la producción en regiones denominadas el "granero del mundo" (Khoury *et al.* 2014), donde la transformación del paisaje reduce y fragmenta el hábitat natural y los insumos para mejorar el rendimiento (fertilizantes y control de plagas) pueden afectar a las zonas no cultivadas, los cursos de agua y la calidad del aire. En las últimas décadas se ha producido un marcado cambio en el uso de la tierra en las regiones tropicales, asociado al aumento de la producción de semillas oleaginosas, en particular de soja y palma aceitera, en gran medida producido a expensas de biomas de gran biodiversidad (Foley *et al.* 2011). La drástica disminución de las poblaciones de animales, tanto al interior como por fuera de las áreas protegidas (Keesing y Young 2014), se asocia con un mayor riesgo de que los depredadores ataquen al ganado (Zheng y Cao 2015; Malhi *et al.* 2016), lo que repercute negativamente en los medios de subsistencia agrícolas. Las prácticas agrícolas, como la labranza, las combinaciones de cultivos y la aplicación de fertilizantes y pesticidas, también tienen impactos en la biodiversidad subterranea (FAO y the Platform for AgroBiodiversity Research 2011, p. ix). Es importante destacar que, en ocasiones, los paisajes agrícolas pueden mantener ciertas especies en riesgo o raras en hábitats seminaturales, mientras que el abandono de las prácticas agrícolas puede incluso conducir a la disminución de la biodiversidad (Plieninger *et al.* 2014).

La pérdida de diversidad en los agroecosistemas aumenta su vulnerabilidad y reduce así la sostenibilidad de muchos sistemas de producción. La reducción de la provisión de servicios de regulación y apoyo puede impulsar el uso adicional de productos químicos y puede crear bucles de retroalimentación perjudiciales (WHO y SCBD 2015, p.5). Existe evidencia relacionada con que algunos agricultores en paisajes homogéneos tienen mayores ingresos que agricultores en paisajes heterogéneos (Watts y Williamson 2015), pero su resistencia a presiones como el cambio climático suele ser menor, mientras la variabilidad de los ingresos es mayor (Abson, Fraser y Benton 2013). Además, la homogeneización de la producción de cultivos tiene repercusiones en la salud, ya que contribuye a su vez con la homegeneidad de las dietas y un aumento en el consumo de alimentos procesados, los cuales se asocian con obesidad y ciertas enfermedades no transmisibles relacionadas con la dieta (Khoury *et al.* 2014). Por el contrario, la diversidad de la producción está fuertemente asociada a la diversidad dietética y nutricional entre los pequeños agricultores cuya participación en el mercado es limitada (Sibhatu, Krishna y Qaim 2015) y en donde los conocimientos locales sobre las variedades de semillas suelen estar a cargo de las mujeres agricultoras (véase el **Recuadro 6.5**).

En algunos casos, la agricultura intensiva también podría aumentar la prevalencia de enfermedades infecciosas (Cable *et al.* 2017). Por ejemplo, las plantaciones de palma aceitera en Sudamérica parecen aumentar el riesgo de la enfermedad de Chagas (Rendón *et al.* 2015), y la quema de bosques en la Isla de Borneo, Indonesia, para plantar palma aceitera puede haber contribuido a la migración de los murciélagos portadores del virus Nipah (Pulliam *et al.* 2011)

La biodiversidad en los paisajes agrícolas es clave para la seguridad alimentaria y nutricional (véase el **Recuadro 6.6**). La polinización que realizan alrededor de unas 100.000 especies de insectos, aves y mamíferos, representa el 35% de la producción mundial de cultivos (SCBD 2013; IPBES 2016), y hasta el 15% del valor de las economías basadas en los cultivos comerciales (IPBES 2016, p. 209). Con lo cual, se tiene que la producción está disminuyendo a escala local en los lugares donde la diversidad de polinizadores ha disminuido (IPBES 2016, p.154,185-186) haciendo que el mantenimiento de parches remanentes a unos cientos de metros de las explotaciones agrícolas pueda ayudar a mantener las poblaciones de polinizadores y a aumentar el rendimiento de los cultivos (Pywell *et al.* 2015; IPBES 2016, p. 394).

Recuadro 6.6: Importancia de las prácticas y los conocimientos tradicionales en la conservación de los polinizadores

El conocimiento indígena y local ha sido reconocido como una fuente importante de saberes que buscan hallar soluciones para enfrentar la disminución de los polinizadores animales -especies silvestres como las aves, los murciélagos, los abejorros, las moscas de las flores, y especies gestionadas como las abejas melíferas (Lyver *et al.* 2015; IPBES 2016, p. xxii). En 2013 se creó la Red de Polinizadores Indígenas con el fin de combinar los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas con la ciencia moderna, con miras a trabajar por la conservación de los polinizadores y sus servicios vitales (Platform for AgroBiodiversity Research 2013). Además de los trabajos de conservación de los polinizadores, las prácticas tradicionales de la apicultura pueden tener beneficios más amplios para la biodiversidad, por ejemplo, reforzando la conservación de las cuencas hidrográficas frente al cambio climático (Kumsa y Gorfu 2014) y la conservación de los bosques (Wiersum, Humphries y van Bommel 2013).

Etiopía es el mayor productor en África de miel y cera de abeja (Begna 2015), productos que se utilizan para fabricar velas y Tej o vino de miel (una bebida importante en la vida cultural), y la miel blanca de la región montañosa de Bale se utiliza con fines medicinales (IPBES 2016, pp. 312-314). Las mujeres contribuyen a esta cadena de valor, por lo general fabricando productos derivados de la miel, más que en la propia apicultura. Sin embargo, existe un potencial para que la apicultura genere los ingresos necesarios y el empoderamiento de las mujeres en las zonas rurales de dicho país (Ejigu, Adgaba y Bekele 2008; Serda *et al.* 2015).

6.6.5 Zonas áridas

Aunque las tierras áridas son menos diversas que otros ecosistemas, en ellas coexisten miles de especies altamente adaptadas a este tipo de entornos; sin embargo, los esfuerzos por su conservación son a menudo ignorados. Los ecosistemas de pastizales áridos y semiáridos tienen extremos climáticos estacionales y patrones de precipitación imprevisibles, pero las especies de las tierras áridas han evolucionado para ser sumamente resistentes, al recuperarse rápidamente de la sequía, el fuego y la presión de los herbívoros. La desertificación (también conocida como degradación de la tierra en las zonas áridas) es un fenómeno mundial (véase Sección 8.4.2).

La degradación de las tierras secas tiene muchas causas, entre ellas los conflictos, por ejemplo, la guerra entre la República Islámica de Irán e Irak, llevó al vertido y quema de grandes cantidades de residuos, basura y material tóxico en los ecosistemas desérticos (UNEP 2016f). La sequía, el sobrepastoreo, el uso excesivo de las aguas subterráneas y las prácticas agrícolas insostenibles imponen presiones adicionales (O'Connor y Ford 2014; Southern Africa Development Community 2014); sin embargo, el alcance de las causas humanas frente a las naturales es a menudo difícile de discernir.

La degradación de los paisajes semiáridos y áridos reduce la capacidad de suministro de agua dulce y de producción de alimentos, disminuye la disponibilidad de alimentos silvestres y supone una amenaza para las especies emblemáticas y los recursos genéticos (Low ed. 2013). La desertificación además tiene un efecto perjudicial sobre la salud de la tierra y la vegetación, lo que provoca impactos adversos que se transmiten en cascada a través de la cadena alimentaria (Assan, Caminade y Obeng 2009). La salinización, debida sobre todo a los sistemas de riego insostenibles, a las zonas de regadío con mal drenaje y a la mala calidad del agua de riego, es un problema importante en las regiones áridas y semiáridas (véase Sección 9.5.6). La desecación casi por completo del mar de Aral ha dado lugar a la creación del desierto de Aral Kum, provocando la degradación de bosques ribereños, pastos y otras cubiertas vegetales (Kulmatov 2008).

6.6.6 Bosques

Los bosques sirven de hábitat para un gran número de especies animales y vegetales y la deforestación es una de las principales amenazas para la diversidad de las especies (FAO 2015b; Alroy 2017). La deforestación, al igual que la degradación de los bosques, continúan en muchas regiones, a menudo en respuesta a la demanda de biomasa, así como a factores ajenos al sector forestal, tales como la expansión urbana y el desarrollo de la agricultura, la energía, la minería y el transporte (véase Sección 8.4.2). Estimaciones recientes muestran que la pérdida de cobertura arbórea es elevada en todos los tipos de bosques, pero difiere según las regiones (Leadley *et al.* 2014). La densidad de la cubierta arbórea está asociada tanto a las pérdidas como a las ganancias; sin embargo, las pérdidas son especialmente elevadas en los trópicos y los bosques boreales. El bosque tropical húmedo representó el 32% de la pérdida de cubierta arbórea mundial durante el período 2000-2012, presentándose la mitad de esta en Sudamérica (Hansen *et al.* 2013). Las tasas de ganancia de los bosques se acercan o superan las tasas de pérdida de la cubierta arbórea en algunas zonas, especialmente, en las regiones templadas, lo que refleja una gestión de la tierra dominada por la silvicultura.

Trabajos recientes sugieren que los bosques más biodiversos contribuyen a una mayor gama de servicios ecosistémicos (Gamfeldt *et al.* 2013). Estos prestan servicios esenciales de regulación, como el de captura de carbono, el cual es importante para la regulación del clima y la protección de la tierra y el agua (Foley *et al.* 2007; Brockerhoff *et al.* 2017). Sin embargo, con el aumento de la deforestación y la degradación de los bosques, los ecosistemas forestales pueden transformarse de sumideros netos de carbono a fuentes de carbono (Baccini *et al.* 2017).

Se calcula que el número total de personas que obtienen beneficios de los bosques -en forma de alimentos, productos forestales, empleo y contribuciones directas o indirectas a sus medios de subsistencia e ingresos- oscila entre 1.000 y 1.500 millones (Agrawal *et al.* 2013). En África, aproximadamente el 80% de las personas dependen de la leña, incluido el carbón vegetal, como única fuente de energía (UNEP 2016a, p.76). Las exportaciones mundiales de productos forestales tuvieron un valor de 226.000 millones de dólares en 2015, de los cuales 9 millones de m^3 corresponden a leña y 122 millones de m^3 a madera en rollo industrial (FAO 2015b). Los productos forestales no madereros, incluidos los recursos vegetales silvestres, suelen contribuir menos a las economías locales, pero pueden tener un valor más alto en el mercado mundial, con una contribución a las economías del mundo en desarrollo estimada en más de 250.000 millones de dólares estadounidenses (Agrawal *et al.* 2013). Estos beneficios económicos solo pueden mantenerse si los bosques se gestionan de forma sostenible (FAO 2015a).

Aunque hay ganancias en materia de empleo a corto plazo generada por la deforestación, la pérdida de bosques se traduce en una pérdida de mecanismos de subsistencia: más de 13 millones de personas están empleadas en el sector forestal formal y otros 40-60 millones de personas pueden estar empleadas en operaciones forestales informales de pequeño y mediano tamaño (Agrawal *et al.* 2013; FAO 2018c). Una brecha de género bien documentada en el acceso a los recursos forestales sugiere que la mala gestión o la pérdida de los ecosistemas forestales puede tener diferentes impactos en las mujeres y los hombres (WWF 2013; Djoudi *et al.* 2015)

Las consecuencias directas de la deforestación para la salud son complejas: mientras que existe evidencia relacionada con la promoción de un bienestar físico y mental generado por los bosques (Oh *et al.* 2017), también se ha probado la existencia de una mayor exposición a enfermedades infecciosas como la malaria (Guerra, Snow y Hay 2006; Fornace *et al.* 2016) y otras enfermedades transmitidas por vectores (Plowright *et al.* 2015; Hunt *et al.* 2017; Olivero *et al.* 2017) como consecuencia de su pérdida.

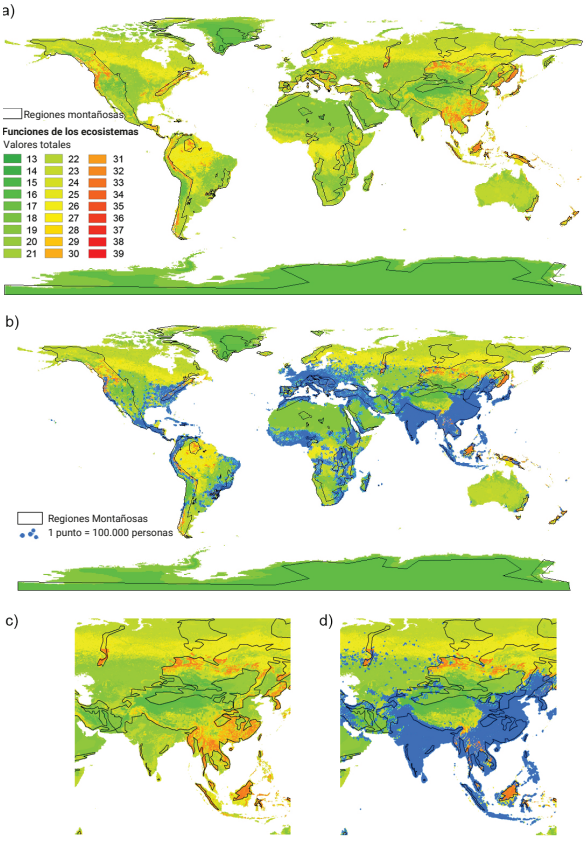
6.6.7 Montañas

Las cordilleras cubren alrededor del 22% del espacio terrestre del planeta y proporcionan múltiples servicios ecosistémicos. A menor altura, los hábitats montañosos, especialmente los de las regiones tropicales, suelen ser más biodiversos y presentan mayores niveles de endemismo que las tierras bajas adyacentes. Sin embargo, la degradación y la fragmentación del hábitat han afectado a muchos ecosistemas de montaña (Shrestha, Gautam y Bawa 2012; Chettri 2015; Venter *et al.* 2016) (véase Sección 4.3.2).

Los ecosistemas montañosos son especialmente vulnerables al cambio climático, con efectos que incluyen cambios en las áreas de distribución y la composición de las especies, con impactos notables en aquellos organismos cuya dispersión podría ser limitada, o que están restringidos a grandes altitudes y pueden producirse extinciones locales de especies en los márgenes superiores de los gradientes de elevación (Pauli *et al.* 2012; Khan *et al.* 2013; Grytnes *et al.* 2014; Knapp *et al*. 2017).

El calentamiento inducido por el clima puede cambiar el funcionamiento de los ecosistemas, adelantar la frenología primaveral y aumentar la productividad y la captación de carbono (Piao *et al.* 2012; Shen *et al.* 2016). Las presiones localizadas incluyen la construcción de carreteras, la deforestación, la minería, el turismo, el pastoreo de ganado doméstico, las quemas y los conflictos armados (véase Epple y Dunning 2014; Young 2014).

Figura 6.19: Capacidad montañosa para la provisión de servicios ecosistémicos



Los mapas muestran la capacidad indirecta de la tierra para proporcionar servicios ecosistémicos, midiendo hasta qué punto 15 servicios ecosistémicos seleccionados están respaldados por las características subyacentes de la tierra: (a) análisis global; (b) datos de densidad poblacional que destacan las regiones de alta demanda de servicios ecosistémicos; (c) y (d) alta oferta y alta demanda de servicios ecosistémicos en el Himalaya.

Fuente: Grêt-Regamey, Brunner y Kienast (2012).

La mayoría de las zonas montañosas actuales están sometidas a una gran presión humana, incluidos los Andes Tropicales y los puntos calientes o hotspots de biodiversidad de las montañas de Asia Central. El Himalaya, con aproximadamente unas 19.000 especies (Khan *et al*. 2013), se ha documentado como altamente vulnerable al cambio climático (Shrestha, Gautam y Bawa 2012).

En Europa, el calentamiento ha impulsado el ascenso de muchas especies, lo que ha provocado un aumento local de la diversidad en las cimas de las montañas boreales y templadas; sin embargo, se ha observado el efecto contrario en las montañas mediterráneas debido a la pérdida de algunas especies (Pauli *et al.* 2012). En algunas zonas, el abandono de tierras agrícolas en las cordilleras también ha provocado disminuciones de biodiversidad, especialmente, entre las poblaciones de aves (Hussain *et al.* 2018).

La pérdida de biodiversidad reduce las contribuciones de la naturaleza a las personas, tanto en las montañas como en las tierras bajas (**Figura 6.19**) (Grêt-Regamey, Brunner y Kienast 2012). La degradación de los ecosistemas de montaña provocará cambios en la calidad del aire y en la regulación del clima, así como la reducción en la captura de gases de efecto invernadero (Ward *et al.* 2014). Dentro de las amenazas para las comunidades locales se incluyen la pérdida de seguridad alimentaria, de plantas medicinales y del suministro y la calidad del agua, así como un aumento de la exposición a riesgos asociados con deslizamientos de tierra, sedimentación de los ríos e inundaciones que modifican sus medios de subsistencia y la superficie de la tierra (Eriksson *et al.* 2009; Khan *et al.* 2013; Young 2014). Unas pocas zonas de montaña, como por ejemplo Los Andes y el Himalaya, siguen manteniendo el uso tradicional de las especies, mientras que los conocimientos etnobotánicos en los Alpes se han perdido debido a los cambios en los patrones de uso de la tierra (Khan *et al.* 2013). Por su parte, la pérdida de glaciares afecta la seguridad del agua, ya que algunas poblaciones de los países del sur de Asia dependen del caudal de los ríos del Himalaya occidental, pero también del central y del oriental (Khan *et al.* 2013; Ver **Recuadro 6.7**). En relación con los costos económicos del cambio de uso de la tierra también se considera que pueden ser elevados, por ejemplo, se ha informado de una reducción del 75% en los beneficios económicos de las actividades recreativas basadas en la naturaleza tras la sustitución en Nepal de los bosques de montaña por cultivos (Thapa *et al.* 2016).

6.6.8 Regiones polares

La biodiversidad de las regiones ártica y antártica está sometida a un estrés particular (Bennett *et al.* 2015) (véase Sección 4.3.2) debido al declive de muchas especies autóctonas y al aumento de las temperaturas y las especies invasoras, especialmente en el subantártico y la península antártica, las cuales se constituyen como importantes presiones (Hughes, Cowan y Wilmotte 2015; Amesbury *et al.* 2017). El desarrollo industrial, la contaminación y las perturbaciones locales presentan presiones adicionales (Conservation of Arctic Flora and Fauna [CAFF] 2013), y las regiones polares actúan como sumidero de muchos contaminantes antropogénicos, tales como los contaminantes orgánicos persistentes (COP) y otros productos químicos orgánicos sintéticos (Alava *et al.* 2017).

Recuadro 6.7: El cambio climático y la necesidad de una adaptación basada en ecosistemas - El Hindu Kush del Himalaya

Aunque el cambio climático puede aportar algunos beneficios a las regiones montañosas como, por ejemplo, la prolongación de las temporadas de cultivo, los impactos negativos son preponderantes. Se prevé que el aumento en la variabilidad de los regímenes de precipitaciones (incluida la variabilidad de los monzones y una mayor frecuencia de las precipitaciones extremas), junto con el deshielo de los glaciares, aumentará el riesgo de inundaciones caracterizadas por una carga de rocas, sedimentos y escombros, desprendimientos de tierra, incendios, erosión del suelo y propagación de enfermedades relacionadas con el agua y de transmisión vectorial (Ebi *et al.* 2007; Armstrong 2010; Ahmed y Suphachalasai 2014). También resulta especialmente preocupante el impacto potencialmente devastador de las crecidas de los lagos glaciares que se han hecho más frecuentes desde mediados del siglo XX (Armstrong 2010; International Centre for Integrated Mountain Development 2011).

El Hindu Kush, la gran región del Himalaya que se extiende desde el este de Nepal y Bután hasta el norte de Afganistán, es una de las zonas más extensas recubierta por glaciares y permafrost del planeta. Contienen recursos hídricos que desaguan a través de diez de los mayores ríos de Asia de los cuales viven más de 1.300 millones de personas y de los que dependen otros muchos más para obtener agua y otros recursos (Eriksson *et al.* 2009). La región ha sido reconocida como una zona única rica en biodiversidad con características topográficas y retos socioeconómicos y medio ambientales igualmente únicos. Sin embargo, el ritmo acelerado de calentamiento, el derretimiento del hielo de los glaciares y las implicaciones conexas en los sistemas hidrológicos son algunos de los retos más acuciantes para este ecosistema de montaña único (Gerlitz *et al.* 2017). Así, con el fin de preservar la gran biodiversidad de la región se hace esencial que estos efectos macroclimáticos se integren dentro de planes de conservación.

Los cambios sustanciales que se esperan en las capas de hielo de la Antártida antes del cambio de siglo pueden tener consecuencias globales considerables (Chown *et al.* 2017) (véase Sección 4.3.2). La mayoría de escenarios climáticos prevén que, para el verano de 2050, el Ártico estará libre de hielo (IPCC 2013, p.1090), a pesar de la existencia de restos de hielo multianual en las costas de Canadá y Alaska. Cabe anotar que es posible que el retroceso del hielo marino provoque importantes cambios ecológicos relacionados con:

a) un aumento de la productividad primaria como resultado de un mayor número de aguas abiertas y de un mayor flujo de agua dulce portadora de nutrientes;
b) un cambio comparable en la fuente y la calidad de los alimentos para especies de niveles tróficos superiores, como el krill, los peces y los mamíferos marinos (Frey *et al.* 2016; Alsos *et al.* 2016); y,
c) una afluencia de nuevas especies a las regiones polares en las que la productividad y las relaciones de la red alimentaria cambian a medida que los sistemas costeros y de hielo marino de las regiones polares experimenten una floración primaveral más temprana y períodos de crecimiento más largos para las microalgas (Potts *et al.* 2016).

Según el índice de evolución de las especies del Ártico, desde 1970 hasta 1990 la abundancia media de los vertebrados del Ártico aumentó y luego se mantuvo bastante estable hasta 2007 (McRae *et al.* 2012; CAFF 2013). Sin embargo, algunos recursos alimentarios se están perdiendo en las zonas de disminución del hielo marino, lo que supone un riesgo para la salud de especies como la morsa, la gaviota de marfil, el oso polar y la foca arpa del mar de Barents (CAFF 2017). Los pingüinos son uno de los grupos de especies que se vigilan con más regularidad en la Antártida y las poblaciones han ido cambiando a lo largo del último siglo, con descensos registrados en algunas colonias de pingüinos macaroni, Adélie y barbijo (Trathan, Lynch y Fraser 2016).

Es probable que, debido a una mayor productividad, la disponibilidad de algunos recursos naturales aumente para los pueblos y comunidades circumpolares (Arrigo 2014), pero los cambios en las condiciones de caza tendrán un impacto perjudicial en los Inuit y otros grupos que han dependido de la caza de focas y de otras fuentes tradicionales de alimentos a las que el hielo marino proporciona acceso. Algunos impactos negativos ya se están sintiendo. Por ejemplo, una importante mortandad de focas y morsas en el Ártico del Pacífico en 2011 afectó a las fuentes de alimentación de las comunidades indígenas de los Estados Unidos de América, Canadá y la Federación Rusa (CAFF 2017). Las rupturas de la latencia de bacterias y virus patógenos en el permafrost en proceso de descongelación son una amenaza directa para la salud humana (Sutherland *et al.* 2018).

La apertura de posibles nuevas zonas de pesca, el desarrollo de petróleo y gas y el transporte marítimo pueden dar lugar a futuros conflictos, especialmente con respecto al uso económico, la gobernanza, los intereses culturales y las áreas marinas protegidas. Dado que en la Antártida no hay pueblos indígenas ni comunidades locales y está fuera del ámbito de aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica y su acuerdo complementario, el Protocolo de Nagoya, la distribución equitativa de los beneficios de la biodiversidad a las personas, incluidos los beneficios derivados de la bioprospección, representa un desafío particular que no se aborda completamente en el Sistema del Tratado Antártico (Chown *et al.* 2017).

6.7 Respuestas

Para ayudar a abordar la pérdida de biodiversidad se utiliza un amplio espectro de enfoques de gobernanza e instrumentos políticos. El Capítulo 13 analiza su eficacia y ejemplos concretos.

6.7.1 Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD)

En las últimas décadas, el CDB ha sido el principal convenio mundial sobre biodiversidad. Este tiene tres objetivos centrales: conservar la diversidad biológica, utilizar de forma sostenible sus componentes y participar justa y equitativamente en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Con 196 Miembros en 2018, el CBD se encarga de fijar las normas internacionales y proporciona un foro para que los Estados cooperen, compartan información y coordinen sus políticas. En 2010, los Estados miembros adoptaron el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, así como las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica, un conjunto amplio y ambicioso de objetivos que, posteriormente, se reflejaron en muchos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. La evaluación parcial de los avances hacia las Metas de Aichi para la Biodiversidad concluyó que, si bien se han hecho progresos, estos resultaban insuficientes para conseguirlos en 2020 (SCBD 2014).

El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del CDB se ocupa de la transferencia internacional de organismos vivos modificados (OVM), exigiendo el acuerdo previo e "informado" del país importador antes de la realización de cualquier tipo de intercambio, esto también incluye a los organismos genéticamente modificados (OGM) como las semillas. El Protocolo de Nagoya sobre el acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización del Convenio sobre Diversidad Biológica establece un marco para el acceso a los recursos genéticos, así como el reparto de los beneficios derivados de su utilización, incluida la transferencia de tecnologías pertinentes, cuyo objetivo directo es frenar la biopiratería y promover la equidad en futuros acuerdos de bioprospección. Hasta mayo de 2018 este Convenio ha sido ratificado por 105 países. La Secretaría del CDB desempeña un papel clave en la sensibilización y la organización de talleres regionales y otros ejercicios de creación de capacidades.

Un requisito obligatorio y muy importante para las Partes miembros del CDB es el compromiso que adquieren de elaborar Estrategias y Planes de Acción Nacionales sobre Biodiversidad (EPANB) junto con los objetivos correspondientes (véase Capítulo 13.1). El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), a través de su ventanilla de actividades de capacitación, ofrece apoyo a las Partes que reúnen los requisitos para revisar o actualizar sus EPANB teniendo en cuenta el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 del CDB y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. Este apoyo se canaliza a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en calidad de organismos clave de ejecución (Pisupati y Prip 2015). El CDB también apoya la creación de estrategias subnacionales de biodiversidad, planes de acción y planes regionales (supranacionales) y colabora con otros acuerdos sobre el medio ambiente cuyos mandatos se relacionan con biodiversidad, como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (véase **Recuadro 6.8** y el Anexo 6-1).

6.7.2 La Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES)

La IPBES se creó oficialmente en 2012 con la misión explícita de "fortalecer la interfaz científico-normativa para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y las contribuciones de la naturaleza a las personas para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, el bienestar humano a largo plazo y el desarrollo sostenible". Esta plataforma está organizada bajo el auspicio de cuatro organismos de las Naciones Unidas (el PNUMA, la

Recuadro 6.8: El comercio internacional de especies silvestres y la CITES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) entró en vigor en 1975 y para el año 2018 contaba con 183 miembros. El comercio internacional de flora y fauna asciende a miles de millones de dólares e incluye cientos de millones de especies y sus derivados, incluyendo productos alimenticios, ornamentos artísticos y muchas medicinas tradicionales (Broad, Mulliken y Roe 2003; Rosen y Smith 2010). En la actualidad, el acuerdo asigna diversos grados de protección a más de 35.000 especies de plantas y animales (CITES 2018) mediante el ejercicio de un control basado en un sistema de concesión de licencias que es gestionado por los países miembros, los cuales tienen permitido el comercio solo de aquellas especies que hagan parte de la lista CITES. Las especies del CITES están incluidas en tres apéndices adjuntos a la Convención: El Apéndice I proporciona el mayor grado de protección, ya que prohíbe efectivamente todo intercambio comercial de especímenes vivos o muertos capturados en el medio silvestre; el comercio de especímenes del Apéndice II está estrictamente regulado; el Apéndice III indica que un país ha solicitado unilateralmente la ayuda de otras Partes para controlar el comercio de la especie, sujeto a la regulación dentro de su jurisdicción.

La agenda CITES es ambiciosa y las partes de la Convención que no son autoejecutables deben aplicar y hacer cumplir sus disposiciones en el marco de la legislación nacional de cada una de las Partes. Esta es una tarea difícil que requiere importantes recursos educativos y de seguimiento, sin embargo, la corrupción puede ser una de sus problemáticas (Bennett 2015).

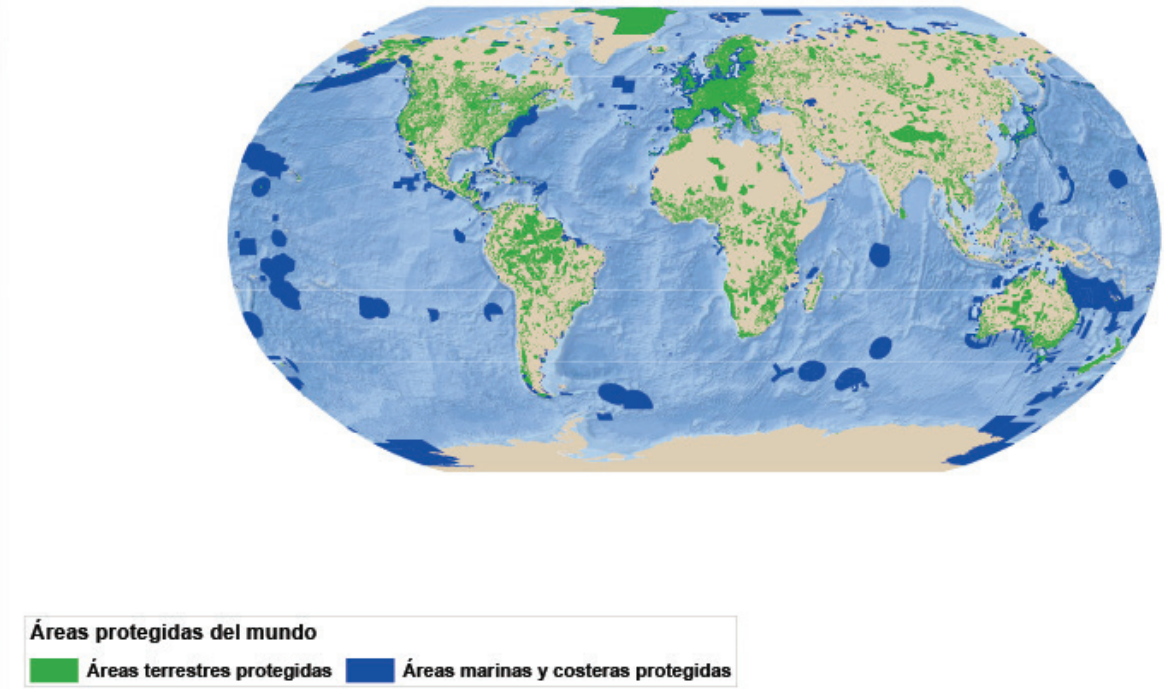
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el PNUD) y es administrada por el PNUMA. En junio de 2018, 130 gobiernos conformaban su membresía, así como una serie de grupos de interés importantes.

6.7.3 Áreas protegidas

Las áreas protegidas han sido exitosas en reducir la pérdida de hábitat (Meta 5 de Aichi para la Biodiversidad), así como también han ayudado a disminuir el riesgo de extinción de algunas especies en peligro (Meta 12 de Aichi) (UNEP- WCMC y IUCN 2018). Sin embargo, a pesar de que existen pruebas claras que la inversión en conservación puede ayudar a reducir la pérdida de biodiversidad (Geldmann *et al.* 2013; Waldron *et al.* 2017), menos del 15% de las aguas terrestres y continentales del mundo, menos del 11% de las zonas costeras y marinas dentro de la jurisdicción nacional, y menos del 4% de los océanos mundiales están cubiertos por áreas protegidas (**Figura 6.20**) (UNEP-WCMC y IUCN 2018; Sala *et al.* 2018). Adicionalmente, un tercio de la superficie terrestre dentro de los límites de las áreas protegidas ya se encuentra degradada por los impactos humanos (Jones *et al.* 2018).

Las áreas protegidas, si bien proporcionan beneficios para la biodiversidad, pueden tener efectos potencialmente negativos en los medios de sustento de las comunidades locales debido a la disminución del acceso a los recursos naturales o a la falta de apoyo para el desarrollo de activos de capital cultural, social, financiero, natural, humano, físico y político (Bennett y Dearden 2014). Esto puede conducir a un manejo ineficaz, problemas de equidad, falta de responsabilidad o conflictos (Halpern *et al.* 2014; Watson *et al.* 2014; Di Minin y Toivonen 2015; Eklund y

Figura 6.20: Áreas protegidas del mundo



Recuadro 6.9: Conservación de la biodiversidad y pobreza

Cada vez se acepta más que la pérdida de biodiversidad y la pobreza son problemas estrechamente vinculados, sin embargo el intento de resolver uno de ellos no resuelve automáticamente el otro (SCBD 2010; Suich, Howe y Mace 2015). De hecho, algunos enfoques de protección de determinadas especies o áreas naturales han exacerbado el acceso desigual a los recursos naturales y han supuesto una carga desproporcionada para las poblaciones ya vulnerables (Dowie 2009; Sylvester, Segura y Davidson-Hunt 2016). La justicia intergeneracional también es un tema importante, ya que la pérdida de biodiversidad empobrecerá a las generaciones futuras de diversas maneras, incluida la reducción de su capacidad para depender y conectarse con un mundo natural biodiverso.

Es probable entonces que la conservación de la biodiversidad sea más eficaz en los programas que integran con éxito el apoyo social y ecológico, y es más probable que las poblaciones humanas locales puedan acceder directamente a los beneficios de la conservación (Figurel, Durán y Bray 2011; Persha, Agrawal y Chhatre 2011; Fischer *et al.* 2017).

Cabeza 2017; ver también **Recuadro 6.9**). La participación activa de las comunidades indígenas y locales en el proceso de toma de decisiones ha demostrado ser muy eficaz para corregir estos desequilibrios (**véase Recuadro 6.10**). Los análisis de las tasas de deforestación indican que estas pueden ser, significativamente, menores en los bosques gestionados por la comunidad en comparación con las áreas estrictamente protegidas (Porter-Bolland *et al.* 2012). Siendo así, el desarrollo de un enfoque más inclusivo e integrado que vincule a las comunidades con los gobiernos nacionales, locales y municipales para el desarrollo sostenible ha demostrado ser muy eficaz (véase el estudio de caso de las áreas marinas gestionadas localmente en Fiyi en la Sección 13.2.1). Cada vez más, las contribuciones y las acciones colectivas de las comunidades indígenas y locales tienen el potencial de ser ampliadas y de informar la práctica nacional e internacional y proporcionar un enfoque práctico de gobernanza como alternativa al establecimiento de políticas de arriba hacia abajo o descendentes.

6.7.4 Otros enfoques

Muchos otros enfoques han evolucionado para hacer frente a la pérdida de biodiversidad y responder a los factores que la provocan. De un lado, las compensaciones de la biodiversidad crean beneficios provenientes de la misma biodiversidad con el fin de compensar las pérdidas (Gordon *et al.* 2015; Apostolopoulou y Adams 2017). En los últimos diez años se han desarrollado programas de compensación en numerosos países, que pueden resultar controversiales dado su fundamento en la monetización de la naturaleza (Adams 2014; Costanza *et al.* 2017), sin embargo, esta preocupación también resulta siendo una herramienta útil para respaldar ciertos instrumentos políticos, como las evaluaciones socioeconómicas de las políticas e inversiones públicas, y los incentivos económicos, como el pago por servicios ecosistémicos, permisos y regímenes fiscales (Bateman *et al.* 2013; Gaworecki 2017). Otro instrumento económico es el Sistema de Contabilidad Ambiental-Económica de las Naciones Unidas (Contabilidad Experimental de los Ecosistemas), desarrollado en 2012 y sobre el cual se han preparado varios ejemplos (Victoria en Australia, Uganda y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte; Eigenraam, Chua y Hasker 2013; PNUMA-WCMC e Instituto para el Desarrollo de la Contabilidad Ambiental-Económica [IDEEA] 2017; Oficina de Estadísticas Nacionales del Reino Unido 2018), y se han puesto en marcha iniciativas para fomentar su uso en la planificación (véase https://www.wavespartnership.org y https://naturalcapitalcoalition.org/).

Los esfuerzos para hacer frente a la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo culminaron con un acuerdo internacional en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el cual se encuentra enfocado en la orientación metodológica para la realización de actividades relacionadas con la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques (REDD) y el papel de la conservación, la gestión sostenible de los estos y el aumento de las reservas forestales de carbono en los países en desarrollo, más conocido como REDD+ (CMNUCC 2018). La certificación forestal, como la promovida por el Forest Stewardship Council (https://www.fsc.org/) y el Programme for the Endorsement of Forest Certification (https://www.pefc.org/) proporciona un mayor flujo de información a los consumidores, abarcando no solo la tala y la extracción, sino también el bienestar social y económico de los trabajadores y las comunidades locales (por ejemplo, la certificación de la gestión forestal en Indonesia; Miteva, Loucks y Pattanayak 2015), así como la transparencia y la inclusión en la toma de decisiones. En la Política Agrícola Común de la Unión Europea (UE) se han desarrollado algunos mecanismos para

Recuadro 6.10: Mujeres guardabosques en Sudáfrica

En 2015, un grupo de guardabosques sudafricano conformado mayoritariamente por mujeres, la Unidad Anti-Caza Furtiva Black Mamba, fue uno de los ganadores del principal premio medio ambiental de las Naciones Unidas. La unidad se formó en un intento de involucrar a las comunidades locales externas a los parques de conservación en la protección de la biodiversidad al interior de las cercas. Inicialmente fue conformada por 26 mujeres desempleadas graduadas de la escuela secundaria. Desde su puesta en marcha en 2013, la unidad ha reducido la caza con trampas en un 76%, ha retirado más de 1.000 trampas y ha puesto fuera de servicio cinco campamentos de cazadores furtivos y dos cocinas de carne de animales silvestres (United Nations 2015). http://www.blackmambas.org/uploads/8/3/5/5/83556980/screen-shot-2016-07-18-at-4-34-38-pm_orig.png



abordar los problemas medio ambientales mediante la protección y el fomento de la biodiversidad en el campo europeo.

Ahora, dentro de los entornos urbanos de los países desarrollados, aunque no solo para estos, está cobrando especial fuerza el movimiento hacia las "ciudades verdes" (Hegazy, Seddik e Ibrahim 2017), que destaca la protección y la expansión de los bosques urbanos, los espacios y parques verdes y los beneficios recreativos y de calidad del aire que proporcionan a las personas (Salbitano *et al.* 2016), incluida la mayor exposición a la biodiversidad microbiana, la cual es importante para una respuesta inmunitaria saludable (Lax, Nagler y Gilbert 2015). El compromiso público con la agricultura urbana y los programas específicos de apicultura y conservación de aves pueden facilitar el contacto humano con la naturaleza en un entorno urbano. La agricultura urbana y periurbana, cuando se guía por los principios de la agroecología, con desechos (o subproductos) reutilizados como materias primas, promueve la autosuficiencia, la igualdad de género, la resiliencia ante los desastres, la conservación del agua y el suelo y la sostenibilidad ambiental (FAO 2001; van Veenhuizen 2012).

En términos más generales, la adaptación basada en los ecosistemas (EbA) promueve la conservación, la gestión sostenible y su restauración para ayudar a las personas y las comunidades a adaptarse al cambio climático (Cohen-Shacham *et al.* 2016). Sin embargo, la integración efectiva de la AbE se ve dificultada por la incertidumbre científica a escala internacional y las disputas sobre los criterios de priorización (Ojea 2015; Bourne *et al.* 2016)

La gobernanza de los océanos es especialmente compleja. En la actualidad, los esfuerzos se centran en la elaboración del texto que contenga un instrumento internacional, jurídicamente vinculante, en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar en relación con los aspectos de conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica marina de las zonas situadas por fuera de la jurisdicción nacional (ABNJ, por sus siglas en inglés).

6.8 Conclusión

Nuestro conocimiento del mundo natural y de las amenazas que se ciernen sobre su integridad nunca ha sido mayor. Las nuevas tecnologías nos han proporcionado una visión sin precedentes sobre las diferentes dimensiones de la biodiversidad, desde los genomas hasta los biomas, generando cada vez más un mejor conocimiento de las principales presiones sobre la biodiversidad -transformación del hábitat/cambio de uso de la tierra, especies invasoras, contaminación, sobreexplotación, incluido el comercio ilegal de especies silvestres, y cambio climático-, aunque cada uno de los biomas del mundo se enfrenta a retos distintos, lo que refleja contextos geográficos, ecológicos y socioeconómicos particulares. La pérdida de biodiversidad se agrava en los lugares donde existe una importante desigualdad de riqueza, convirtiéndola en una gran amenaza para la justicia intergeneracional. Pero ha faltado la voluntad política y social necesaria para preservar la diversidad biológica. Aunque algunas respuestas políticas han demostrado su eficacia para promover la conservación de la biodiversidad, aún existen tendencias negativas que persisten y afectan a casi todos los aspectos de la biodiversidad lo cual indica la necesidad de una acción más concertada. Las poblaciones de animales silvestres están disminuyendo y reduciendo su potencial de adaptación; los índices actuales de extinción de especies se estiman en órdenes de magnitud superiores a los índices de fondo; algunos científicos sugieren que podríamos estar entrando en un sexto evento de extinción masiva, en tanto que los ecosistemas se están degradando cada vez más.

De ahí que se necesite con urgencia una mayor inversión en conservación a escala mundial. Una mayor atención al fortalecimiento de los sistemas de gobernanza; la mejora de los marcos políticos a través de la investigación; la integración, la aplicación y el cumplimiento efectivo; el fomento de las asociaciones y la participación, son todas medidas que tienen el potencial de abordar las mayores presiones sobre la biodiversidad. Los esfuerzos para combatir la pérdida de biodiversidad también deben abordar la erradicación de la pobreza, la desigualdad de género, la corrupción sistémica en las estructuras de gobernanza y otras variables sociales. El camino hacia la conservación de la biodiversidad mundial y la búsqueda de soluciones para su uso sostenible es un viaje largo, pero crítico. La humanidad depende de él para apoyar las contribuciones de la naturaleza a las personas y el florecimiento de la salud y el desarrollo.

Referencias

Abson, D.J., Fraser, E.D.G. y Benton, T.G. (2013). Landscape diversity and the resilience of agricultural returns: A portfolio analysis of land-use patterns and economic returns from lowland agriculture. *Agriculture & Food Security* 2(2). https://doi.org/10.1186/2048-7010-2-2.

Adams, W.M. (2014). The value of valuing nature. *Science* 346(6209), 549. https://doi.org/10.1126/science.1255997.

Agrawal, A., Cashore, B., Hardin, R., Shepherd, G., Benson, C. y Miller, D. (2013). Economic contributions of forests. *United Nations Forum on Forests Tenth Session*. Istanbul, 8-19 April 2013. United Nations Forum on Forests http://www.un.org/esa/forests/pdf/session_documents/unff10/EcoContrForests.pdf

Ahmed, M. y Suphachalasai, S. (2014). *Assessing the costs of climate change and adaptation in South Asia.* Manila: Asian Development Bank. https://think-asia.org/bitstream/handle/11540/46/ assessing-costs-climate-change-and-adaptation-south-asia.pdf?sequence=1.

Aide, T.M., Clark, M.L., Grau, H.R., López-Carr, D., Levy, M.A., Redo, D. *et al.* (2013). Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010). *Biotropica* 45(2), 262-271. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00908.x.

Akiner, M.M., Demirci, B., Babuadze, G., Robert, V. y Schaffner, F. (2016). Spread of the Invasive Mosquitoes Aedes aegypti and Aedes albopictus in the Black Sea Region Increases Risk of Chikungunya, Dengue, and Zika Outbreaks in Europe. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 10(4), e0004664. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004664.

Alamgir, M., Campbell, M.J., Sloan, S., Goosem, M., Clements, G.R., Mahmoud, M.I. *et al.* (2017). Economic, Socio-Political and Environmental Risks of Road Development in the Tropics. *Current Biology* 27(20), R1130-R1140. https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.08.067.

Alava, J.J., Cheung, W.W.L., Ross, P.S. y Sumaila, U.R. (2017). Climate change–contaminant interactions in marine food webs: Toward a conceptual framework. *Global Change Biology* 23(10), 3984–4001. https://doi.org/10.1111/gcb.13667.

Alexander, P., Rounsevell, M.D.A., Dislich, C., Dodson, J.R., Engström, K. y Moran, D. (2015). Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change* 35, 138-147. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.011.

Alexandratos, N. and Bruinsma, J. (2012). *World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision.* ESA Working Paper No. 12-03. Rome: Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf.

Almond, R.E.A., Butchart, S.H.M., Oldfield, T.E.E., McRae, L. y de Bie, S. (2013). Exploitation indices: Developing global and national metrics of wildlife use and trade. En *Biodiversity Monitoring and Conservation: Bridging the gap between global commitment and local action.* Collen, B., Pettorelli, N., Baillie, J.E.M. y Durant, S.M. (eds.). Oxford: Wiley-Blackwell. chapter 8. 159-188. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118490747.ch8

Alroy, J. (2017). Effects of habitat disturbance on tropical forest biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(23), 6056-6061. https://doi.org/10.1073/pnas.1611855114.

Alsos, I.G., Ehrich, D., Seidenkrantz, M.-S., Bennike, O., Kirchhefer, A.J. y Geirsdottir, A. (2016). The role of sea ice for vascular plant dispersal in the Arctic. *Biology letters* 12(9). https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0264.

Amesbury, M.J., Roland, T.P., Royles, J., Hodgson, D.A., Convey, P., Griffiths, H. *et al.* (2017). Widespread biological response to rapid warming on the Antarctic Peninsula. *Current Biology* 27(11), 1616-1622. https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.034.

Apostolopoulou, E. y Adams, W.M. (2017). Biodiversity offsetting and conservation: Reframing nature to save it. *Oryx* 51(1), 23-31. https://doi.org/10.1017/S0030605315000782.

Araújo, C.V.M. y Cedeño-Macias, L.A. (2016). Heavy metals in yellowfin tuna (Thunnus albacares) and common dolphinfish (Coryphaena hippurus) landed on the Ecuadorian coast. *Science of the Total Environment* 541, 149-154. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.090.

Armstrong, R.L. (2010). *The Glaciers of the Hindu Kush-Himalayan Region: A Summary of the Science Regarding Glacier Melt/Retreat in the Himalayan, Hindu Kush, Karakoram, Pamir, and Tien Shan Mountain Ranges.* Kathmandu: International Centre for Integrated Mountain Development. http://lib.icimod.org/record/26917/files/attachment_734.pdf.

Arrigo, K.R. (2014). Sea ice ecosystems. *Annual review of marine science* 6, 439-467. https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135103.

Assan, J.K., Caminade, C. y Obeng, F. (2009). Environmental variability and vulnerable livelihoods: Minimising risks and optimising opportunities for poverty alleviation. *Journal of International Development* 21(3), 403-418. https://doi.org/10.1002/jid.1563.

Aukema, J.E., Leung, B., Kovacs, K., Chivers, C., Britton, K.O., Englin, J. *et al.* (2011). Economic Impacts of Non-Native Forest Insects in the Continental United States. *PloS one* 6(9), e24587. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024587.

Baccini, A., Walker, W., Carvalho, L., Farina, M., Sulla-Menashe, D. y Houghton, R.A. (2017). Tropical forests are a net carbon source based on aboveground measurements of gain and loss. *Science* 358(6360), 230-234. https://doi.org/10.1126/science.aam5962.

Barbier, E.B., Moreno-Mateos, D., Rogers, A.D., Aronson, J., Pendleton, L., Danovaro, R. *et al.* (2014). Protect the deep sea. *Nature* 505(7484), 475-477. https://www.nature.com/news/ecology-protect-the-deep-sea-1.14547.

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B. *et al.* (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471(7336), 51-57. https://doi.org/10.1038/nature09678.

Bartomeus, I., Ascher, J.S., Gibbs, J., Danforth, B.N., Wagner, D.L., Hedtke, S.M. *et al.* (2013). Historical changes in northeastern US bee pollinators related to shared ecological traits. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(12), 4656-4660. https://doi.org/10.1073/pnas.1218503110.

Bateman, I.J., Harwood, A.R., Mace, G.M., Watson, R.T., Abson, D.J., Andrews, B. *et al.* (2013). Bringing ecosystem services into economic decision-making: Land use in the United Kingdom. *Science* 341(6141), 45. https://doi.org/10.1126/science.1234379.

Begna, D. (2015). Assessment of pesticides use and its economic impact on the apiculture subsector in selected districts of Amhara Region, Ethiopia. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology* 5(3), 267. https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000267.

Bellard, C., Cassey, P. y Blackburn, T.M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology letters* 12(2). https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623.

Bennett, E.L. (2015). Legal ivory trade in a corrupt world and its impact on African elephant populations. *Conservation Biology* 29(1), 54-60. https://doi.org/10.1111/cobi.12377.

Bennett, J.R., Shaw, J.D., Terauds, A., Smol, J.P., Aerts, R., Bergstrom, D.M. *et al.* (2015). Polar lessons learned: Long-term management based on shared threats in Arctic and Antarctic environments. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13(6), 316-324. https://doi.org/10.1890/140315.

Bennett, N.J. y Dearden, P. (2014). Why local people do not support conservation: Community perceptions of marine protected area livelihood impacts, governance and management in Thailand. *Marine Policy* 44, 107-116. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.08.017.

Bergman, Å., Heindel, J.J., Jobling, S., Kidd, K.A. y Zoeller, R.T. (eds.) (2013). *State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals - 2012.* Geneva: United Nations Environment Programme and the World Health Organization.http://www.who.int/iris/bitstream/10665/78101/1/9789241505031_eng.pdf?ua=1.

Bhutani, S. (2013). *Researching Agriculture in South Asia: The Law and Policy Context For Agricultural Research and Development and Its Impact on Smallholder Farmers.* London: International Institute for Environment and Development. http://re.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/ReSearchingAgricultureJune2013.pdf.

Black, R., Adger, W.N., Arnell, N.W., Dercon, S., Geddes, A. y Thomas, D. (2011). The effect of environmental change on human migration. *Global Environmental Change* 21(Supplement 1), S3-S11. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.001.

Bourne, A., Holness, S., Holden, P., Scorgie, S., Donatti, C.I. y Midgley, G. (2016). A socio-ecological approach for identifying and contextualising spatial ecosystem-based adaptation priorities at the sub-national level. *PloS one* 11(5), e0155235. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155235.

Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W., Overbeek, C.C., Bureau, D.P., Pawlowski, M. y Glibert, P.M. (2013). Hindcasts and Future Projections of Global Inland and Coastal Nitrogen and Phosphorus Loads Due to Finfish Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science* 21(2), 112-156. https://doi.org/10.1080/10641262.2013.790340.

Brazil Ministério de Meio Ambiente (2015). *Terraclass: Projeto terraclass cerrado mapeamento do uso e cobertura vegetal do cerrado* [http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/index.php?mais=1.

Brenton-Rule, E.C., Barbieri, R.F. y Lester, P.J. (2016). Corruption, development and governance indicators predict invasive species risk from trade. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283(1832). https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0901.

Broad, S., Mulliken, T. y Roe, D. (2003). The nature and extent of legal and illegal trade in wildlife. En *The trade in wildlife: regulation for conservation.* Oldfield, S. (ed.). London: Earthscan Publications. chapter 1. 3-22. http://dlib.scu.ac.ir/bitstream/Hannan/462459/2/185383954X.pdf

Brockerhoff, E.G., Barbaro, L., Castagneyrol, B., Forrester, D.I., Gardiner, B., González-Olabarria, J.R. *et al.* (2017). Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation* 26(13), 3005-3035. https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2.

Brooks, B.W., Lazorchak, J.M., Howard, M.D.A., Johnson, M.-V.V., Morton, S.L., Perkins, D.A.K. *et al.* (2016). Are harmful algal blooms becoming the greatest inland water quality threat to public health and aquatic ecosystems? *Environmental Toxicology and Chemistry* 35(1), 6-13. https://doi.org/10.1002/etc.3220.

Bruford, M.W., Davies, N., Dulloo, M.E., Faith, D.P. y Walters, M. (2017). Monitoring changes in genetic diversity. En *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks.* Walters, M. y Scholes, R. (eds.). Cham: Springer. 107-128. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-27288-7_5#citeas

Butt, N., Beyer, H.L., Bennett, J.R., Biggs, D., Maggini, R., Mills, M. *et al.* (2013). Biodiversity risks from fossil fuel extraction. *Science* 342(6157), 425-426. https://doi.org/10.1126/science.1237261.

Cable, J., Barber, I., Boag, B., Ellison, A.R., Morgan, E.R., Murray, K. *et al.* (2017). Global change, parasite transmission and disease control: Lessons from ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 372(1719). https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0088.

Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P. *et al.* (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486(7401), 59-67. https://doi.org/10.1038/nature11148.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M. y Palmer, T.M. (2015). Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances* 1(5), e1400253. https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R. y Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(30), E6089-E6096. https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2017). *Zoonotic Diseases*. https://www.cdc.gov/onehealth/basics/zoonotic-diseases.html (Consultado: 1 de diciembre de 2017).

Chen, I.C., Hill, J.K., Ohlemüller, R., Roy, D.B. y Thomas, C.D. (2011). Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* 333(6045), https://doi.org/10.1126/science.1206432.

Chettri, N. (2015). Reconciling mountain biodiversity conservation in a changing climate: A Hindu Kush-Himalayan perspective. *Conservation Science* 2(1), 17-27. https://doi.org/10.3126/cs.v2i1.13766.

Chown, S.L., Brooks, C.M., Terauds, A., Le Bohec, C., van Klaveren-Impagliazzo, C., Whittington, J.D. *et al.* (2017). Antarctica and the strategic plan for biodiversity. *PLoS biology* 15(3), e2001656. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001656.

Clark, N.E., Lovell, R., Wheeler, B.W., Higgins, S.L., Depledge, M.H. y Norris, K. (2014). Biodiversity, cultural pathways, and human health: A framework. *Trends in Ecology & Evolution* 29(4), 198-204. https://www.doi.org/10.1016/j.tree.2014.01.009.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. y Maginnis, S. (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges.* Gland: IUCN. https://www.researchgate.net/profile/Emmanuelle_Cohen-Shacham/publication/307608144_Nature-based_Solutions_to_address_global_societal_challenges/links/57cd67f408ae59825189ca7a.pdf.

Collen, B., Böhm, M., Kemp, R. y Baillie, J.E. (2012). *Spineless: status and trends of the world's invertebrates.* London: Zoological Society of London. https://www.zsl.org/sites/default/files/media/2014-02/spineless-report.pdf.

Collen, B., Whitton, F., Dyer, E.E., Baillie, J.E.M., Cumberlidge, N., Darwall, W.R.T. *et al.* (2014). Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Global Ecology and Biogeography* 23(1), 40-51. https://doi.org/10.1111/geb.12096.

Conservation of Arctic Flora and Fauna (2013). *Arctic Biodiversity Assessment: Status and Trends in Arctic Biodiversity.* Akureyri. http://arcticlcc.org/assets/resources/ABA2013Science.pdf.

Conservation of Arctic Flora and Fauna (2017). *State of The Arctic Marine Biodiversity: Key Findings and Advice For Monitoring.* Akureyri: Conservation of Arctic Flora and Fauna. https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/1955/SAMBR_Summary_April_2017_LR.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Convention on Biological Diversity (2014). *Pathways of introductions of invasive species, their prioritization and management.* Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA) of the Convention on Biological Diversity. https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-18/official/sbstta-18-09-add1-en.pdf.

Convention on Biological Diversity (2016). Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity XIII/17. Synthetic Biology. CBD/COP/DEC/XIII/17. 4 https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-17-en.pdf

Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (2018). *What is CITES?* https://www.cites.org/eng/disc/what.php (Consultado: 5 de junio de 2017).

Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P. *et al.* (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* 28, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008.

Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C.K., Hilborn, R., Melnychuk, M.C. *et al.* (2016). Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(18), 5125-5129. https://doi.org/10.1073/pnas.1520420113.

Cuba-Díaz, M., Troncoso, J.M., Cordero, C., Finot, V.L. y Rondanelli-Reyes, M. (2013). Juncus bufonius, a new non-native vascular plant in King George Island, South Shetland Islands. *Antarctic Science* 25(3), 385-386. https://doi.org/10.1017/S0954102012000958.

Dangal, S.R.S., Tian, H., Zhang, B., Pan, S., Lu, C. y Yang, J. (2017). Methane emission from global livestock sector during 1890–2014: Magnitude, trends and spatiotemporal patterns. *Global Change Biology* 23(10), 4147-4161. https://doi.org/10.1111/gcb.13709.

Di Minin, E. y Toivonen, T. (2015). Global protected area expansion: Creating more than paper parks. *BioScience* 65(7), 637-638. https://doi.org/10.1093/biosci/biv064.

Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N.D., Wikramanayake, E. *et al.* (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience* 67(6), 534-545. https://doi.org/10.1093/biosci/bix014.

Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J.B. y Collen, B. (2014). Defaunation in the anthropocene. *Science* 345(6195), 401-406. https://doi.org/10.1126/science.1251817.

Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C., Beltrame, C., Freeman, R. y Walpole, M. (2016). Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends index. *Biological Conservation* 193, 27-35. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.10.023.

Djoudi, H., Vergles, E., Blackie, R.R., Koame, C.K. y Gautier, D. (2015). Dry forests, livelihoods and poverty alleviation: understanding current trends. *International Forestry Review* 17, 54-69. https://doi.org/10.1505/146554815815834868.

Doherty, T.S., Glen, A.S., Nimmo, D.G., Ritchie, E.G. y Dickman, C.R. (2016). Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(40), 11261-11265. https://doi.org/10.1073/pnas.1602480113.

Dowie, M. (2009). *Conservation Refugees: The Hundred-Year Conflict Between Global Conservation and Native Peoples.* Cambridge, MA: MIT Press. http://web.mnstate.edu/robertsb/307/Articles/Conservation_Refugees_Intro.pdf.

Duffy, G.A., Coetzee, B.W.T., Latombe, G., Akerman, A.H., McGeoch, M.A. y Chown, S.L. (2017). Barriers to globally invasive species are weakening across the Antarctic. *Diversity and Distributions* 23(9), 982-996. https://doi.org/10.1111/ddi.12593.

Early, R., Bradley, B.A., Dukes, J.S., Lawler, J.J., Olden, J.D., Blumenthal, D.M. *et al.* (2016). Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature Communications* 7, 12485. https://doi.org/10.1038/ncomms12485.

Ebi, K.L., Woodruff, R., von Hildebrand, A. y Corvalan, C. (2007). Climate change-related health impacts in the Hindu Kush–Himalayas. *EcoHealth* 4(3), 264-270. https://doi.org/10.1007/s10393-007-0119-z.

Eigenraam, M., Chua, J. y hasker, J. (2013). *Environmental-Economic Accounting: Victorian Experimental Ecosystem Accounts, Version 1.0*. [Department of Sustainability and Environment, State of Victoria https://www.researchgate.net/profile/Mark_Eigenraam2/publication/273692801_Environmental-Economic_Accounting_Victorian_Experimental_Ecosystem_Accounts_Version_10/links/550881190cf2d7a28129f415/Environmental-Economic-Accounting-Victorian-Experimental-Ecosystem-Accounts-Version-10.pdf.

Ejigu, K., Adgaba, N. y Bekele, W. (2008). The role of women and indigenous knowledge in Ethiopian beekeeping. *Bees for Development* 86. http://www.beesfordevelopment.org/media/2656/bfdj86-women-ethiopia008.pdf.

Eklund, J. y Cabeza, M. (2017). Quality of governance and effectiveness of protected areas: Crucial concepts for conservation planning. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1399(1), 27-41. https://doi.org/10.1111/nyas.13284.

Emmerson, M., Morales, M.B., Oñate, J.J., Batáry, P., Berendse, F., Liira, J. *et al.* (2016). How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. En *Advances in Ecological Research.* Dumbrell, A.J., Kordas, R.L. y Woodward, G. (eds.). Academic Press. 43-97. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065250416300204

Engelbrecht, C.J. y Engelbrecht, F.A. (2016). Shifts in Köppen-Geiger climate zones over southern Africa in relation to key global temperature goals. *Theoretical and applied climatology* 123(1-2), 247-261. https://doi.org/10.1007/s00704-014-1354-1.

Epple, C. y Dunning, E. (2014). *Ecosystem Resilience to Climate Change: What is it and How Can it be Addressed in the Context of Climate Change Adaptation?* Cambridge: United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. https://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/288/original/Ecosystem_resilience_to_climate_change_formatted_20141219.pdf?1419260116.

Eriksson, M., Xu, J., Shrestha, A.B., Vaidya, R.A., Santosh, N. y Sandström, K. (2009). *The Changing Himalayas: Impact of Climate Change on Water Resources and Livelihoods in The Greater Himalayas.* Kathmandu: International Centre for Integrated Mountain Development. https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093086376.

Figurel, J.J., Durán, E. y Bray, D.B. (2011). Conservation of the jaguar *Panthera onca* in a community-dominated landscape in montane forests in Oaxaca, Mexico. *Oryx* 45(4), 554-560. https://doi.org/10.1017/S0030605310001353.

Fischer, J., Abson, D.J., Bergsten, A., Collier, N.F., Dorresteijn, I., Hanspach, J. *et al.* (2017). Reframing the food–biodiversity challenge. *Trends in Ecology & Evolution* 32(5), 335-345. https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.02.009.

Foale, S., Adhuri, D., Aliño, P., Allison, E.H., Andrew, N., Cohen, P. *et al.* (2013). Food security and the coral triangle initiative. *Marine Policy* 38, 174-183. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.05.033.

Foley, J.A., Asner, G.P., Costa, M.H., Coe, M.T., DeFries, R., Gibbs, H.K. *et al.* (2007). Amazonia revealed: Forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(1), 25-32. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[25:ARFDAL]2.0.CO;2.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M. *et al.* (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478(7369), 337-342. https://doi.org/10.1038/nature10452.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2001). *Urban and Peri-Urban Agriculture: A Briefing Guide for the Successful Implementation of Urban and Peri-urban Agriculture in Developing Countries and Countries of Transition.* Handbook Series. Rome. http://www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/briefing_guide.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015a). *Coping with Climate Change: The Roles of Genetic Resources for Food and Agriculture.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i3866e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015b). *FAOSTAT-Forestry Database: Global Production and Trade of Forest Products in 2015.* Rome http://www.fao.org/forestry/statistics/80938/en/ (Consultado 2 de abril de 2017)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Sustainable Wildlife Management and Gender.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i6574e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018a). *Sustainable development goals: SDG Indicator 2.5.2 - Risk status of livestock breeds*. Food and Agriculture Organization http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/252/en/ (Consultado: 1 de Junio de 2017).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018b). *The State of World fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the Sustainable Development Goals.* Rome. http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018c). *The State of the World's Forest 2018: Forest Pathways To Sustainable Development.* Rome. http://www.fao.org/3/ca0188en/ca0188en.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations and Platform for AgroBiodiversity Research (2011). *Biodiversity for Food and Agriculture: Contributing to Food Security and Sustainability in A Changing World.* Rome. http://www.fao.org/fileadmin/templates/biodiversity_paia/PAR-FAO-book_lr.pdf.

Fornace, K.M., Abidin, T.R., Alexander, N., Brock, P., Grigg, M.J., Murphy, A. *et al.* (2016). Association between landscape factors and spatial patterns of Plasmodium knowlesi infections in Sabah, Malaysia. *Emerging infectious diseases* 22(2), 201-209. https://doi.org/10.3201/eid2202.150656.

Foster, S., Swann, R.L. yFurness, R.W. (2017). Can changes in fishery landings explain long-term population trends in gulls? *Bird Study* 64(1), 90-97. https://doi.org/10.1080/00063657.2016.1274287.

Frey, K.E., Comiso J.C., Cooper, L.W., Gradinger, R.R., Grebmeier, J.M. y Tremblay, J.É. (2016). Arctic ocean primary productivity. En *Arctic Report Card 2016.* ftp://ftp.oar.noaa.gov/arctic/documents/ArcticReportCard_full_report2016.pdf

Galiè, A., Jiggins, J., Struik, P.C., Grando, S. y Ceccarelli, S. (2017). Women's empowerment through seed improvement and seed governance: Evidence from participatory barley breeding in pre-war Syria. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 81, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.njas.2017.01.002.

Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P. *et al.* (2013). Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications* 4(1340). https://doi.org/10.1038/ncomms2328.

Gang, C., Zhou, W., Chen, Y., Wang, Z., Sun, Z., Li, J. *et al.* (2014). Quantitative assessment of the contributions of climate change and human activities on global grassland degradation. *Environmental Earth Sciences* 72(11), 4273-4282. https://doi.org/10.1007/s12665-014-3322-6.

Gavrilescu, M., Demnerová, K., Aamand, J., Agathos, S. y Fava, F. (2015). Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation. *New Biotechnology* 32(1), 147-156. https://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.01.001.

Gaworecki, M. (2017). Cash for conservation: Do payments for ecosystem services work? *Mongabay Series: Conservation Effectiveness*, Mongabay https://news.mongabay.com/2017/10/cash-for-conservation-do-payments-for-ecosystem-services-work/.

Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I.D., Hockings, M. y Burgess, N.D. (2013). Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological conservation* 161, 230-238. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.018.

Genovesi, P., Carnevali, L. y Scalera, R. (2015). *The Impact of Invasive Alien Species on Native Threatened Species in Europe.* Technical report for the European Commission. Rome: Institute for Environmental Protection and Research. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/19388/ISSG_report_impact_of_IAS_on_biodiversity_in_E.pdf?sequence=1.

Gerlitz, J.-Y., Macchi, M., Brooks, N., Pandey, R., Banerjee, S. y Jha, S.K. (2017). The multidimensional livelihood vulnerability index – an instrument to measure livelihood vulnerability to change in the Hindu Kush Himalayas. *Climate and Development* 9(2), 124-140. https://doi.org/10.1080/17565529.2016.1145099.

Ghazi, W.T., Muniruzzaman, A.N.M. y Singh, A.K. (2016). *Climate Change and Security in South Asia: Cooperating for Peace.* Global Military Advisory Council on Climate Change. http://gmaccc.org/wp-content/uploads/2016/05/Climate_Change_and_Security_in_South_Asia.pdf.

Gordon, A., Bull, J.W., Wilcox, C. y Maron, M. (2015). FORUM: Perverse incentives risk undermining biodiversity offset policies. *Journal of Applied Ecology* 52(2), 532-537. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12398.

Green Economy Coalition (2012). *The Green Economy Pocketbook: The Case For Action.* London. http://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/The_GE_Pocketbook_The_case_for_action_GEC.pdf.

Grêt-Regamey, A., Brunner, S.H. y Kienast, F. (2012). Mountain ecosystem services: Who cares? *Mountain Research and Development* 32, S23-S34. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00115.S1.

Grytnes, J.A., Kapfer, J., Jurasinski, G., Birks, H.H., Henriksen, H., Klanderud, K. *et al.* (2014). Identifying the driving factors behind observed elevational range shifts on European mountains. *Global Ecology and Biogeography* 23(8), 876-884. https://doi.org/10.1111/geb.12170.

Guerra, C.A., Snow, R.W. y Hay, S.I. (2006). A global assessment of closed forests, deforestation and malaria risk. *Annals of tropical medicine and parasitology* 100(3), 189-204. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3204444/.

Haines-Young, R. y Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. En *Ecosystem Ecology: a new synthesis.* Raffaelli, D.G. y Frid, C.L.J. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 6. 110-139. https://www.nottingham.ac.uk/cem/pdf/Haines-Young&Potschin_2010.pdf

Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H. *et al.* (2017). More than 75 per cent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one* 12(10), e0185809. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809.

Halpern, B.S. (2014). Making marine protected areas work. *Nature* 506, 167-168. https://doi.org/10.1038/nature13053.

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A. *et al.* (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342(6160), 850-853. https://doi.org/10.1126/science.1244693.

Hara, K., Zhao, Y., Tomita, M., Kamagata, N. y Li, Y. (2016). Impact of the Great East Japan Earthquake and Tsunami on coastal vegetation and landscapes in northeast Japan: Findings based on remotely sensed data analysis. En *Ecological Impacts of Tsunamis on Coastal Ecosystems.* Urabe J. y Nakashizuka, T. (eds.). Tokyo: Springer. 253-269. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-56448-5_16

Harrison, P.A., Berry, P.M., Simpson, G., Haslett, J.R., Blicharska, M., Bucur, M. *et al.* (2014). Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review. *Ecosystem Services* 9, 191-203. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.05.006.

He, F., Zarfl, C., Bremerich, V., Henshaw, A., Darwall, W., Tockner, K. *et al.* (2017). Disappearing giants: A review of threats to freshwater megafauna. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 4(3), e1208. https://doi.org/10.1002/wat2.1208.

Hegazy, I., Seddik, W. y Ibrahim, H. (2017). Towards green cities in developing countries: Egyptian new cities as a case study. *International Journal of Low-Carbon Technologies* 12(4), 358-368. https://doi.org/10.1093/ijlct/ctx009.

Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., Hooten, A.J., Steneck, R.S., Greenfield, P., Gomez, E. *et al.* (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318(5857), 1737-1742. https://doi.org/10.1126/science.1152509.

Hoffmann, M., Brooks, T.M., Butchart, S.H.M., Gregory, R.D. y McRae, L. (2018). Trends in biodiversity: Vertebrates. *Encyclopedia of the Anthropocene* 3, 175-184. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809665-9.09963-8.

Houspanossian, J., Giménez, R., Jobbágy, E. y Nosetto, M. (2017). Surface albedo raise in the South American Chaco: Combined effects of deforestation and agricultural changes. *Agricultural and Forest Meteorology* 232, 118-127. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.08.015.

Hughes, K.A., Cowan, D.A. y Wilmotte, A. (2015). Protection of Antarctic microbial communities–'out of sight, out of mind'. *Frontiers in microbiology* 6(151). https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00151.

Hughes, T.P., Kerry, J.T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J.G., Anderson, K.D., Baird, A.H. *et al.* (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature* 543(7645), https://doi.org/10.1038/nature21707.

Hunt, S.K., Galatowitsch, M.L. y McIntosh, A.R. (2017). Interactive effects of land use, temperature, and predators determine native and invasive mosquito distributions. *Freshwater Biology* 62(9), 1564-1577. https://doi.org/10.1111/fwb.12967.

Hussain, R.I., Walcher, R., Brandl, D., Arnberger, A., Zaller, J.G. y Frank, T. (2018). Efficiency of two methods of sampling used to assess the abundance and species diversity of adult Syrphidae (Diptera) in mountainous meadows in the Austrian and Swiss Alps. *European Journal of Entomology* 115, 150-156. https://doi.org/10.14411/eje.2018.014.

Hussain, R.I., Walcher, R., Brandl, D., Jernej, I., Arnberger, A., Zaller, J.G. *et al.* (2017). Influence of abandonment on syrphid assemblages in mountainous meadows. *Journal of Applied Entomology* 142(4), 450-456. https://doi.org/10.1111/jen.12482.

Innis, L. y Simcock, A. (eds.) (2016). *The First Global Integrated Marine Assessment: World Ocean Assessment I*. New York, NY. http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RegProcess.htm.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K. *et al.* (eds.). Cambridge. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_frontmatter.pdf.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2013). Decision IPBES-2/4: Conceptual framework for the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 9 https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/Decision%20IPBES_2_4.pdf

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2016). *The Assessment Report of The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Pollination and Food Production.* Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V.L. y Ngo, H.T. (eds.). Bonn: https://www.researchgate.net/profile/Jean_Michel_Salles/publication/311486448_The_assessment_report_of_the_Intergovernmental_Science-Policy_Platform_on_Biodiversity_and_Ecosystem_Services_on_pollinators_pollination_and_food_production/links/58c27ef145851538eb7e6958/The-assessment-report-of-the-Intergovernmental-Science-Policy-Platform-on-Biodiversity-and-Ecosystem-Services-on-pollinators-pollination-and-food-production.pdf?origin=publication_detail.

International Centre for Integrated Mountain Development (2011). *Glacial Lakes and Glacial Lake Outburst Floods in Nepal.* Kathmandu. http://www.icimod.org/dvds/201104_GLOF/reports/final_report.pdf.

International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (2016). *From Uniformity to Diversity: A Paradigm Shift from Industrial Agriculture to Diversified Agroecological Systems.* http://www.ipes-food.org/images/Reports/UniformityToDiversity_FullReport.pdf.

International Union for Conservation of Nature (2010). *Plants Under Pressure, A Global Assessment. The First Report of the IUCN Sampled Red List.* Kew: Royal Botanical Gardens, Natural History Museum and International Union for Conservation of Nature. https://www.kew.org/sites/default/files/kppcont_027304.pdf.

International Union for Conservation of Nature (2017a). *The Red List Index*. https://www.iucn.org/theme/species/our-work/iucn-red-list-threatened-species/red-list-index.

International Union for Conservation of Nature (2017b). *IUCN Red List of Ecosystems*. [https://iucnrle.org/ (Consultado: 2 de octubre de 2017).

International Union for Conservation of Nature (2017c). *Grasslands*. [https://www.iucn.org/theme/protected-areas/wcpa/what-we-do/grasslands (Consultado: 12 de junio de 2017).

International Union for Conservation of Nature (2018). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1.* http://www.iucnredlist.org (Consultado: 9 de junio de 2017).

Johansen, J.L. y Jones, G.P. (2011). Increasing ocean temperature reduces the metabolic performance and swimming ability of coral reef damselfishes. *Global Change Biology* 17(9), 2971-2979. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02436.x.

Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (2015). *Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assessment.* Kershaw, P.J. (ed.). London: International Maritime Organization. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf.

Jones, K.R., Venter, O., Fuller, R.A., Allan, J.R., Maxwell, S.L., Negret, P.J. *et al.* (2018). One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science* 360(6390), 788. https://doi.org/10.1126/science.aap9565.

Karesh, W.B., Dobson, A., Lloyd-Smith, J.O., Lubroth, J., Dixon, M.A., Bennett, M. *et al.* (2012). Ecology of zoonoses: natural and unnatural histories. *The Lancet* 380(9857), 1936-1945. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61678-X.

Keesing, F. y Young, T.P. (2014). Cascading consequences of the loss of large mammals in an African savanna. *BioScience* 64(6), 487-495. https://doi.org/10.1093/biosci/biu059.

Kehoe, L., Romero-Muñoz, A., Polaina, E., Estes, L., Kreft, H. y Kuemmerle, T. (2017). Biodiversity at risk under future cropland expansion and intensification. *Nature Ecology & Evolution* 1(8), 1129-1135. https://doi.org/10.1038/s41559-017-0234-3.

Keith, D.A., Rodríguez, J.P., Brooks, T.M., Burgman, M.A., Barrow, E.G., Bland, L. *et al.* (2015). The IUCN red list of ecosystems: motivations, challenges, and applications. *Conservation Letters* 8(3), 214-226.

Keith, D.A., Rodríguez, J.P., Rodríguez-Clark, K.M., Nicholson, E., Aapala, K., Alonso, A. *et al.* (2013). Scientific foundations for an IUCN red list of ecosystems. *PloS one* 8(5), e62111. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111.

Kelly, T.R., Karesh, W.B., Johnson, C.K., Gilardi, K.V.K., Anthony, S.J., Goldstein, T. *et al.* (2017). One Health proof of concept: Bringing a transdisciplinary approach to surveillance for zoonotic viruses at the human-wild animal interface. *Preventive Veterinary Medicine* 137, 112-118. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.11.023.

Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P. *et al.* (2008). *Technical support to EU strategy on invasive species (IS) - Assessment of the impacts of IS in Europe and the EU (final module report for the European Commission).* Brussels: Institute for European Environmental Policy (IEEP). http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/Kettunen2009_IAS_Task%201.pdf

Khan, S.M., Page, S.E., Ahmad, H. y Harper, D.M. (2013). Sustainable utilization and conservation of plant biodiversity in montane ecosystems: The western Himalayas as a case study. *Annals of botany* 112(3), 479-501. https://doi.org/10.1093/aob/mct125.

Kharouba, H.M., Ehrlén, J., Gelman, A., Bolmgren, K., Allen, J.M., Travers, S.E. *et al.* (2018). Global shifts in the phenological synchrony of species interactions over recent decades. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115(20), 5211-5216. https://doi.org/10.1073/pnas.1714511115.

Khoury, C.K., Bjorkman, A.D., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis, A. *et al.* (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(11), 4001-4006. https://doi.org/10.1073/pnas.1313490111.

Klinger, D. y Naylor, R. (2012). Searching for Solutions in Aquaculture: Charting a Sustainable Course. *Annual Review of Environment and Resources* 37(1), 247-276. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-021111-161531.

Knapp, S., Schweiger, O., Kraberg, A., Asmus, H., Asmus, R., Brey, T. *et al.* (2017). Do drivers of biodiversity change differ in importance across marine and terrestrial systems—Or is it just different research communities' perspectives? *Science of the Total Environment* 574, 191-203. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.002.

Kulmatov, R. (2008). Modern problems in using, protecting, and managing water and land resources of the Aral Sea Basin. En *Environmental Problems of Central Asia and their Economic, Social and Security Impacts.* Qi J. y Evered K.T. (eds.). Dordrecht: Springer. 15-30. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-8960-2_2?LI=true

Kumsa, T. y Gorfu, B. (2014). Beekeeping as integrated watershed conservation and climatic change adaptation: An action research in Boredo watershed. *Journal of Earth Science and Climate Changes* 5(7), 213. https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000213.

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. *et al.* (2017). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

Laurance, W.F., Sayer, J. y Cassman, K.G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology & Evolution* 29(2), 107-116. https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001.

Lavoie, R.A., Jardine, T.D., Chumchal, M.M., Kidd, K.A. y Campbell, L.M. (2013). Biomagnification of mercury in aquatic food webs: A worldwide meta-analysis. *Environmental science & technology* 47(23), 13385-13394. https://doi.org/10.1021/es403103t.

Lax, S., Nagler, C.R. y Gilbert, J.A. (2015). Our interface with the built environment: Immunity and the indoor microbiota. *Trends in immunology* 36(3), 121-123. https://doi.org/10.1016/j.it.2015.01.001.

Leadley, P.W., Krug, C.B., Alkemade, R., Pereira, H.M., Sumaila, U.R., Walpole, M. *et al.* (2014). *Progress towards the Aichi Biodiversity Targets: An Assessment of Biodiversity Trends, Policy Scenarios and Key Actions.* Technical Series 78. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-78-en.pdf.

Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Foran, B., Lobefaro, L. y Geschke, A. (2012). International trade drives biodiversity threats in developing nations. *Nature* 486, 109. https://doi.org/10.1038/nature11145.

Lewison, R.L., Crowder, L.B., Wallace, B.P., Moore, J.E., Cox, T., Zydelis, R. *et al.* (2014). Global patterns of marine mammal, seabird, and sea turtle bycatch reveal taxa-specific and cumulative megafauna hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. https://doi.org/10.1073/pnas.1318960111.

Li, Y., Hallerman, E.M., Liu, Q., Wu, K. y Peng, Y. (2015). The development and status of Bt rice in China. *Plant Biotechnology Journal* 14(3), 839-848. https://doi.org/10.1111/pbi.12464.

Low, P.S. (2013). Economic and social impacts of desertification, land degradation and drought: White paper i. *United Nations Convention to Combat Desertification 2nd Scientific Conference.* Bonn, 9-12 April 2013. United Nations Convention to Combat Desertification https://profiles.uonbi.ac.ke/jmariara/files/unccd_white_paper_1.pdf

Lyver, P., Perez, E., Carneiro da Cunha, M. y Roué, M. (eds.) (2015). *Indigenous and Local Knowledge About Pollination and Pollinators Associated With Food Production: Outcomes From the Global Dialogue Workshop*. http://www.unesco.org/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/IPBES_Pollination-Pollinators_Workshop.pdf.

MacDougall, A.S., McCann, K.S., Gellner, G. y Turkington, R. (2013). Diversity loss with persistent human disturbance increases vulnerability to ecosystem collapse. *Nature* 494(7435), 86-89. https://doi.org/10.1038/nature11869.

Mace, G.M., Norris, K. y Fitter, A.H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: A multilayered relationship. *Trends in Ecology & Evolution* 27(1), 19-26. https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.08.006.

Malaj, E., von der Ohe, P.C., Grote, M., Kühne, R., Mondy, C.P., Usseglio-Polatera, P. *et al.* (2014). Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(26), 9549-9554. https://doi.org/10.1073/pnas.1321082111.

Malhi, Y., Doughty, C.E., Galetti, M., Smith, F.A., Svenning, J.-C. y Terborgh, J.W. (2016). Megafauna and ecosystem function from the pleistocene to the anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(4), 838-846. https://doi.org/10.1073/pnas.1502540113.

Marlow, J. (2017). *The Virus Hunters.* Undark Magazine https://undark.org/article/virus-hunters-ebola-usaid-predict/ (Consultado: 5 de diciembre de 2017).

Maxwell, S.L., Fuller, R.A., Brooks, T.M. y Watson, J.E.M. (2016). Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature* 536(7615), 143-145. https://doi.org/10.1038/536143a.

McCauley, D.J., Pinsky, M.L., Palumbi, S.R., Estes, J.A., Joyce, F.H. y Warner, R.R. (2015). Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. *Science* 347(6219), 1255641. https://doi.org/10.1126/science.1255641.

McRae, L., Böhm, M., Deinet, S., Gill, M. y Collen, B. (2012). The Arctic Species Trend Index: using vertebrate population trends to monitor the health of a rapidly changing ecosystem. *Biodiversity* 13(3-4), 144-156. https://doi.org/10.1080/14888386.2012.705085.

McRae, L., Deinet, S. y Freeman, R. (2017). The diversity-weighted Living Planet Index: controlling for taxonomic bias in a global biodiversity indicator. *PloS one* 12(1), e0169156. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169156.

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2015). Global gray water footprint and water pollution levels related to anthropogenic nitrogen loads to fresh water. *Environmental science & technology* 49(21),

Midgley, G.F. y Bond, W.J. (2015). Future of African terrestrial biodiversity and ecosystems under anthropogenic climate change. *Nature Climate Change* 5(9), 823-829. https://doi.org/10.1038/nclimate2753.

Miteva, D.A., Loucks, C.J. y Pattanayak, S.K. (2015). Social and environmental impacts of forest management certification in Indonesia. *PloS one* 10(7), e0129675. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129675.

Miura, O., Sasaki, Y. y Chiba, S. (2012). Destruction of populations of Batillaria attramentaria (Caenogastropoda: Batillariidae) by tsunami waves of the 2011 Tohoku earthquake. *Journal of Molluscan Studies* 78(4), 377-380. https://doi.org/10.1093/mollus/eys025.

Molina-Montenegro, M.A., Carrasco-Urra, F., Rodrigo, C., Convey, P., Valladares, F. y Gianoli, E. (2012). Occurrence of the non-native annual bluegrass on the Antarctic mainland and its negative effects on native plants. *Conservation Biology* 26(4), 717-723. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01865.x.

Mudd, G.M. (2010). The environmental sustainability of mining in Australia: key mega-trends and looming constraints. *Resources Policy* 35(2), 98-115. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2009.12.001.

Nackley, L.L., West, A.G., Skowno, A.L. y Bond, W.J. (2017). The nebulous ecology of native invasions. *Trends in Ecology & Evolution* 32(11), 814-824. https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.08.003.

Naeem, S., Chazdon, R., Duffy, J.E., Prager, C. y Worm, B. (2016). Biodiversity and human well-being: an essential link for sustainable development. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283(1844). https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2091.

Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A. *et al.* (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520(7545), 45-50. https://doi.org/10.1038/nature14324.

Newbold, T., Hudson, L.N., Arnell, A.P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S. *et al.* (2016). Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science* 353(6296), 288-291. https://doi.org/10.1126/science.aaf2201.

Nordlund, L.M., Koch, E.W., Barbier, E.B. y Creed, J.C. (2016). Seagrass ecosystem services and their variability across Genera and geographical regions. *PloS one* 12(1), e0169942. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163091.

O'Neill, A.R., Badola, H.K., Dhyani, P.P. y Rana, S.K. (2017). Integrating ethnobiological knowledge into biodiversity conservation in the Eastern Himalayas. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 13(21), 1-14. https://doi.org/10.1186/s13002-017-0148-9.

Ocean Health Index (2017). *Habitat Destruction*. [http://www.oceanhealthindex.org/methodology/components/habitat-destruction (Consultado: 7 de octubre de 2017).

O'Connor, D. y Ford, J. (2014). Increasing the effectiveness of the "Great Green Wall" as an adaptation to the effects of climate change and desertification in the Sahel. *Sustainability* 6(10), 7142- 7154. https://doi.org/10.3390/su6107142.

O'Dea, C.B., Anderson, S., Sullivan, T., Landers, D. y Casey, C.F. (2017). Impacts to ecosystem services from aquatic acidification: Using FEGS-CS to understand the impacts of air pollution. *Ecosphere* 8(5), e01807. https://doi.org/10.1002/ecs2.1807.

Oh, B., Lee, K.J., Zaslawski, C., Yeung, A., Rosenthal, D., Larkey, L. *et al.* (2017). Health and well-being benefits of spending time in forests: Systematic review. *Environmental health and preventive medicine* 22(71), 1-11. https://doi.org/10.1186/s12199-017-0677-9.

Ojea, E. (2015). Challenges for mainstreaming ecosystem-based adaptation into the international climate agenda. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 41-48. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.03.006.

Olivero, J., Fa, J.E., Real, R., Márquez, A.L., Farfán, M.A., Vargas, J.M. *et al.* (2017). Recent loss of closed forests is associated with Ebola virus disease outbreaks. *Scientific Reports* 7(1), 14291. https://doi.org/10.1038/s41598-017-14727-9.

Ottinger, M., Clauss, K. y Kuenzer, C. (2016). Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments – A review. *Ocean & Coastal Management* 119, 244-266. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.10.015.

Pacifici, M., Foden, W.B., Visconti, P., Watson, J.E.M., Butchart, S.H.M., Kovacs, K.M. *et al.* (2015). Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change* 5(3), 215-224. https://doi.org/10.1038/nclimate2448.

Packer, J.G., Meyerson, L.A., Richardson, D.M., Brundu, G., Allen, W.J., Bhattarai, G.P. *et al.* (2017). Global networks for invasion science: benefits, challenges and guidelines. *Biological invasions* 19(4), 1081-1096. https://doi.org/10.1007/s10530-016-1302-3.

Paini, D.R., Sheppard, A.W., Cook, D.C., De Barro, P.J., Worner, S.P. y Thomas, M.B. (2016). Global threat to agriculture from invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(27), 7575. https://doi.org/10.1073/pnas.1602205113

Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review Ecology, Evolution, and Systematics* 37, 637-669. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100.

Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M. *et al.* (2017). Valuing nature's contributions to people: The IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26-27, 7-16. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006.

Pauli, H., Gottfried, M., Dullinger, S., Abdaladze, O., Akhalkatsi, M., Alonso, J.L.B. *et al.* (2012). Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science* 336(6079), 353-355. https://doi.org/10.1126/science.1219033.

Payne, R.J., Dise, N.B., Field, C.D., Dore, A.J., Caporn, S.J.M. y Stevens, C.J. (2017). Nitrogen deposition and plant biodiversity: Past, present, and future. *Frontiers in Ecology and the Environment* 15(8), 431-436. https://doi.org/10.1002/fee.1528.

Pejchar, L. y Mooney, H.A. (2009). Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology & Evolution* 24(9), 497-504. https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.016.

Persha, L., Agrawal, A. y Chhatre, A. (2011). Social and ecological synergy: Local rulemaking, forest livelihoods, and biodiversity conservation. *Science* 331(6024), 1606-1608. https://doi.org/10.1126/science.1199343.

Phalan, B., Green, R.E., Dicks, L.V., Dotta, G., Feniuk, C., Lamb, A. *et al.* (2016). How can higher-yield farming help to spare nature? *Science* 351(6272), 450-451. https://doi.org/10.1126/science.aad0055.

Piao, S., Tan, K., Nan, H., Ciais, P., Fang, J., Wang, T. *et al.* (2012). Impacts of climate and CO changes on the vegetation growth and carbon balance of Qinghai–Tibetan grasslands over the past five decades. *Global and Planetary Change* 98-99, 73-80. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.08.009.

Pimm, S.L., Jenkins, C.N., Abell, R., Brooks, T.M., Gittleman, J.L., Joppa, L.N. *et al.* (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 344(6187), 1246752. https://doi.org/10.1126/science.1246752.

Pisupati, B. y Prip, C. (2015). *Interim Assessment of Revised National Biodiversity Strategies and Action Plans (NBSAPs).* Cambridge: United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. https://www.cbd.int/doc/nbsap/Interim-Assessment-of-NBSAPs.pdf.

Platform for AgroBiodiversity Research (2013). *The indigenous pollinators network*. [http://agrobiodiversityplatform.org/par/2013/12/24/the-indigenous-pollinators-network/.

Plieninger, T., van der Horst, D., Schleyer, C. y Bieling, C. (2014). Sustaining ecosystem services in cultural landscapes. *Ecology and Society* 19(2), 59. https://doi.org/10.5751/ES-06159-190259.

Plowright, R.K., Eby, P., Hudson, P.J., Smith, I.L., Westcott, D., Bryden, W.L. *et al.* (2015). Ecological dynamics of emerging bat virus spillover. *Proceedings of the Royal Society B* 282(1798), 20142124. https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2124.

Porter-Bolland, L., Ellis, E.A., Guariguata, M.R., Ruiz-Mallén, I., Negrete-Yankelevich, S. y Reyes-García, V. (2012). Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management* 268, 6-17. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.034.

Post, E., Bhatt, U.S., Bitz, C.M., Brodie, J.F., Fulton, T.L., Hebblewhite, M. *et al.* (2013). Ecological consequences of sea-ice decline. *Science* 341(6145), 519-524. https://doi.org/10.1126/science.1235225.

Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D. *et al.* (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540, 220-229. https://doi.org/10.1038/nature20588.

Pulliam, J.R.C., Epstein, J.H., Dushoff, J., Rahman, S.A., Bunning, M., Jamaluddin, A.A. *et al.* (2011). Agricultural intensification, priming for persistence and the emergence of Nipah virus: A lethal bat-borne zoonosis. *Journal of The Royal Society Interface* 9(66). https://doi.org/10.1098/rsif.2011.0223.

Pywell, R.F., Heard, M.S., Woodcock, B.A., Hinsley, S., Ridding, L., Nowakowski, M. *et al.* (2015). Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282(1816). https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1740.

Quinn, C.H., Stringer, L.C., Berman, R.J., Le, H.T.V., Msuya, F.E., Pezzuti, J.C.B. *et al.* (2017). Unpacking changes in mangrove social-ecological systems: Lessons from Brazil, Zanzibar, y Vietnam. *Resources* 6(1), 14. https://doi.org/10.3390/resources6010014.

Rabitsch, W., Essl, F. y Schindler, S. (2017). The rise of non-native vectors and reservoirs of human diseases. En *Impact of Biological Invasions on Ecosystems Services.* M., V. y P., H. (eds.). Cham: Springer. 263-275. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45121-3_17.

Rapai, W. (2016). *Lake Invaders: Invasive Species and the Battle for the Future of the Great Lake.* Detroit, MI: Wayne State University Press. https://www.wsupress.wayne.edu/books/detail/lake-invaders.

Rendón, L.M., Guhl, F., Cordovez, J.M. y Erazo, D. (2015). New scenarios of *Trypanosoma cruzi* transmission in the Orinoco region of Colombia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 110(3), 283-288. https://doi.org/10.1590/0074-02760140403.

Ricciardi, A., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dick, J.T.A., Hulme, P.E., Iacarella, J.C. *et al.* (2017). Invasion Science: A Horizon Scan of Emerging Challenges and Opportunities. *Trends in Ecology & Evolution* 32(6), 464-474. https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.03.007.

Rochman, C.M., Hoh, E., Kurobe, T. y Teh, S.J. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports* 3(3263). https://doi.org/10.1038/srep03263.

Rodrigues, A.S.L., Brooks, T.M., Butchart, S.H.M., Chanson, J., Cox, N., Hoffmann, M. *et al.* (2014). Spatially explicit trends in the global conservation status of vertebrates. *PloS one* 10(3), e0121040. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113934.

Rodríguez, J.P., Keith, D.A., Rodríguez-Clark, K.M., Murray, N.J., Nicholson, E., Regan, T.J. *et al.* (2015). A practical guide to the application of the IUCN Red List of Ecosystems criteria. *Philosophic Transactions of the Royal Society B* 370(1662), 20140003. https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0003.

Rosen, G.E. y Smith, K.F. (2010). Summarizing the evidence on the international trade in illegal wildlife. *EcoHealth* 7(1), 24-32. https://doi.org/10.1007/s10393-010-0317-y.

Rótolo, G.C., Francis, C., Craviotto, R.M., Viglia, S., Pereyra, A. y Ulgiati, S. (2015). Time to re-think the GMO revolution in agriculture. *Ecological Informatics* 26, 35-49. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2014.05.002.

Royal Botanic Gardens Kew (2010). *Plants Under Pressure, a Global Assessment. The First Report of the IUCN Sampled Red List.* Kew and London: Royal Botanical Gardens, Natural History Museum and IUCN. https://www.kew.org/sites/default/files/kppcont_027304.pdf.

Royal Botanic Gardens Kew (2016). *The State of the World's Plants 2016.* https://stateoftheworldsplants.org/2016/report/sotwp_2016.pdf.

Royal Botanic Gardens Kew (2017). *The State of the World's Plants 2017.* https://stateoftheworldsplants.com/2017/report/SOTWP_2017.pdf.

Sala, E., Lubchenco, J., Grorud-Colvert, K., Novelli, C., Roberts, C. y Sumaila, U.R. (2018). Assessing real progress towards effective ocean protection. *Marine Policy* 91, 11-13. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.004.

Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. y Chen, Y. (2016). *Guidelines on Urban and Peri-Urban Forestry.* FAO Forestry Paper No.178. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-i6210e.pdf.

Scheffers, B.R., De Meester, L., Bridge, T.C.L., Hoffmann, A.A., Pandolfi, J.M., Corlett, R.T. *et al.* (2016). The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. *Science* 354(6313). https://doi.org/10.1126/science.aaf7671.

Schütte, G., Eckerstorfer, M., Rastelli, V., Reichenbecher, W., Restrepo-Vassalli, S., Ruohonen-Lehto, M. *et al.* (2017). Herbicide resistance and biodiversity: Agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environmental Sciences Europe* 29(5). https://doi.org/10.1186/s12302-016-0100-y.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2010). *Linking Biodiversity Conservation and Poverty Alleviation: A State of Knowledge Review.* Montreal. https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-55-en.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Cities and Biodiversity Outlook: Action and Policy. A Global Assessment of the Links between Action and Policy Urbanization, Biodiversity, and Ecosystem Services.* Montreal. https://www.cbd.int/doc/health/cbo-action-policy-en.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2013). Biodiversity is key to sustainable, efficient, resilient and nutritious food production. *Biodiversity for Food Security and Nutrition,* 5. July 2013. https://www.cbd.int/doc/newsletters/development/news-dev-2015-2013-07-en.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014). *Global Biodiversity Outlook 4: A Mid-Term Assessment of Progress Towards the Implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020.* Montréal. https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-en-hr.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015). *Synthetic Biology.* CBD Technical Series No. 82. Montreal. https://www.cbd.int/ts/cbd-ts-82-en.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2016). *Marine Debris: Understanding, Preventing and Mitigating the Significant Adverse Impacts on Marine and Coastal Biodiversity.* CBD Technical Series No. 83. Montreal. https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-83-en.pdf.

Seddon, N., Mace, G.M., Naeem, S., Tobias, J.A., Pigot, A.L., Cavanagh, R. *et al.* (2016). Biodiversity in the Anthropocene: Prospects and policy. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283(1844). https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2094.

Seebens, H., Blackburn, T.M., Dyer, E.E., Genovesi, P., Hulme, P.E., Jeschke, J.M. *et al.* (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature communications* 8, 14435. https://doi.org/10.1038/ncomms14435.

Sehring, J. y Diebold, A. (2012). *From The Glaciers To The Aral Sea-Water Unites. 1st* edn: Trescher Verlag. https://www.researchgate.net/publication/319112234_From_the_Glaciers_to_the_Aral_Sea_Water_Unites.

Serda, B., Zewudu, T., Dereje, M. y Aman, M. (2015). Beekeeping practices, production potential and challenges of bee keeping among beekeepers in Haramaya District, Eastern Ethiopia. *Journal of Veterinary Science and Technology* 6(5), 255. https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000255.

Shen, M., Piao, S., Chen, X., An, S., Fu, Y.H., Wang, S. *et al.* (2016). Strong impacts of daily minimum temperature on the green-up date and summer greenness of the Tibetan Plateau. *Global Change Biology* 22(9), 3057-3066. https://doi.org/10.1111/gcb.13301.

Shrestha, U.B., Gautam, S. y Bawa, K.S. (2012). Widespread climate change in the Himalayas and associated changes in local ecosystems. *PloS one* 7(5), e36741. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036741.

Sibhatu, K.T., Krishna, V.V. y Qaim, M. (2015). Production diversity and dietary diversity in smallholder farm households. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(34), 10657- 10662. https://doi.org/10.1073/pnas.1510982112.

Smith, P., House, J.I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G. *et al.* (2016). Global change pressures on soils from land use and management. *Global Change Biology* 22(3), 1008-1028. https://doi.org/10.1111/gcb.13068.

Sobrevila, C. (2008). *The Role of Indigenous Peoples in Biodiversity Conservation.* World Bank. https://siteresources.worldbank.org/INTBIODIVERSITY/Resources/RoleofIndigenousPeoplesinBiodiversityConservation.pdf.

South Africa, Department of Environmental Affairs (2016). *Rhino poaching statistics update 2007-2015.* [https://www.environment.gov.za/projectsprogrammes/rhinodialogues/poaching_statistics#2015 (Consultado: 2 de abril de 2017).

Southern Africa Development Community (2014). *Livestock information management system.* Southern Africa Development Community. http://gisportal.sadc.int/lims-db/

Spatz, D.R., Zilliacus, K.M., Holmes, N.D., Butchart, S.H.M., Genovesi, P., Ceballos, G. *et al.* (2017). Globally threatened vertebrates on islands with invasive species. *Science advances* 3(10). https://doi.org/10.1126/sciadv.1603080.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M. *et al.* (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347(6223), 1259855. https://doi.org/10.1126/science.1259855.

Stevens, N., Lehmann, C.E.R., Murphy, B.P. y Durigan, G. (2017). Savanna woody encroachment is widespread across three continents. *Global Change Biology* 23(1), 235-244. https://doi.org/10.1111/gcb.13409.

Stimson Center (2016). *Environmental crime: Defining the challenge as a global security issue and setting the stage for integrated collaborative solutions*. [Stimson https://www.stimson.org/enviro-crime/ (Consultado: 12 de abril de 2017).

Stoett, P. (2018). Unearthing under-governed territory: Transnational environmental crime. En *Just Security in an Undergoverned World.* Larik, J., Ponzio, R. y Durch, W. (eds.). Oxford: Oxford University Press. 238-263. https://global.oup.com/academic/product/just-security-in-an-undergoverned-world-9780198805373

Strayer, D.L. (2010). Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater Biology* 55(1), 152-174. https://www.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02380.x.

Suich, H., Howe, C. y Mace, G. (2015). Ecosystem services and poverty alleviation: A review of the empirical links. *Ecosystem Services* 12, 137-147. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.02.005.

Sunday, J.M., Fabricius, K.E., Kroeker, K.J., Anderson, K.M., Brown, N.E., Barry, J.P. *et al.* (2017). Ocean acidification can mediate biodiversity shifts by changing biogenic habitat. *Nature Climate Change* 7, 81-85. https://doi.org/10.1038/nclimate3161.

Sutherland, W.J., Butchart, S.H.M., Connor, B., Culshaw, C., Dicks, L.V., Dinsdale, J. *et al.* (2018). A 2018 horizon scan of emerging issues for global conservation and biological diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 33(1), 47-58. https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.11.006.

Sylvester, O., Segura, A.G. y Davidson-Hunt, I.J. (2016). The protection of forest biodiversity can conflict with food access for indigenous people. *Conservation and society* 14(3), 279-290. https://doi.org/10.4103/0972-4923.191157.

Thackeray, S.J., Henrys, P.A., Hemming, D., Bell, J.R., Botham, M.S., Burthe, S. *et al.* (2016). Phenological sensitivity to climate across taxa and trophic levels. *Nature* 535(7611), 241-245. https://doi.org/10.1038/nature18608.

Thapa, I., Butchart, S.H.M., Gurung, H., Stattersfield, A.J., Thomas, D.H.L. y Birch, J.C. (2016). Using information on ecosystem services in Nepal to inform biodiversity conservation and local to national decision-making. *Oryx* 50(1), 147-155. https://doi.org/10.1017/S0030605314000088.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. y Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(50), 20260-20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108.

Tittensor, D.P., Walpole, M., Hill, S.L.L., Boyce, D.G., Britten, G.L., Burgess, N.D. *et al.* (2014). A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. *Science* 346(6206), 241. https://doi.org/10.1126/science.1257484.

Trathan, P.N., Lynch, H.J. y Fraser, W.R. (2016). *Changes in penguin distribution over the Antarctic Peninsula and Scotia Arc.* [Antarctic Environments Portal https://doi.org/10.18124/D43019 (Consultado: 18 de mayo de 2017).

Tsatsakis, A.M., Nawaz, M.A., Tutelyan, V.A., Golokhvast, K.S., Kalantzi, O.-I., Chung, D.H. *et al.* (2017). Impact on environment, ecosystem, diversity and health from culturing and using GMOs as feed and food. *Food and Chemical Toxicology* 107, 108-121. https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.06.033.

United Kingdom Office for National Statistics (2018). *UK natural capital: Ecosystem service accounts, 1997 to 2015.* https://www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/bulletins/uknaturalcapital/ecosystemserviceaccounts1997to2015 (Consultado: 10 de abril de 2018).

United Nations (1992). *Convention on Biological Diversity,* 1992. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd- en.pdf.

United Nations (2015). *Majority female ranger unit from South Africa wins top UN environmental prize.* http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/09/majority-female-ranger-unit-from-south-africa-wins-top-un-environmental-prize-2/.

United Nations Convention to Combat Desertification (2017). *Global Land Outlook.* Bonn. https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20English_Full_Report_rev1.pdf.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2014). *Addressing the impacts of harmful algal blooms on water security*. [http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/display-single-publication/news/addressing_the_impacts_of_harmful_

United Nations Environment Programme (2012). *Global Environmental Outlook-5: Environment for the Future We Want.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/ GEO5_report_full_en.pdf?isAllowed=y&sequence=5.

United Nations Environment Programme (2014). *UNEP Year Book 2014 Emerging Issues Update: Illegal Trade in Wildlife.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/18380/UNEP_Year_Book_2014_Emerging_issues_update_I.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2016a). *GEO-6 Regional Assessment for Africa.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7595/GEO_Africa_201611.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2016b). *GEO-6. Regional Assessment for Asia and the Pacific.* Nairobi,; United Nations Environment Programme. http://web.unep.org/geo/assessments/regional-assessments/regional-assessment-asia-and-pacific.

United Nations Environment Programme (2016c). *GEO-6. Regional Assessment for Latin America and the Caribbean.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://web.unep.org/geo/assessments/regional-assessments/regional-assessment-latin-america-and-caribbean.

United Nations Environment Programme (2016d). *GEO-6. Regional Assessment for North America.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://web.unep.org/geo/assessments/regional-assessments/regional-assessment-north-america.

United Nations Environment Programme (2016e). *GEO-6. Regional Assessment for Pan European Region.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://web.unep.org/geo/assessments/regional-assessments/regional-assessment-pan-european-region.

United Nations Environment Programme (2016f). *GEO-6. Regional Assessment for West Asia.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://web.unep.org/geo/assessments/regional-assessments/regional-assessment-west-asia.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2016a). *The State of Biodiversity in Africa: A mid-term review of progress towards the Aichi Biodiversity Targets.* Cambridge: UNEP-WCMC.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2016b). *The State of Biodiversity in Asia and the Pacific: A mid-term review of progress towards the Aichi Biodiversity Targets.* Cambridge: UNEP-WCMC.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2016c). *The State of Biodiversity in Latin America and the Caribbean: A mid-term review of progress towards the Aichi Biodiversity Targets.* Cambridge: UNEP-WCMC.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2016d). *The State of Biodiversity in West Asia: A mid-term review of progress towards the Aichi Biodiversity Targets.* Cambridge: UNEP-WCMC.

United Nations Environment Programme -World Conservation Monitoring Centre, International Union for Conservation of Nature and National Geographic Society (2018). Protected Planet Report 2018. Gland.https://livereport.protectedplanet.net/pdf/Protected_Planet_Report_2018.pdf

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre and Institute for Development of Environmental-Economic Accounting (2017). *Experimental Ecosystem Accounts for Uganda.* Cambridge. https://www.unep-wcmc.org/resources-and-data/experimental-ecosystem-accounts-for-uganda.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2018). *Reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries (REDD-plus).* https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/reddplus (Consultado 3 de junio de 2017

United Nations Office on Drugs and Crime (2016). *World Wildlife Crime Report: Trafficking in Protected Species.* Vienna. https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/wildlife/World_Wildlife_Crime_Report_2016_final.pdf.

Urban, M.C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science* 348(6234), 571-573. https://doi.org/10.1126/science.aaa4984.

van Sebille, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B.D., Van Franeker, J.A. *et al.* (2015). A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters* 10(12), 124006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124006.

van Veenhuizen, R. (2012). Urban and Peri-Urban Agriculture and Forestry (UPAF): An Important Strategy to Building Resilient Cities? The Role of Urban Agriculture in Building Resilient Cities *Webinar ICLEI*. 18 October 2012. Resource Centres on Urban Agriculture and Food Security Foundation, http://resilient-cities.iclei.org/fileadmin/sites/resilient-cities/files/Resilient_Cities_2012/Digital_Congress_Proceedings/RUAF_RvV_ICLEI_181012.pdf

van Wilgen, B.W., Cowling, R.M., Marais, C., Esler, K.J., McConnachie, M. y Sharp, D. (2012). Challenges in invasive alien plant control in South Africa. *South African Journal of Science* 108(11-12), 8-11. http://ref.scielo.org/ksrrpx.

Venter, O., Sanderson, E.W., Magrach, A., Allan, J.R., Beher, J., Jones, K.R. *et al.* (2016). Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature communications* 7(12558). https://doi.org/10.1038/ncomms12558.

Vogel, G. (2017). Where have all the insects gone? *Science* 356(6338), 576-579. https://doi.org/10.1126/science.356.6338.576.

Waldron, A., Miller, D.C., Redding, D., Mooers, A., Kuhn, T.S., Nibbelink, N. *et al.* (2017). Reductions in global biodiversity loss predicted from conservation spending. *Nature* 551, 364. https://doi.org/10.1038/nature24295.

Wall, D.H., Nielson, U.N. y Six, J. (2015). Soil biodiversity and human health. *Nature* 528(7580), 69- 78. https://doi.org/10.1038/nature15744.

Walsh, J.R., Carpenter, S.R. y Vander Zanden, M.J. (2016). Invasive species triggers a massive loss of ecosystem services through a trophic cascade. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(15), 4081-4085. https://doi.org/10.1073/pnas.1600366113.

Wang, Y. y Zhou, J. (2013). Endocrine disrupting chemicals in aquatic environments: A potential reason for organism extinction? *Aquatic ecosystem health & management* 16(1), 88-93. https://doi.org/10.1080/14634988.2013.759073.

Ward, A., Dargusch, P., Thomas, S., Liu, Y. y Fulton, E.A. (2014). A global estimate of carbon stored in the world's mountain grasslands and shrublands, and the implications for climate policy. *Global Environmental Change* 28, 14-24. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.05.008.

Watson, J.E.M., Dudley, N., Segan, D.B. y Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature* 515(7525), 67-73. https://doi.org/10.1038/nature13947.

Watts, M. y Williamson, S. (2015). *Replacing Chemicals with Biology: Phasing Out Highly Hazardous Pesticides with Agroecology.* Penang: Pesticide Action Network Asia and the Pacific. https://www.panna.org/sites/default/files/Phasing-Out-HHPs-with-Agroecology.pdf.

Webber, B.L., Raghu, S. y Edwards, O.R. (2015). Opinion: Is CRISPR-based gene drive a biocontrol silver bullet or global conservation threat? *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(34), 10565-10567. https://doi.org/10.1073/pnas.1514258112.

Wiersum, K.F., Humphries, S. y van Bommel, S. (2013). Certification of community forestry enterprises: Experiences with incorporating community forestry in a global system for forest governance. *Small-scale Forestry* 12(1), 15-31. https://doi.org/10.1007/s11842-011-9190-y.

Williams, R.S.R., Jara, J.L., Matsufuiji, D. y Plenge, A. (2011). Trade in Andean condor Vulture gryphus feathers and body parts in the city of Cusco and the Sacred Valley, Cusco region, Peru. *Vulture News* 61, 16-26. http://dx.doi.org/10.4314/vulnew.v61i1.2.

Wolkovich, E.M., Cook, B.I., Allen, J.M., Crimmins, T.M., Betancourt, J.L., Travers, S.E. *et al.* (2012). Warming experiments underpredict plant phenological responses to climate change. *Nature* 485(7399), 494-497. https://doi.org/10.1038/nature11014.

Wolkovich, E.M., Davies, T.J., Schaefer, H., Cleland, E.E., Cook, B.I., Travers, S.E. *et al.* (2013). Temperature-dependent shifts in phenology contribute to the success of exotic species with climate change. *American Journal of Botany* 100(7), 1407-1421. https://doi.org/10.3732/ajb.1200478.

Woodcock, B.A., Isaac, N.J.B., Bullock, J.M., Roy, D.B., Garthwaite, D.G., Crowe, A. *et al.* (2016). Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England. *Nature communications* 7(12459). https://doi.org/10.1038/ncomms12459.

World Health Organization and Secretariat of the Convention on Biodiversity (2015). *Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. Summary of the State of Knowledge Review.* Geneva. https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf.

World Wide Fund for Nature (2015). *Living Blue Planet Report: Species, Habitats and Human Well-being.* Gland. https://www.wwf.or.jp/activities/data/20150831LBPT.pdf.

World Wide Fund for Nature (2016). *Living Planet Report 2016: Risk and Resilience in a New Era.*

Gland. http://awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf.

World Wide Fund for Nature (2018). *Living Planet Report 2018: Aiming Higher.* Gland. https://c402277.ssl.cf1.rackcdn.com/publications/1187/files/original/LPR2018_Full_Report_Spreads.pdf.

World Wide Fund for Nature, Zoological Society of London, Global Footprint Network and European Space Agency (2012). *Living Planet Report 2012. Biodiversity, Biocapacity and Better Choices.* Gland: WWF International. https://portals.iucn.org/library/node/29018.

World Wildlife Fund for Nature (2013). *Chitwan Annapurna Landscape (CHAL): A Rapid Assessment.* Nepal. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00K357.pdf.

Worm, B., Davis, B., Kettemer, L., Ward-Paige, C.A., Chapman, D., Heithaus, M.R. *et al.* (2013). Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. *Marine Policy* 40, 194-204. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.12.034.

Wright, S.L., Thompson, R.C. y Galloway, T.S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* 178, 483-492. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031.

Young, K.R. (2014). Ecology of land cover change in glaciated tropical mountains. *Revista peruana de biología* 21(3), 259-270. http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10900.

Zheng, H. y Cao, S. (2015). Threats to China's biodiversity by contradictions policy. *Ambio* 44(1), 23-33. https://doi.org/10.1007/s13280-014-0526-7.

Capítulo 7

Océanos y Costas



© Lorenzo Mittiga

Autores coordinadores principales: Elaine Baker (GRID-Arendal at the University of Sydney), Peter Harris (GRID-Arendal), Adelina Mensah (University of Ghana), Jake Rice (Department of Fisheries and Oceans, Canada)

Autor colaborador: James Grellier (European Centre for Environment and Human Health, University of Exeter)

Becario GEO: Al Anoud Alkhatlan (Arabian Gulf University)

Resumen ejecutivo

En la última década, las presiones del ser humano sobre la salud de los océanos han continuado en aumento, junto con el crecimiento de la población y con un mayor uso de los recursos oceánicos (*bien establecido*). Los múltiples factores de perturbación dan lugar a impactos acumulativos que afectan la salud de los ecosistemas marinos y disminuyen los beneficios de la naturaleza para los seres humanos. Sin embargo, la gestión de algunas presiones ha sido exitosa, con mejoras concomitantes en la salud de los océanos lo cual ha proporcionado lecciones que sirven de aprendizaje. De las numerosas presiones existentes, hemos seleccionado tres para prestarles especial atención en esta evaluación de Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6): el blanqueamiento de los arrecifes de coral, los desechos marinos y los desafíos para lograr una pesca sostenible en los océanos del mundo. {7.1}

Los arrecifes de coral tropicales han superado un punto de inflexión en el que el blanqueamiento crónico ha acabado con muchos de estos, haciendo casi que imposible su recuperación en lo corrido de un siglo *(bien establecido)*. Este blanqueamiento se debe al calentamiento de los océanos, que a su vez se atribuye a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI; especialmente de CO_2) generados desde la revolución industrial. El calentamiento de los océanos se produce varias décadas después de las emisiones de GEI, de modo que el punto de inflexión para el blanqueamiento de los arrecifes de coral se produjo en la década de 1980, cuando la concentración atmosférica de CO_2 superó las 350 partes por millón (ppm). {7.3.1}

Los eventos de blanqueamiento de los arrecifes tienen ahora un intervalo de recurrencia de unos seis años, mientras que se sabe que sus tasas de recuperación superan los diez años (*establecido, pero incompleto*). Esto significa que, en promedio, los arrecifes no tendrán tiempo suficiente para recuperarse de los episodios de blanqueamiento, por lo que es de esperarse un espiral descendente constante en la salud de estos en las próximas décadas. La meta 14.2 de los ODS relativa a los océanos y que ordena "para 2020, gestionar y proteger de manera sostenible los ecosistemas marinos y costeros con miras a evitar efectos nocivos importantes, incluso mediante el fortalecimiento de su resiliencia y adoptar medidas para restaurarlos con el objeto de restablecer la salud y la productividad de los océanos" puede no alcanzarse para la mayoría de los ecosistemas de arrecifes de coral tropicales. {7.3.1}.

Hay pruebas de que la muerte de los arrecifes irá acompañada de pérdidas en los sectores pesquero, turístico, de los medios de subsistencia y de los hábitats (*no concluyente*). La desaparición de los ecosistemas coralinos tropicales será un desastre para muchas comunidades e industrias dependientes y los gobiernos deberán, durante la próxima década, prepararse para el eventual colapso de industrias que dependen de los arrecifes. Las contribuciones de los arrecifes de coral se han valorado colectivamente en 29 mil millones de dólares, lo que incluye su valor para el turismo, la pesca y la protección de las costas. Aunque las pérdidas en dichos sectores no han sido documentadas, sí existe un riesgo importante de su ocurrencia en la próxima década. {7.4.1}.

La pesca y la acuicultura por su parte tienen un valor estimado de 362 mil millones de dólares en 2016, y la acuicultura aporta 232 mil millones de dólares (*establecido, pero incompleto*). La maricultura se está expandiendo, pero la mayor parte del aumento corresponde a la acuicultura, especialmente, la continental (*establecido*). Esta actividad, cuya proporción se encuentra en aumento, aporta más del 10% del tonelaje total de la producción pesquera. En conjunto, la pesca y la acuicultura aportan entre 58 y 120 millones de medios de subsistencia, dependiendo de cómo se contabilice el empleo de tiempo parcial y el empleo en la transformación secundaria. La gran mayoría del sustento básico proviene de la pesca a pequeña escala, manteniéndose estable durante más de una década, sin embargo, la recolección comercial es responsable de la gran mayoría del valor de los productos básicos, incluyendo más de 80 mil millones de dólares al año exportados desde los países en desarrollo a los mercados internacionales. {**Tabla 7.1**, 7.3.2}.

El pescado el cual contiene alto contenido en proteínas y micronutrientes que son importantes para la salud, proporciona actualmente a 3.100 millones de personas más del 20% de sus proteínas alimentarias, con proporciones más elevadas en muchas zonas del mundo donde la inseguridad alimentaria está muy extendida (*establecido, pero incompleto*). Para alcanzar las metas futuras de seguridad alimentaria y salud en la población, además de utilizar de forma más eficiente todos los productos naturales recolectados para la alimentación, habrá que ingerir más peces, invertebrados y plantas marinas de los océanos y las costas, con lo cual se espera que tanto la pesca de captura como la acuicultura se expandan. {7.5.2}.

Aunque es posible mantener la sostenibilidad de la pesca de captura, es necesario realizar importantes inversiones en seguimiento, evaluación y gestión, así como adoptar enfoques sólidos de la comunidad local (*establecido, pero incompleto*). Del mismo modo, la acuicultura sostenible requiere de conocimientos y cuidados en la gestión de sus operaciones. {7.6}.

Los estudios muestran una gran variación entre los países en materia de sostenibilidad del sector pesquero y acuícola, ya que factores como una capacidad promedio de recursos para invertir en investigación y en gestión pesquera, así como la restricción en el uso de subsidios destinados al aumento de capacidades, terminan por afectar en gran medida la capacidad de mantener la sostenibilidad en las pesquerías de gran escala (*establecido, pero incompleto*). En el caso de las pesquerías de pequeña escala, la coherencia de las estructuras sociales y las prácticas culturales que promueven la autorregulación eficaz de la comunidad afectan fuertemente la sostenibilidad. {7.5.2}

El enfoque ecosistémico de la pesca ha sido ampliamente adoptado en las políticas nacionales y regionales y en las directrices operativas sobre las acciones para gestionar la huella pesquera que han sido proporcionadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (**FAO**, por su sigla en inglés) *(no concluyente).* A pesar del reconocimiento de la gran huella pesquera que afecta a los ecosistemas marinos y su plena asimilación en las políticas, las medidas para minimizar estos efectos en los ecosistemas han tenido un éxito desigual. Sin embargo, al igual que ocurre con la sostenibilidad de la explotación de las especies objetivo, en términos generales la huella en el ecosistema de las capturas accidentales, los descartes y los impactos negativos en el hábitat de las artes de pesca está disminuyendo en aquellas partes del mundo que cuentan con recursos económicos suficientes para invertir en la supervisión de la pesca y en tecnologías de las artes de pesca que mejoran la selectividad de las capturas y reducen los impactos en el hábitat. Este enfoque también se está aplicando en la acuicultura, con objetivos comparables y una rápida aceptación por parte del sector. {7.4.2}

En cuanto a la cantidad de desechos marinos estos siguen aumentando a tal punto que se calcula que, cada año entran en el océano 8 millones de toneladas (Mt) de plásticos, como resultado de la mala gestión de los residuos domésticos en las zonas costeras (*establecido, pero incompleto*), llegando al punto de encontrar residuos marinos en todas las profundidades del océano.

En caso de no darse una intervención, se prevé que la cantidad de plástico en el océano aumente hasta 100-250 Mt en 2025. {7.3.3}.

Cada vez es más frecuente encontrar partículas de plástico en los sistemas digestivos de los organismos marinos, incluidos los peces y mariscos consumidos por los seres humanos (*establecido, pero incompleto*). Los riesgos para la salud humana de la ingestión de alimentos marinos contaminados con plástico aún no están claros. Sin embargo, sí existen pruebas bien documentadas de los daños físicos que sufren los organismos marinos, tanto por el enredo en la basura marina, como por la ingestión de plástico, dado que algunos plásticos contienen potenciales toxinas y también pueden adsorber y concentrar sustancias tóxicas del agua del mar circundante. Actualmente, sin embargo, no hay pruebas de que estos contaminantes tengan graves efectos tóxicos para la biota marina. Los desechos marinos también pueden constituir un medio de transporte para la propagación de agentes patógenos y especies invasoras (*bien establecido*). {7.4.4).

En cuanto a los costos económicos, sociales y ambientales de los desechos marinos se sabe que aumentan continuamente e incluyen los costos económicos directos de la limpieza y la pérdida de ingresos de industrias como el turismo y la pesca (sin resolver). Los costos sociales y sanitarios son más difíciles de cuantificar más allá de las escalas locales, al igual que los costos ambientales, como la reducción de la función y los servicios de los ecosistemas. {7.4.4}

7.1 Introducción

Los océanos del mundo abarcan más del 70% de la superficie de la Tierra. Para 2010, más de 1.900 millones de personas vivían en zonas costeras y es de esperarse que la cifra alcance los 2.400 millones para 2050 (Kummu *et al.* 2016). Veinte de las treinta megaciudades[1] están situadas en las costas y es de esperarse que aumenten su población más rápidamente que las zonas no urbanas (Kummu *et al.* 2016). Las tres megaciudades costeras de más rápido crecimiento son Lagos, Nigeria (tasa de crecimiento de la población del 4,17%), Guangzhou, China (3,94%) y Dhaka, Bangladesh (3,52%) (Grimm y Tulloch eds. 2015).

7.1.1 Bienvenidos al océano

La salud y los medios de subsistencia de muchas personas están directamente vinculados con el océano a través de sus recursos y de los importantes beneficios estéticos, culturales y religiosos que proporciona. Los alimentos de origen marino proporcionan al menos el 20% del suministro de proteínas animales para 3.100 millones de personas en todo el mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2016a). Esto es especialmente importante para las zonas y comunidades costeras económicamente desfavorecidas. Los ecosistemas costeros también proporcionan numerosos beneficios que no son fácilmente monetizables, como la estabilización de la costa, la regulación de la calidad y la cantidad del agua costera, la biodiversidad y los hábitats de desove para muchas especies importantes. El océano es una parte integral del sistema climático global (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2013), ya que contribuye al transporte de calor, influyendo así en la temperatura y las precipitaciones en todo el planeta. Alrededor del 50% de la producción primaria mundial tiene lugar en el océano (Mathis *et al.* 2016), el cual proporciona una reserva de recursos adicionales de importancia económica, como los áridos y la arena, la energía renovable y los productos biofarmacéuticos. Sin embargo, las personas, sus medios de subsistencia y los numerosos beneficios indirectos que proporciona el océano se están viendo afectados por el deterioro de la salud de los ecosistemas marinos y costeros, debido a causas como la contaminación, el cambio climático, la sobrepesca, la pérdida de hábitat y de biodiversidad.

Por definición, un océano sano sería aquel en el que la función y la estructura básica del ecosistema se encuentran intactas y, por tanto,

- es capaz de mantener los medios de subsistencia, de contribuir al bienestar humano, y
- de ser resiliente ante los cambios actuales y futuros.

El disfrute de toda la gama de beneficios solo puede seguir dándose si los ecosistemas marinos y costeros funcionan y se utilizan dentro de los límites medio ambientales, de forma que no causen daños graves o irreversibles. Sin embargo, el uso sostenible de los ecosistemas marinos y costeros se ve amenazado por muchos factores de cambio (véase el Capítulo 2), así como por la presión que compite por los recursos naturales y las complejidades de la gobernanza y los usos múltiples, a menudo conflictivos (**Figura 7.1**). Los Estados costeros tienen derechos y obligaciones dentro de su jurisdicción marina (United Nations 1982) y los océanos imponen retos especiales al ejercicio de esa jurisdicción. Las corrientes oceánicas pueden transportar productos químicos, residuos, contaminantes orgánicos emergentes y agentes patógenos más allá de las zonas que se encuentran bajo las fronteras marítimas nacionales, y los organismos marinos y las aves marinas pueden no permanecer dentro de una zona bajo la jurisdicción de un Estado. Coordinar las medidas de gobernanza es especialmente difícil en las zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional, donde un gran número de instituciones y acuerdos regulan temas sectoriales como el transporte marítimo, la pesca y la explotación minera de los fondos marinos.

Así, los Estados no son los únicos llamados a cooperar entre sí, también deben integrar la toma de decisiones relacionadas con los distintos usos de los ecosistemas marinos y costeros. Las interrelaciones entre las condiciones del océano y la vida marina, y los procesos oceánicos espacialmente dinámicos significan que las actividades de un solo sector industrial pueden tener impactos de gran alcance que puede terminar perturbando los medios de subsistencia de quienes no han recibido ningún beneficio de aquella industria causante del impacto. Del mismo modo, los beneficios esperados de las medidas de conservación adoptadas en un sector o jurisdicción pueden verse reducidos o anulados por la falta de acción en otros sectores o jurisdicciones.

Retos globales, como el cambio climático y la acidificación de los océanos, también deben ser abordados. El cambio climático afecta la temperatura de los océanos, la extensión y el grosor del hielo marino, la salinidad, el aumento del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos extremos. Aunque los impactos del cambio climático varían a nivel regional y, por tanto, requieren acciones de gestión adaptativa a escala local y regional (Von Schuckmann *et al.* 2016), es necesario coordinar estos esfuerzos a mayor escala y compartir eficazmente las lecciones y las mejores prácticas.

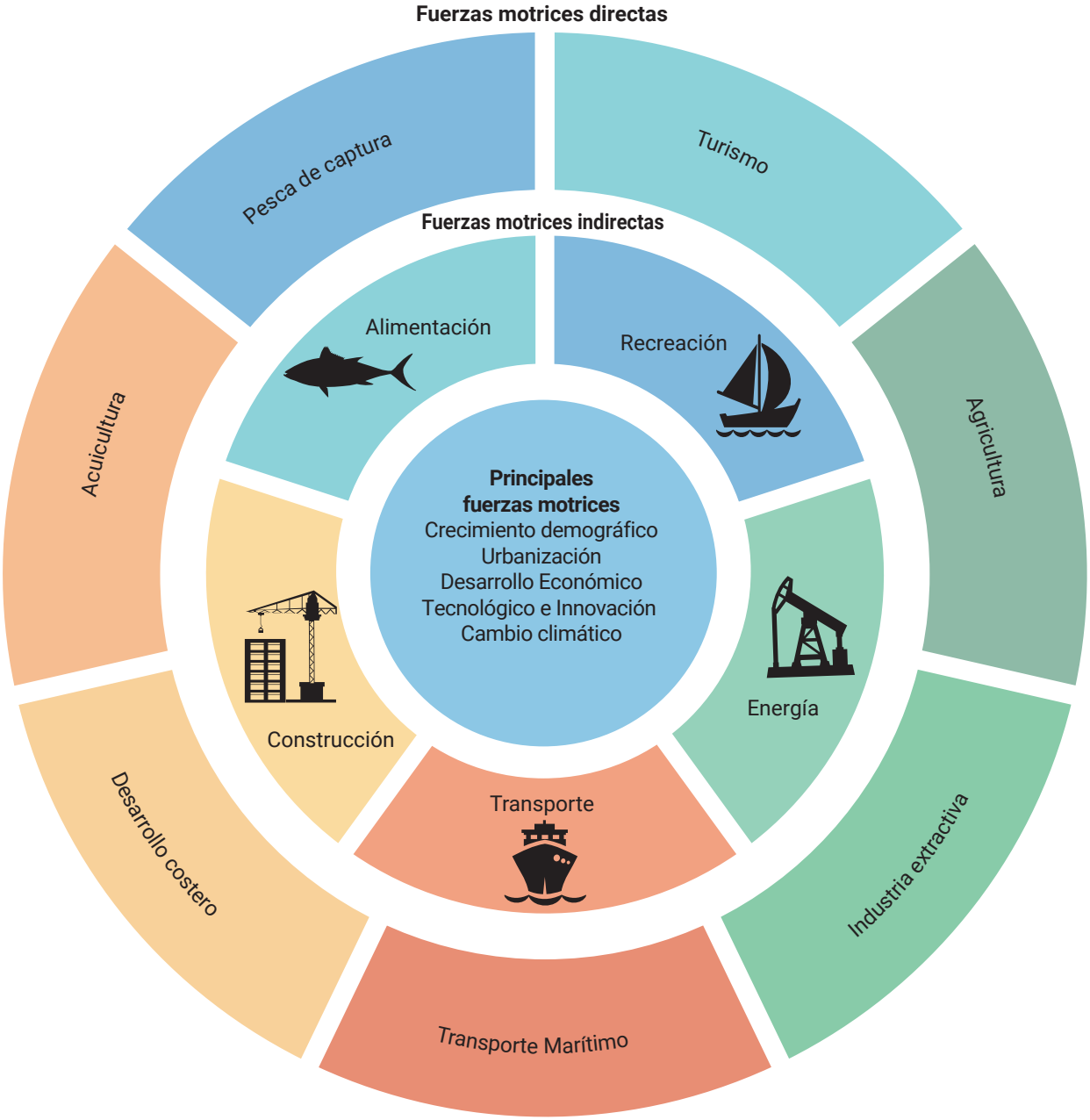
7.1.2 Enforque de este capítulo

Los océanos tienen muchos usos y existen demasiados vínculos entre los ecosistemas marinos, la tierra y los mares adyacentes haciendo que sea imposible revisarlos todos en este capítulo. La Primera Evaluación Integrada del Medio Marino a Escala Mundial (A/RES/70/235; Inniss y Simcock eds. 2016) y los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2013) han proporcionado, recientemente, revisiones exhaustivas sobre el estado del océano. Por lo tanto, se han seleccionado aquí tres temas que merecen una atención especial: los arrecifes de coral tropicales, la pesca y los desechos que entran en el medio marino. También se examinan de forma breve varios temas de interés emergente o particular: el mercurio, la extracción de arena, la minería en aguas profundas y el ruido oceánico.

La razón para seleccionar los tres temas principales proviene de las resoluciones adoptadas por la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA) en su segundo período de sesiones en mayo de 2016, que incluyó una mención específica a los arrecifes de coral en la Resolución UNEP/EA.2/Res.12 (UNEA 2016a), y a los desechos marinos en la Resolución UNEP/EA.2/Res.11 (UNEA 2016b). Los desechos marinos también se incluyeron en una Decisión especial CBD/COP/DEC/XIII/10 de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (CBD 2016) y en la Decisión BC 13/17 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea (2017). Las actividades pesqueras tienen conexiones con múltiples Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y también se entrecruzan con los temas transversales identificados en el Capítulo 4 (especialmente el género, la salud, los sistemas alimentarios, el cambio climático, las regiones polares, los productos químicos y los desechos).

1 Ciudades con una población superior a los 10 millones.

Figura 7.1: Esquema general de fuerzas motrices y presiones que afectan al medio ambiente marino



El círculo central contiene los principales, y de más alto nivel, factores de cambio de las exigencias humanas sobre el océano. El anillo interior representa los tipos de necesidades comunitarias impulsadas por las fuerzas motrices y el anillo exterior representa los sectores de la industria que abordan estas necesidades y para los cuales se suelen establecer políticas. Las necesidades expresadas a través de las acciones del sector se identifican como las presiones más relevantes.

7.2 Presiones

Las actividades humanas pueden alterar el océano y sus recursos de muchas maneras, especialmente, a través de las actividades que se realizan en tierra. La Parte V de la Primera Evaluación Integrada del Medio Marino a Escala Mundial (Inniss y Simcock eds. 2016) describe tanto los beneficios sociales como los principales impactos de las actividades humanas, ya sea mediante la extracción directa de recursos (por ejemplo, pescado, hidrocarburos, arena) o indirectamente (por ejemplo, los impactos en los fondos marinos causados por los aparejos pesqueros o las operaciones mineras). El informe también documenta el valor económico y el número de medios de subsistencia que apoya cada sector industrial (**Tabla 7.1**)

Tabla 7.1: Estimaciones del valor económico, empleo y principales impactos ambientales de las industrias relacionadas con el océano

Sector [y capítulo de la Evaluación Mundial de los Océanos].	Valor económico o escala de operación	Empleo/medios de subsistencia	Impactos medio ambientales más importantes en caso de una regulación inadecuada
Pesca [9,11,12]	362 mil millones de dólares (incluye la maricultura y la acuicultura de agua dulce - aprox. 28 mil millones de dólares, pero la contabilización no está totalmente desglosada)	58-120 millones (dependiendo de cómo se contabilice el empleo de medio tiempo y los empleos relacionados con las industrias de segunda transformación)	Cambios en la estructura y el funcionamiento de la red alimentaria si se agotan los principales depredadores o las especies forrajeras clave o si la pesca es muy selectiva. Capturas accidentales de especies no objetivo, algunas de las cuales solo pueden soportar tasas de mortalidad muy bajas (por ejemplo, tortugas marinas, un gran número de aves marinas y pequeños cetáceos). Impacto de los aparejos en los hábitats del fondo marino y en el bento, especialmente, en los hábitats que cuentan con una estructura frágil (por ejemplo, corales y esponjas). Pesca continuada o pérdida de aparejos pesqueros.
	OIG competentes		
Transporte marítimo [17]	50.5 mil millones de toneladas-milla de carga; 2.050 millones de viajes de pasajeros	> 1,25 millones de trabajadores marítimos	Catástrofes y accidentes de transporte marítimo que pueden provocar el vertido de cargas, combustible y la pérdida de vidas. Variación en la toxicidad de las cargas de nula a grave. Liberación crónica y episódica de combustible y otros hidrocarburos. Pérdida infrecuente de contenedores con contenido tóxico. Vertido de aguas residuales, residuos y "aguas grises". Traslado de especies invasoras a través del agua de lastre y de las aguas de sentina. Uso de pinturas antiincrustantes. Ruido de los buques. El transporte marítimo es responsable de cerca del 3% de las emisiones de gases de efecto invernadero.
	OIG competentes - y convenios - OMI y MARPOL		
Puertos [18]	5.090 millones de toneladas de carga a granel	El desarrollo de la tecnología ha hecho que no se disponga de estadísticas relacionadas con los trabajadores portuarios	Concentración del transporte marítimo y posibles impactos ambientales del mismo. Necesidad de dragado y acceso a pasos de aguas profundas. Impacto en el lecho marino y en el litoral por la construcción de infraestructuras. Ruido
	OIG competente - convención OMI y MARPOL, pero sobre todo jurisdicción local		
Industrias de hidrocarburos en alta mar [21]	500 mil millones de dólares (a 50 dólares por barril)	200 mil trabajadores en la producción en alta mar	Liberación de hidrocarburos, sobre todo en caso de escapes accidentales o catástrofe de la plataforma, con posibilidad de que entren en los sistemas marinos volúmenes muy grandes, con una gran permanencia y con repercusiones en el turismo y en los valores estéticos y culturales. Ensuciamiento de organismos, hábitats marinos y costeros. Entrada de contaminantes en las redes alimentarias y en las posibles fuentes de alimentación humana. Liberación crónica de productos químicos utilizados en las operaciones. Liberación episódica de dispersantes durante la limpieza el vertido. Asfixia local bentónica. Ruidos provenientes de estudios sísmicos y de la navegación. Alteraciones de la biota durante el desmantelamiento.
Otras industrias energéticas marinas [2]	7,36 MW (megavatios) producidos	7-11 años de trabajo por MW generado	Competencia por el terreno para las infraestructuras y desplazamiento de la biota. Mortalidad localizada del bento a causa de las infraestructuras. Mortalidad de aves y peces en las turbinas de energía y los molinos de viento. Ruido y molestias físicas durante la construcción y el desmantelamiento de la infraestructura.
	OIG competente - principalmente la jurisdicción local		
Minería marina [23]	5.000-5.400 millones de dólares	7.100– 12.000 (incompleto)	Mortalidad, desplazamiento o extinción de especies marinas, especialmente del bento. Destrucción del hábitat en el fondo marino, especialmente, si es frágil o sensible. Creación de plumas y deposición de sedimentos. Ruido Posible contaminación de las cadenas alimentarias a causa de la minería en aguas profundas. Creación de microhábitats vulnerables a la concentración de sedimentos y a la anoxia [23.3].
	OIG competente - ISA		
Turismo marino [27]	2,3 billones de dólares (35% de la estimación gruesa de todo el turismo, incluidos los efectos multiplicadores)	No se ha estimado debido a la falta de tratamiento común de los efectos multiplicadores. Se considera que el turismo en general comprende el 3,3% de la mano de obra mundial, pero el desglose de lo marino y lo no marino es inconsistente.	La construcción de infraestructuras costeras modifica los hábitats, aumenta la erosión, la mortalidad y el desplazamiento de la biota, ruido. Contaminación de las aguas costeras por residuos y aguas residuales. Perturbación de los organismos por el aumento de la presencia de personas, especialmente, buceando en hábitats de alta diversidad y observando la megafauna marina. Aumento de la mortalidad debido a la pesca recreativa. Aumento de la navegación con todos sus impactos a escala local.
	OIG competente - ninguna		

OIG: Organizaciones intergubernamentales; OMI: Organización Marítima Internacional; ISA: Autoridad Internacional de los Fondos Marinos; MARPOL: Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques.

Fuentes: Salvo que se indique lo contrario, toda la información procede de la Primera Evaluación Integrada del Medio Marino a Escala Mundial (United Nations 2016), con el(los) capítulo(s) indicados en la primera columna. Para algunas industrias, dado que el valor económico se registra de forma tan diferente en los distintos países, el valor económico global no puede estimarse de forma significativa, terminando por hacerse uso de otros indicadores de escala industrial. El año de notificación tampoco está estandarizado para todas las filas, pero todas las estimaciones son de 2012 o posteriores. Las entradas de la tabla deben tomarse como indicativas de la escala global con una gran variación regional y nacional. OMI (2015).

Las huellas de muchas industrias oceánicas se solapan (**Tabla 7.1**: columna 4) y a veces varios sectores utilizan el mismo recurso para fines diferentes (por ejemplo, pescado para el ecoturismo, frente a alimentos para una comunidad costera; véase también Halpern *et al.* 2012).

Por lo tanto, el desarrollo de estrategias de gestión eficaces requiere políticas que puedan abordar los impactos acumulativos y no solo las huellas sectoriales por separado (Halpern *et al.* 2008).

7.3 Estado

7.3.1 La crisis de blanqueamiento de los corales 2015-2017

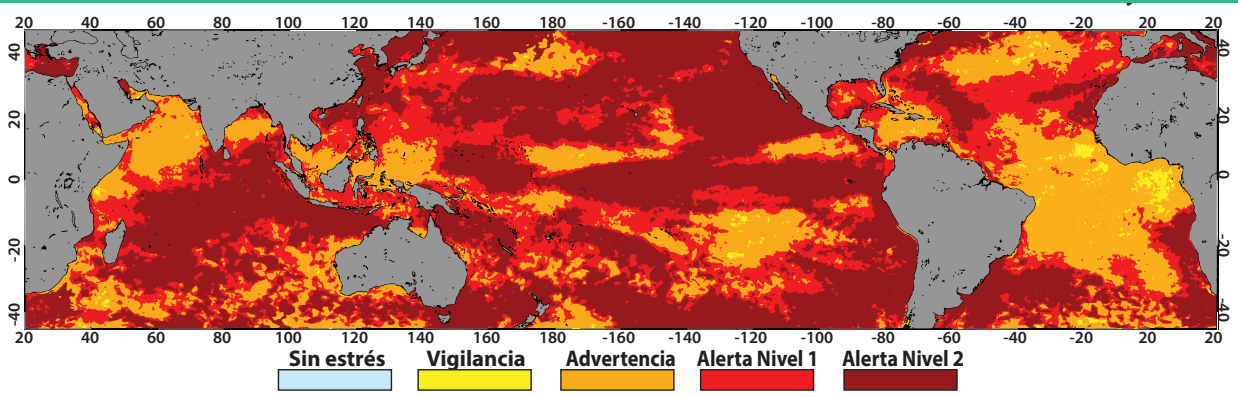
Los arrecifes de coral tropicales[2] se encuentran entre los ecosistemas más biodiversos del planeta, ya que albergan, aproximadamente, el 30% de toda la biodiversidad marina (Burke *et al.* 2012). La región del "Triángulo de Coral", que incluye Indonesia, Malasia, Filipinas, Timor-Leste, Papúa Nueva Guinea y las Islas Salomón, es la zona de mayor biodiversidad, ya que alberga más de 550 especies de corales duros (en comparación con 65 especies de coral en la región del Caribe y el Atlántico). A nivel mundial, los arrecifes de coral cubren una superficie de unos 250 mil km^2. Debido a las múltiples presiones humanas, como la contaminación, la pesca y el blanqueamiento del coral, el estado actual de la salud de los arrecifes es muy pobre en muchos sitios.

El blanqueamiento del coral se produce cuando los corales se ven estresados por cambios en las condiciones como la temperatura, la luz o los nutrientes, haciéndolos expulsar las algas simbióticas que viven en sus tejidos, dejando al descubierto su piel blanca. En las últimas dos décadas, periódicamente, se han registrado casos de blanqueamiento de los arrecifes de coral a gran escala que han sido atribuidos al aumento de la temperatura de la superficie del océano. Ciertas investigaciones sobre el clima revelan que el intervalo de recurrencia entre los eventos es ahora de unos seis años (Hughes *et al.* 2018). Los veranos de 2015 en el hemisferio norte y de 2015-2016 en el hemisferio sur fueron los más calurosos jamás registrados, causando el peor blanqueamiento de corales que se conoce. La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) declaró 2015 como el comienzo del tercer evento de blanqueamiento de corales a nivel mundial, tras eventos similares en 1998 y 2010. Este tercer evento, aún en curso, es el más largo y dañino que se ha registrado y hasta la fecha ha afectado al 70% de los arrecifes del mundo, con algunas zonas que experimentan un blanqueamiento anual (**Figura 7.2**). La Gran Barrera de Coral de Australia se ha visto especialmente afectada, con más del 50% de sus arrecifes afectados desde 2016 (Australia, Great Barrier Reef Marine Park Authority [GBRMPA] 2017).

La gravedad del blanqueo varía tanto dentro de los arrecifes, como entre las regiones y algunas zonas que no habían experimentado anteriormente el blanqueo y que se han visto afectadas con este último evento. Recientemente se ha anunciado una iniciativa para identificar las 50 zonas de arrecifes con más probabilidades de supervivencia después del año 2050, con el objetivo de animar a los gobiernos a reservar estas zonas para su protección y conservación (https://50reefs.org).

En la reciente publicación del resumen sobre el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, O'Neill *et al.* (2017) concluyeron que "existe evidencia contundente (proveniente de las recientes decoloraciones de corales) que da muestras de una alerta temprana relacionada que ya se encuentra en marcha de un cambio de régimen biofísico". Veron *et al.* (2009) predijeron que el punto de inflexión de la decoloración de los arrecifes de coral, entendido como un cambio abrupto de estado que se produce cuando se supera un valor umbral, se produciría una vez que el CO_2 atmosférico global alcance las 350 ppm. Dicho valor se alcanzó alrededor de 1988, pero debido a que el calentamiento de los océanos se mantiene rezagado con respecto a los niveles globales de CO_2 atmosférico (Hansen *et al.* 2005), el impacto de este nivel de CO_2 ha tardado casi 30 años en manifestarse. Este efecto de retraso se debe a la lentitud de la circulación oceánica mundial en comparación con el rápido ritmo de aumento de los niveles de CO_2. En efecto, el océano está respondiendo actualmente a los niveles de CO_2 de hace décadas y el análisis de la evidencia indica que ya se ha superado el punto de inflexión para el blanqueamiento de los corales (Hoegh-Guldberg *et al.* 2007; Frieler *et al.* 2013). El punto de inflexión de 350 ppm de Veron *et al.* (2009), alcanzado hace 29 años, puede haber sido la sentencia de muerte para muchos corales y teniendo en cuenta que los niveles globales de CO_2 en la atmósfera superan ahora las 400 ppm, existen graves implicaciones para la propia supervivencia de los arrecifes de coral. Los modelos recientes sugieren que más del 75% de los arrecifes experimentarán un blanqueamiento severo anual antes de 2070, incluso aun si las promesas de la Conferencia sobre el Cambio Climático de París de 2015 (COP 21) se conviertan en realidad (van Hooidonk *et al.* 2016; UNEP 2017). Los expertos coinciden en que los arrecifes de coral

Figura 7.2: El mapa muestra el máximo estrés térmico durante el periodo 2014-2017 (aún en curso en el momento de escribir este artículo) del evento global de blanqueo de corales



El nivel de alerta 2 de estrés térmico indica una decoloración generalizada del coral y una mortalidad significativa. El nivel 1 de estrés térmico indica una decoloración significativa del coral. Bajos niveles de estrés pueden haber causado también algo de blanqueamiento.

Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA) (2017).

2 Los arrecifes de coral tropicales no incluyen los arrecifes profundos de aguas frías ni los arrecifes rocosos templados.

que sobrevivan hasta finales del siglo XXI se parecerán poco a los que conocemos en la actualidad (Hughes *et al.* 2017).

7.3.2 Industria pesquera

Pesca de captura

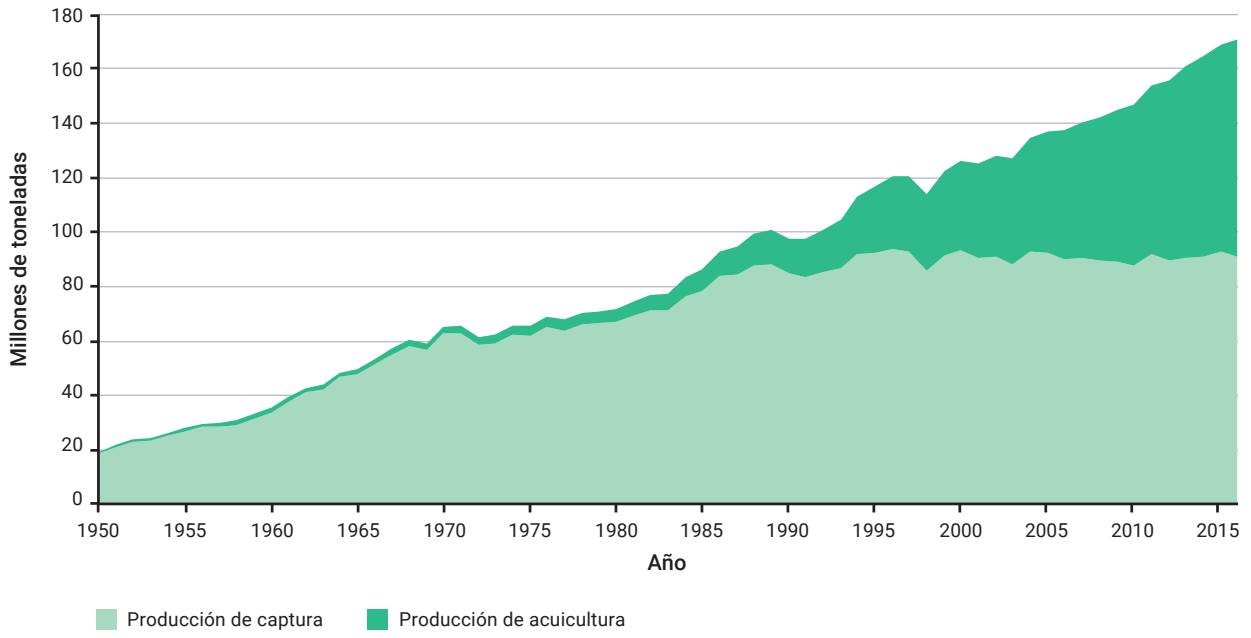
Además de los cambios en el estado del océano debido a la variación natural y al cambio climático, las personas ejercen un cambio al extraer recursos de él. La actividad más extendida y de mayor magnitud es la captura de peces y otros organismos marinos para el consumo humano y algunos usos industriales (por ejemplo, alimentos para la acuicultura).

Por lo tanto, cada vez más, el océano es una fuente alimentaria de suma importancia (International Labour Organisation [ILO] 2014). La producción total de la pesca de captura y la maricultura[3] superó los 170 millones de toneladas (métricas) en 2017, con una creciente contribución de esta última (FAO 2018a). El pescado proporciona más del 20% de las proteínas de la dieta a más de 3.100 millones de personas, siendo este porcentaje elevado en las zonas costeras, donde la preocupación por la seguridad alimentaria también es alta. Además, los micronutrientes del pescado son una importante contribución a la salud humana, siendo difíciles de sustituir en zonas donde la disponibilidad de pescado está disminuyendo (Roos *et al.* 2007; FAO y World Health Organization [WHO] 2014; Thilsted *et al.* 2014).

La pesca de captura se ha mantenido estable alrededor de los 90 millones de toneladas durante más de 15 años, mientras que la producción de los centros de cultivo ha seguido aumentando (**Figura 7.3**). Existen debates sobre la sostenibilidad de los actuales niveles de pesca, con desacuerdos sobre muchos puntos fundamentales relativos al estado de las poblaciones, las causas de las tendencias y la eficacia de las medidas de gestión (Worm *et al.* 2009; Froese *et al.* 2013; Melnychuk *et al.* 2016). Algunas crisis pesqueras han sido documentadas en libros de texto por los daños causados debido a diversas combinaciones de sobreexpansión de la capacidad y el esfuerzo, la innovación tecnológica no gestionada, la toma de decisiones politizadas o sin precaución, y la ineficacia de la ciencia, la gestión y la gobernanza. Además, las interacciones entre el cambio ambiental y la dinámica de las poblaciones frente a la inercia de las decisiones de gestión desempeñaron un papel fundamental en el colapso de las pesquerías de bacalao en el este de Canadá (Rose 2007; Rice 2018) y en las pesquerías de pequeñas especies pelágicas del Pacífico en las costas de Perú y Chile (Chavez *et al.* 2008).

Un gran volumen de literatura sobre la sostenibilidad de la pesca contiene muchos casos tanto de expansión insostenible, como de éxitos en la gestión de las tasas de explotación y la reconstrucción de poblaciones previamente explotadas. Para los países en los que existe capacidad y voluntad política para evaluar el estado de las poblaciones y la mortalidad de los peces, así como para implementar medidas de seguimiento, control y vigilancia, las tendencias desde 1990 hasta el presente indican que, por lo general, la sobrepesca debería ser evitada (Hilborn y Ovando 2014; Melnychuk *et al.* 2016). Sin embargo, las revisiones también muestran una amplia variación entre los distintos países, con factores como la riqueza general para invertir en la investigación y la gestión de la pesca, al tiempo que se evita el otorgamiento de subsidios para el aumento de capacidades, afectando así en gran medida la capacidad de mantener una pesca sostenible. En una gran mayoría de casos en los que las jurisdicciones cuentan con suficientes recursos para investigación y gestión y han implementado una gobernanza eficaz, la mortalidad por pesca se ha limitado o reducido a tasas sostenibles y las poblaciones se evalúan como saludables o en recuperación tras la sobrepesca histórica (**Figura 7.4**). Sin embargo, cuando no se dispone de una financiación significativa para realizar una evaluación de recursos, así como de medidas de seguimiento, control y vigilancia, la sobrepesca, la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR[4]) y el agotamiento de los recursos continúan y pueden ir en aumento.

Figura 7.3: Producción mundial de pesca de captura y acuicultura

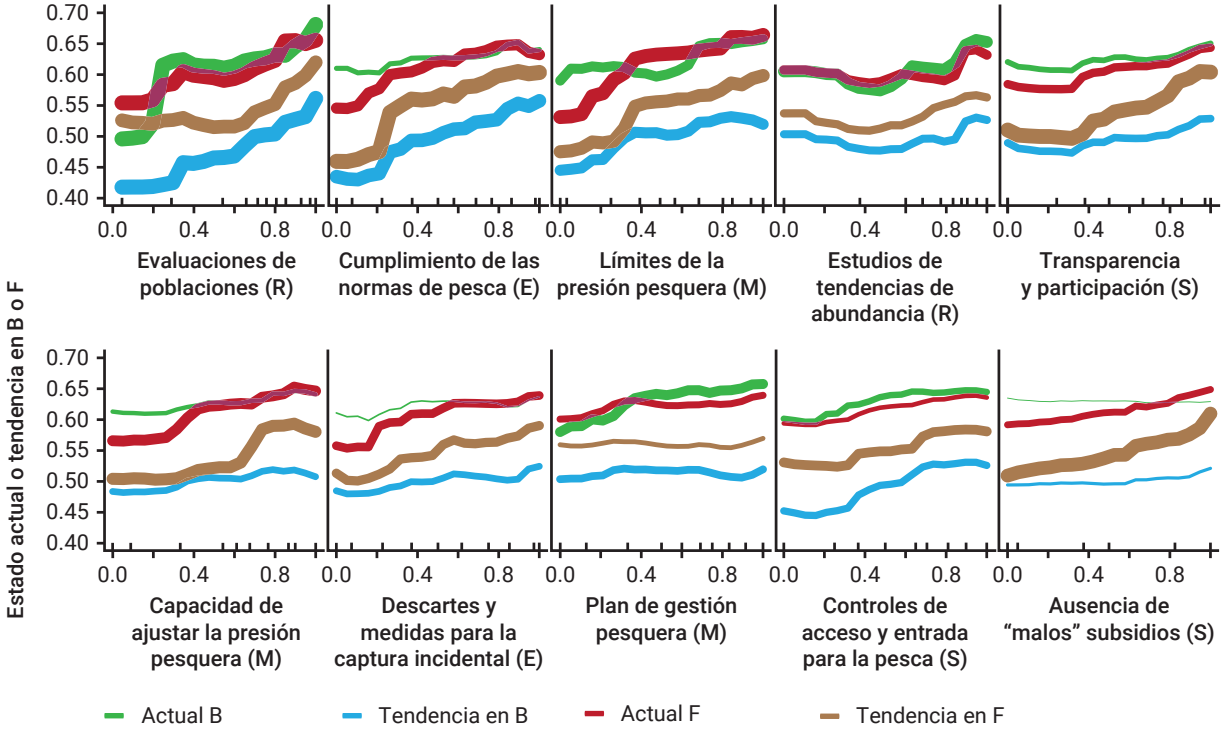


Fuente: FAO (2018a).

3 Para este informe, "acuicultura» es un término general utilizado para la cría de peces y mariscos en cautividad para su eventual consumo humano, mientras que "maricultura» hace referencia a la parte de la acuicultura que se practica en zonas marinas, costeras y de estuarios.

4 La pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR) es un término amplio que incluye: la pesca y aquellas actividades relacionadas con esta, llevadas a cabo en contravención de las leyes nacionales, regionales e internacionales; la no declaración, la declaración errónea o la infradeclaración de información sobre las operaciones de pesca y sus capturas.

Figura 7.4: Estado de las poblaciones de peces y mortalidad por pesca según la influencia de diversos factores de la ciencia, la gestión y la gobernanza. Las puntuaciones relativas más altas en el eje vertical reflejan un mejor estado de las poblaciones en relación con una gestión teóricamente "ideal".



Efectos de los atributos de la gestión pesquera en las dimensiones de investigación (R), gestión (M), aplicación (E) y socioeconomía (S) sobre la situación actual y las tendencias de la biomasa (B) y la mortalidad por pesca (F). El grosor de la línea refleja la variación en la importancia de cada dimensión en la relación con las variables (x) y (y).

Fuente: Melnychuk *et al*. 2016

Adicionalmente, la expansión de la actividad pesquera continúa dándose geográficamente, con jurisdicciones de gestión que se esfuerzan por seguir el ritmo. Las causas incluyen:

- el desplazamiento del esfuerzo de las jurisdicciones por intentar reducir la explotación de las poblaciones que están bajo su autoridad,
- un aumento continuo de la capacidad pesquera de las flotas con sede en Asia (mientras la capacidad de flota de otras jurisdicciones está disminuyendo), y
- un aumento general de la eficiencia de la pesca a escala mundial (Bell, Watson y Ye 2017; Jacobsen, Burgess y Andersen 2017).

El reajuste espacial del esfuerzo pesquero se producirá a medida que las poblaciones se desplacen en respuesta a los cambios en las condiciones oceánicas provocados por el calentamiento global antropogénico (Cheung, Watson y Pauly 2013), aun así, los detalles de la redistribución de las especies continúan siendo inciertos (Barange *et al.* 2014; Johnson *et al.* 2016; Salinger *et al.* 2016) y las estrategias de gestión adecuadas a esa dinámica se encuentren en las primeras fases de desarrollo (Schindler y Hilborn 2015; Creighton *et al.* 2016).

La actividad pesquera se ha extendido a muchos montes submarinos oceánicos, en los que la biomasa acumulada de peces longevos y de crecimiento lento, como el reloj anaranjado y los oreos, suele agotarse incluso antes de que las organizaciones u organismos regionales de gestión pesquera puedan recopilar información suficiente para evaluar los niveles de captura sostenibles (FAO 2009a; Koslow *et al.* 2016). A medida que las



Recuadro 7.1: La industria pesquera en los océanos polares

Los océanos polares no fueron identificados como una región del GEO-6, pero muchos de los sectores enumerados en la **Tabla 7.1** se encuentran presentes en una o ambas regiones polares. Las estimaciones del valor económico y de los medios de subsistencia son incompletos, pero los recursos marinos siguen siendo esenciales para el sustento de más de 150 mil inuit en el Ártico norteamericano (Inuit Circumpolar Council 2011). La pesca comercial en el Océano Ártico está sometida a una moratoria por parte de los Estados Unidos de América y Canadá dentro de sus jurisdicciones nacionales; frente a las aguas internacionales del Ártico, a esta moratoria inicial entre Canadá, la Federación Rusa y los Estados Unidos de América se han unido recientemente China, Dinamarca (por Groenlandia), la Unión Europea, Islandia, Japón y la República de Corea[5]. En las zonas polares bajo jurisdicción noruega y rusa, la pesca es gestionada por las autoridades nacionales y evaluada de forma periódica por el Consejo Internacional para la Exploración de los Mares (CIEM).

Desde 1982, en el Océano Antártico, la pesca comercial de la austromerluza, merluza negra y kril se lleva a cabo en el marco regulatorio de la Comisión para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR). La captura de dichos peces se expandió rápidamente, con capturas de krill inferiores a un tercio del límite de captura de precaución (Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources [CCAMLR] 2016). Las pesquerías de merluza negra y pez de hielo han sido certificadas como sostenibles (por el Marine Stewardship Council, organismo independiente), lo que ha generado un progreso sustancial en la disuasión de la pesca INDNR (Österblom y Bodin 2012). Las pesquerías legales produjeron unos ingresos anuales de más de 200 millones de dólares (austromerluza) y 70 millones de dólares de krill en cinco años (Hoshino y Jennings 2016). La CCAMLR realiza revisiones periódicas independientes de su rendimiento (por ejemplo, CCAMLR 2016). Los océanos polares son los que están experimentando un cambio climático más rápido y los medios de subsistencia del norte se están viendo afectados de muchas maneras perjudiciales (Inuit Circumpolar Council 2011). Por ejemplo, el acceso estacional de los pescadores indígenas a la pesca en el hielo marino se ha vuelto problemático debido a su adelgazamiento y desaparición. Las oportunidades de explotación de los fondos marinos, de los hidrocarburos y de la navegación comercial requerirán el desarrollo de políticas adecuadas para garantizar que los beneficios lleguen a los habitantes locales.

poblaciones de peces de las latitudes polares se vuelven más accesibles a la pesca comercial, como consecuencia de la combinación del deshielo del mar y la mejora de las tecnologías de captura, la sobrepesca podría ser una amenaza particular, si no se regula cuidadosamente (**Recuadro 7.1**). En este caso, las organizaciones y organismos regionales de gestión de la pesca desempeñan un papel importante pues debe tenerse en cuenta que ese tipo de pesquerías se expanden más allá de los límites nacionales de una forma extremadamente rápida, poniendo a prueba la capacidad de las jurisdicciones de gestión (Swan y Gréboval, 2005).

En los casos en los que se haya reducido o eliminado la sobrepesca o se haya mantenido un control de las actividades pesqueras dentro de niveles sostenibles, se ha hecho uso de una amplia combinación de medidas (Melnychuk *et al.* 2016; García *et al.* 2018). Así, existe una disponibilidad amplia de control sobre las capturas totales (número y tamaño de los buques pesqueros, días de pesca, etc.), al igual que sobre la innovación tecnológica, en aquellos casos en los que no se encuentra gestionada. Cuando la ciencia y los recursos de gestión lo permiten, las medidas reguladoras suelen estar soportadas por puntos de referencia con un manejo biológico y normas de control de las capturas (Inniss y Simcock eds. 2016). Sin embargo, la gestión de arriba hacia abajo basada en evaluaciones científicas no es esencial en todos los tipos de pesquerías. En las pesquerías comunitarias de pequeña escala, la gestión comunitaria suele ser eficaz, siempre que la coherencia con las prácticas tradicionales y culturales sea alta (FAO 2015). Para todas las escalas de pesca, la co-gestión y la inclusión de los participantes del sector en dicha gestión puede dar lugar a un mayor cumplimiento y a una reducción de costos (Gray 2005; Dichmont *et al.* 2016; Leite y Pita 2016).

Durante siglos, la pesca a pequeña escala ha sido una piedra angular de los medios de subsistencia y de la seguridad alimentaria en muchas partes del mundo, sin embargo, solo hasta hace poco se ha reconocido como una preocupación importante en el estado y las tendencias de las pesquerías (FAO 2005; ODS 14.b.a; FAO 2018b). Estas empresas, que proporcionan casi el 80% del empleo en la pesca a nivel mundial (FAO 2016a), a menudo operan en circunstancias en las que la gestión centralizada de arriba hacia abajo sería muy costosa y culturalmente intrusiva (FAO 2015; FAO 2016b). Tras una amplia consulta a nivel mundial, las directrices para el desempeño y la gestión gubernamental de la

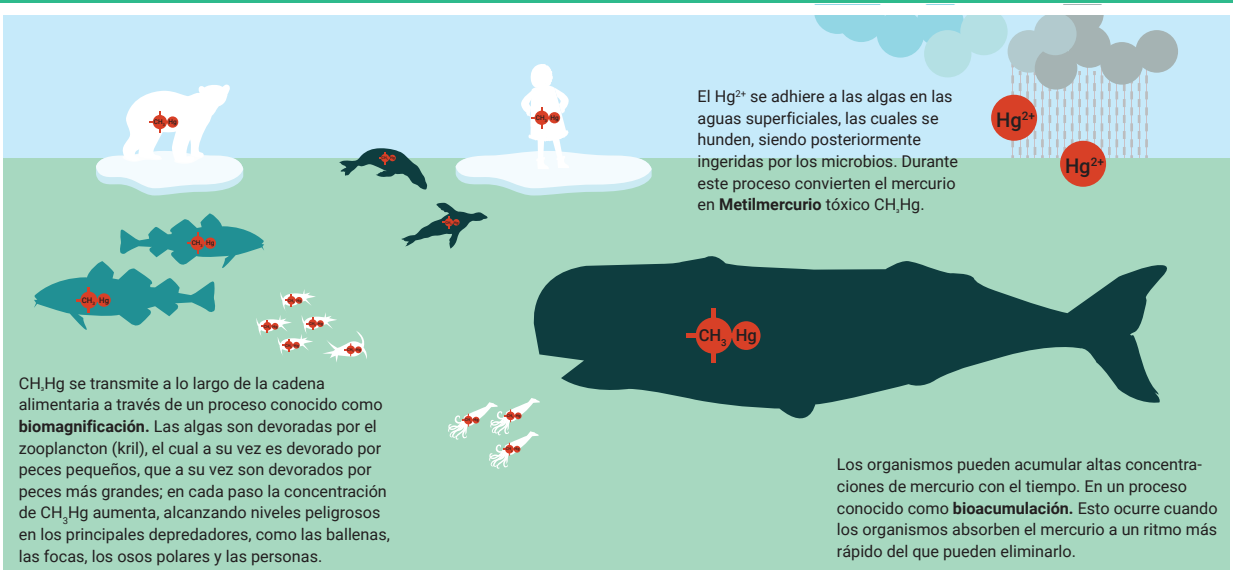
Recuadro 7.2: El mercurio en el medio ambiente marino

La Organización Mundial de la Salud sitúa al mercurio entre las diez sustancias químicas de mayor preocupación para la salud pública (WHO 2017). Esto se debe a que el mercurio, especialmente en forma de metilmercurio, es una potente neurotoxina, que incluso en bajas concentraciones puede afectar al desarrollo fetal y de la infancia y causar daños neurológicos (Karagas *et al.* 2012; Ha *et al.* 2017). Los estudios epidemiológicos sobre la elevada exposición prenatal al metilmercurio en poblaciones de las Islas Feroe y en Nueva Zelanda han encontrado algunos impactos adversos en el desarrollo (Grandjean *et al.* 1997; Crump *et al.* 1998). Sin embargo, los estudios realizados en las Seychelles y en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte han revelado que el consumo regular de pescado de mar durante el embarazo no supone un riesgo para el desarrollo (Myers *et al.* 2003; Daniels *et al.* 2004; van Wijngaarden *et al.* 2017). Otras investigaciones sobre la cohorte del Reino Unido descubrieron que el consumo de mariscos durante el embarazo (>340 g por semana) mejoraba los resultados de desarrollo, conductuales y cognitivos (Hibbeln *et al.* 2007), lo que sugiere que otros nutrientes presentes en el pescado, como los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (Strain *et al.* 2008) o el selenio (Ralston y Raymond 2010) pueden ocultar o contrarrestar los efectos negativos del metilmercurio.

Los beneficios para la salud del consumo de pescado están bien establecidos (FAO y WHO 2011; FAO y WHO 2014); sin embargo, debido a los altos niveles de metilmercurio en algunos mariscos y a la incertidumbre en cuanto al riesgo, muchos países tienen advertencias que sugieren que las mujeres embarazadas deben limitar su consumo de pescado a especies que registren bajas concentraciones de esta sustancia (Taylor *et al.* 2018). En general, los peces que deben evitarse son las especies depredadoras como el tiburón, el atún y el pez espada y los peces de larga vida como el reloj anaranjado dados los procesos de biomagnificación y bioacumulación (United States Food and Drug Administration 2017).

5 Acuerdo para Prevenir la Pesca no Regulada en Alta Mar en el Océano Ártico Central (2017).

Figura 7.5: Biomagnificación y bioacumulación de metilmercurio en la cadena alimentaria



Fuente: Baker, Thygesen y Roche (2017).

pesca a pequeña escala está dando lugar a mejoras en este tipo de industrias (FAO 2015; FAO 2016b).

Surgimiento de la maricultura

Aunque la pesca de captura presentó un estancamiento a comienzos del año 2000, la maricultura ha continuado expandiéndose y, si se mantienen las tendencias actuales, pronto la superará (**Figura 7.4**; FAO 2018a). La maricultura a gran escala y con fines comerciales de peces y mariscos de alto valor, como el atún, el salmón, los mejillones, las ostras y otros bivalvos, actualmente contribuye de manera significativa a las economías de la mayor parte de los países costeros desarrollados. A pequeña escala, esta actividad también se está extendiendo por los países menos desarrollados y a las economías en transición. Los cultivos marinos y de agua dulce que utilizan subproductos de la transformación del pescado y peces de bajo valor como alimento, no solo crean nuevos mercados para dichos productos, sino también cierto potencial de competencia en el mercado a medida que aumenta la demanda de materias primas de la maricultura. Los datos sobre la producción de las operaciones a pequeña escala son incompletos, especialmente para el consumo de la comunidad, ya que estos productos no entran en el mercado.

Las poblaciones que dependen de los organismos marinos para alimentarse pueden estar especialmente expuestas al metilmercurio y a los contaminantes orgánicos persistentes, siendo estos riesgos mayores en las zonas donde la seguridad alimentaria no está garantizada (Gribble *et al.* 2016).

Además, el cambio climático puede provocar cambios en las emisiones de mercurio, por ejemplo, mediante la liberación, a largo plazo, de su almacenamiento en las ciénagas congeladas del hemisferio norte (UNEP 2013; Schuster *et al.* 2018), con el gran potencial de aumentar la entrada de mercurio en los océanos.

7.3.3 Basura marina

La basura marina que ha sido encontrada en las profundidades del océano, en el fondo marino (Pham *et al.* 2014) y en las costas de las islas más remotas del Pacífico (Lavers y Bond 2017), representa un problema creciente y un grave impacto en los organismos, hábitats y ecosistemas marinos (Secretariat of the Convention


© Shutterstock/Rich Carey

on Biological Diversity [SCBD] 2016). Tres cuartas partes de los desechos marinos están compuestos de plástico. Esto incluye microplásticos de menos de 5 mm de tamaño (microplásticos primarios), que son fabricados con el propósito de ser usados en diversos productos industriales y comerciales (como por ejemplo, pellets, microperlas en cosméticos), o son el resultado de la meteorización de productos plásticos y fibras sintéticas que pueden producir partículas micro y nanoplásticas (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection [GESAMP] 2015; Gigault *et al.* 2016). La meteorización también puede liberar los aditivos químicos que se utilizan en la fabricación de plásticos (Jahnke *et al.* 2017).

Basándose en los datos mundiales sobre residuos sólidos, la densidad demográfica y la situación económica, Jambeck *et al.* (2015) estiman que en 2010 se generaron 275 millones de toneladas de residuos plásticos en 192 países costeros, de los cuales entre el 4,8 y 12,7 (8) millones de toneladas pueden haber llegado al océano (**Figura 7.6**). Ellos mismos calculan que, sin una intervención mundial, la cantidad de plástico en el océano podría aumentar entre 100-250 millones de toneladas en 2025. En general, las fuentes de desechos marinos pueden estar correlacionadas con la eficacia de la gestión de los residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales (Schmidt *et al.* 2017).

En general, se reconoce que una gran proporción del plástico que llega al océano se origina en la tierra, llegando al medio marino a través de la escorrentía de las aguas pluviales, los ríos o al ser vertida de forma directa en las aguas costeras (Cozar *et al.* 2014; Wang *et al.* 2016). Se cree que los residuos no recogidos son la principal fuente y que cantidades menores proceden de residuos recogidos que vuelven a entrar en el sistema desde vertederos formales e informales mal operados o ubicados (véase 5.2.5). En relación con el porcentaje de plástico procedente de fuentes oceánicas hay menos información, pero se sabe que los aparejos de pesca perdidos son un problema. Esto incluye los aparejos que se pierden como resultado del método de pesca, los cuales son arrastrados por la borda durante las tormentas o desechados intencionadamente (Macfadyen, Huntington y Cappell 2009).

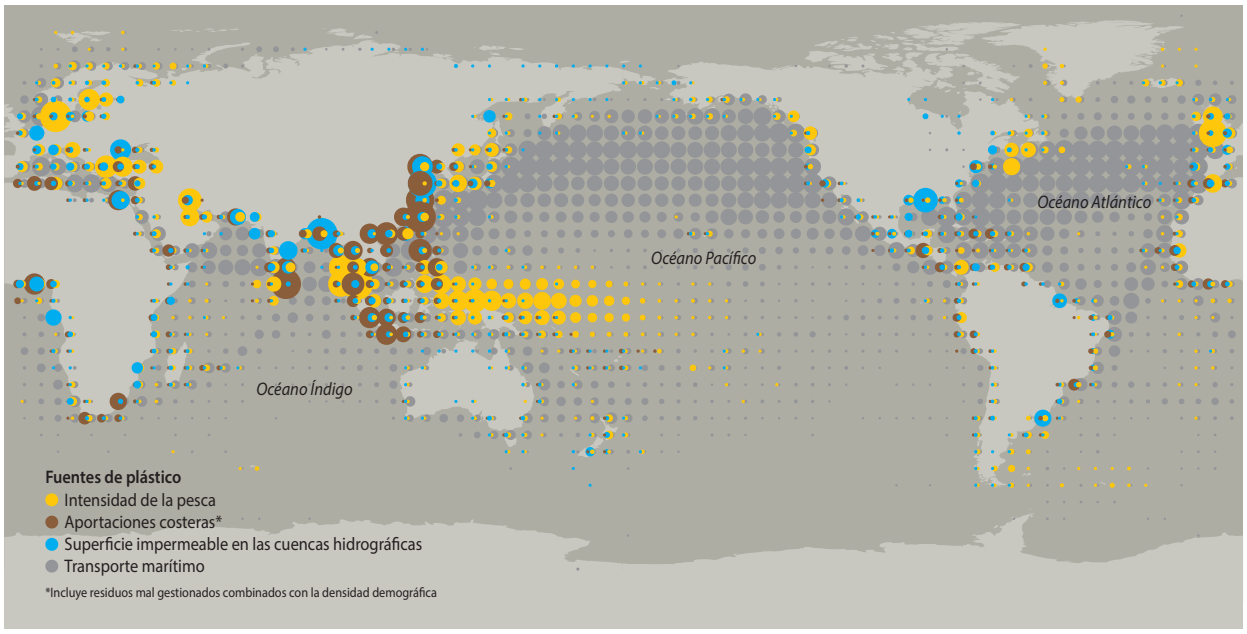
7.4 Impactos

7.4.1 Consecuencias sociales y económicas de la muerte de los arrecifes de coral

Los arrecifes de coral son de gran importancia para 275 millones de personas ubicadas en 79 países que dependen de las pesquerías asociadas a los arrecifes por ser su principal fuente de proteína animal (Wilkinson *et al.* 2016). Las contribuciones provenientes de los arrecifes de coral han sido valoradas, colectivamente, en 29 mil millones de dólares al año, por concepto de turismo (11,5 mil millones de dólares), pesca (6,5 mil millones de dólares) y protección costera (10,7 mil millones de dólares) (Burke *et al.* 2012). El blanqueamiento de los corales en la Gran Barrera de Coral podría costar a la economía australiana mil millones de dólares al año correspondientes a la pérdida de ingresos por turismo (Willacy 2016). El valor económico total anual de los arrecifes de coral en los Estados Unidos de América se ha valorado en 3.4 mil millones de dólares (Brander y Van Beukering 2013).

La degradación de los arrecifes de coral causada por los efectos agravantes de la contaminación procedente de la tierra o por repetidos episodios de blanqueo, son menos capaces de proporcionar los beneficios necesarios para las comunidades locales (Cinner *et al.* 2016). Una vez que mueren los arrecifes, su crecimiento no es vertical, hacia arriba, causando una erosión gradual de los arrecifes, que al morir quedan sumergidos bajo el aumento del nivel del mar, siendo menos eficaces a la hora de proteger la costa del ataque de las olas durante las tormentas. Los corales muertos no sólo carecen del atractivo estético que es fundamental para el turismo, sino que también sustentan una comunidad de peces menos biodiversa (Jones *et al.* 2004). Esto provoca una reducción de la actividad turística y de los ingresos procedentes de la pesca, lo que puede poner en peligro los medios de subsistencia de las comunidades locales. Los arrecifes de coral vivos son también importantes símbolos religiosos para algunas comunidades (Wilkinson *et al.* 2016).

Figura 7.6: Mapa mundial de la posible entrada de plástico marino a los océanos según las actividades humanas y las características de las cuencas hidrográficas



Fuente: Mapa elaborado por GRID-Arendal (2016a) a partir de los datos de Halpern *et al.* (2008), Watson *et al.* (2012) y Jambeck *et al.* (2015).

7.4.2 Pesca de captura

El impacto inicial de la pesca en las especies objetivo es el de reducir la abundancia de los niveles sin explotación, para así generar un aumento en la productividad de la población, ya que se reducen las presiones de dependencia de la densidad, aumentando las reservas de crecimiento y energía disponible para el desove. Este razonamiento constituye la base de la ciencia pesquera (Beverton y Holt, 1957; Ricker, 1975) junto con el concepto de Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) que está arraigado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM). Este concepto constituye una norma mundial para la gestión de la industria pesquera, cuando la tasa de extracciones por parte de estas ha maximizado la productividad sin agotar el tamaño de la población reproductora lo suficiente como para perjudicar la producción de crías. Si la tasa de explotación aumenta superando ese nivel, el potencial de desove disminuye más rápidamente que la productividad, lo que genera la sobrepesca. La Sección 7.3.2. resume los resultados globales actuales de la pesca sobre las especies objetivo.

Los impactos de la pesca en los ecosistemas marinos se encuentran bien documentados y se han estudiado durante varias décadas (Jennings y Kaiser 1998; Gislason y Sinclair 2000). Entre los principales impactos se encuentran:

- las capturas accidentales de especies no deseadas en las operaciones de pesca
- impactos de los aparejos de pesca en los hábitats del fondo marino y en las comunidades bentónicas sedentarias
- alteración de las redes tróficas debido a la reducción del número de depredadores superiores, permitiendo la liberación de las poblaciones de presas, o su agotamiento, lo que conduce a la disminución de la productividad de las poblaciones de depredadores.

Las consecuencias de estos impactos están bien descritas y han sido fundamentales para el desarrollo del enfoque ecosistémico de la pesca, enfoque que fue consagrado en el Acuerdo sobre Poblaciones de Peces de las Naciones Unidas y ha sido ampliamente adoptado en las políticas nacionales y regionales (Rice, 2014). La FAO ha proporcionado orientaciones operativas y actualizaciones sobre las acciones para gestionar la huella de la pesca (FAO 2003), incorporándolas al Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO 2005; FAO 2011).

A pesar del reconocimiento de la gran huella de la pesca en los ecosistemas marinos y de su plena inclusión en las políticas, las medidas para minimizar sus efectos en los ecosistemas han tenido un éxito variable. Parece haber un progreso general, ya que dos revisiones globales con una década de diferencia encontraron que las estimaciones de los descartes anuales globales de la pesca han disminuido de 27 millones de toneladas en 1994 a 7,3 millones de toneladas en 2004 (Alverson *et al.* 1994; Kelleher 2005). Sin embargo, en muchas industrias pesqueras continúan produciéndose importantes descartes, particularmente, pesquerías con malla pequeña para especies como el camarón en los países menos desarrollados, donde los incentivos para la reducción de los descartes y las capturas accesorias son inexistentes o ineficaces (FAO 2016a; FAO 2016b). Además, incluso cuando se han reducido las capturas accidentales de especies altamente vulnerables, los niveles siguen siendo preocupantes para la población de algunos tiburones y aves marinas (Campana 2016; Northridge *et al.* 2017).

Del mismo modo, las organizaciones de gestión pesquera a escala nacional y regional están tomando en serio la huella producida por los aparejos de la pesca en el hábitat del fondo marino y en las comunidades bentónicas. Dado el aumento de esta preocupación se generó la adopción en la Asamblea General de las Naciones Unidas de la Resolución 61/105 en 2007, que exigía a todas las organizaciones regionales de ordenación pesquera (OROP) la identificación de aquellos ecosistemas marinos en su jurisdicción que fueran vulnerables a las artes de contacto con el fondo y que los protegieran de los daños o los cerraran a dicha pesca. Las pruebas de la eficacia política de este enfoque se examinan en el Capítulo 14. Sin embargo, a pesar de que todas las actuaciones de las OROP resultan relevantes para cumplir con este requisito (Rice 2014), los estudios regionales han encontrado que más del 50 por ciento del lecho marino explotable se ha visto afectado por los aparejos de pesca con más frecuencia de aquella que necesitan las comunidades bentónicas para recuperarse por completo tras la perturbación, así como también que los impactos repetidos continúan siendo comunes (Eigaard *et al.* 2017).



7.4.3. Maricultura

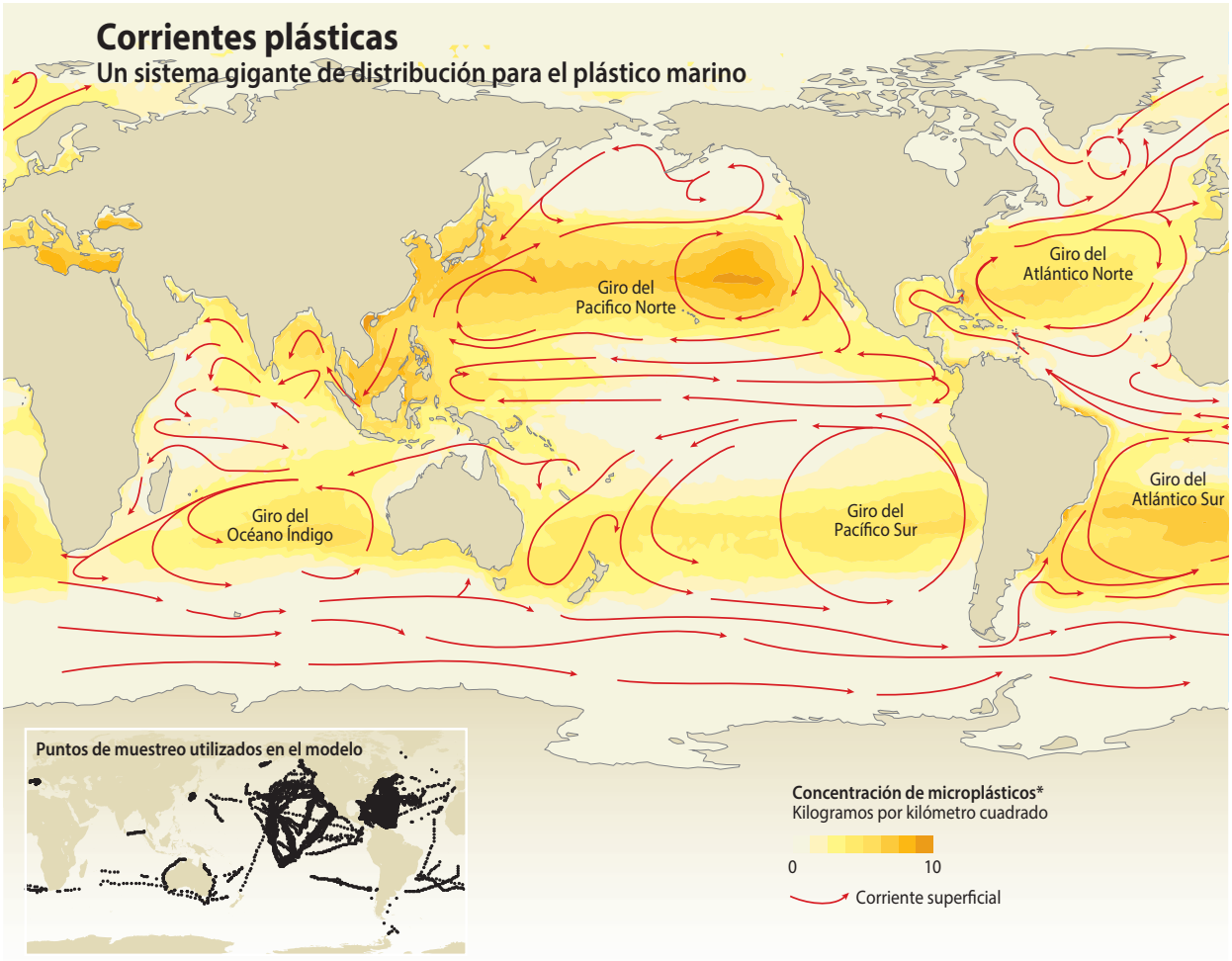
La maricultura tiene un impacto sustancial en el ecosistema marino y la documentación de estos efectos es cada vez mayor. La conversión de los manglares para la maricultura ha provocado una pérdida generalizada del hábitat con consecuencias de gran alcance para las especies dependientes. La infraestructura del cultivo que es abierta y densa, los antibióticos y otros medicamentos utilizados para prevenir enfermedades son arrastrados por las corrientes y por las mareas hasta muy fuera de las aguas destinadas a la zona de cultivo, El exceso de alimento que se hunde en las jaulas puede acumularse en el fondo marino, descomponerse y reducir los niveles de oxígeno. Estos y otros efectos, como el de ser vectores o fuentes de parásitos y enfermedades o aumentar los riesgos de flujos genéticos no adaptativos y especies invasoras, pueden gestionarse mediante operaciones cuidadosas, aunque a veces costosas (Bernal y Oliva 2016). Sin embargo, el enfoque ecosistémico también se está aplicando en la acuicultura, con objetivos comparables y una rápida adopción por parte de la industria (FAO 2010).

7.4.4 Basura marina

Aunque la mayor acumulación de los desechos marinos se produce en los entornos costeros (Derraik 2002), el plástico (incluido el microplástico) se distribuye por todo el océano, con una mayor acumulación en las zonas de convergencia de cada uno de los cinco giros subtropicales (Cozar *et al.* 2014; Van Sebille *et al.* 2015; Yang *et al.* 2015; Véase la **Figura 7.7**).

La contaminación por plásticos ha sido reconocida durante décadas como una amenaza para la biodiversidad marina (Gray 1997), siendo uno de los impactos más visibles la muerte o las lesiones causadas a la vida marina por enredos con aparejos de pesca abandonados y envases de plástico. Muchos animales también ingieren basura, ya sea de forma accidental o intencionada, cuando la confunden con comida. Esto puede causar inanición debido a la obstrucción intestinal o a la falta de nutrientes (UNEP y GRID-Arendal 2016). En revisiones recientes se ha constatado que un número creciente de tortugas, mamíferos marinos y aves marinas están en peligro o mueren a causa de la basura flotante (Thiel *et al.* 2018; O'Hanlon *et al.* 2017).

Figura 7.7: Basura plástica en alta mar



Fuente: GRID-Arendal (2016b), a partir de datos de Van Sebille *et al.* (2015).

Los microplásticos están apareciendo en los alimentos consumidos por los humanos; sin embargo, el impacto en la salud humana es incierto (GESAMP 2015; Halden 2015). Aunque se han encontrado partículas de plástico en los intestinos de peces en todos los océanos y en productos como la sal marina (por ejemplo, Yang et al. 2015; Güven et al. 2017), en la actualidad no existen métodos estándar para evaluar los riesgos para la salud de la ingestión de partículas de plástico. Al menos en el caso del pescado, las personas no suelen consumir su tracto digestivo donde se acumula el plástico, por lo que la ingesta es probablemente limitada. En los casos en que las personas consumen organismos enteros, como los mejillones y las ostras, las tasas de ingestión podrían ser mayores (Van Cauwenberghe y Janssen 2014; Li *et al.*, 2018). Además, el valor estético y restaurador del océano para las personas es bien conocido, pero hay pruebas de que la presencia de desechos marinos puede socavar los beneficios psicológicos generalmente proporcionados (Wyles *et al.* 2015).

Algunos productos de plástico contienen sustancias químicas peligrosas (por ejemplo, retardantes del fuego) y los desechos marinos plástico también pueden atraer sustancias químicas del agua de mar circundante (por ejemplo, UNEP 2016; UNEP y GRID-Arendal 2016). Sin embargo, actualmente se considera que la fracción de sustancias químicas contenidas en el plástico o que son absorbidas por el plástico en el océano es pequeña en comparación con las sustancias químicas que se encuentran en el agua de mar y en las partículas orgánicas que proceden de otras fuentes de contaminación terrestre (Koelmans *et al.* 2016).

Actualmente no existen efectos tóxicos demostrados provenientes de las sustancias químicas absorbidas por las partículas de plástico que se encuentran en una serie de biota marina, sin embargo, se necesitan más datos para comprender plenamente la importancia relativa de la exposición a las sustancias químicas absorbidas por los microplásticos en comparación con otras vías de exposición (Ziccardi *et al.* 2016).

Los costos económicos y sociales de los desechos marinos incluyen efectos indirectos como son la interferencia en las oportunidades de pesca a pequeña escala, el turismo y la recreación (Watkins *et al.* 2017). Estos costos generalmente no se cuantifican, pero pueden recaer de manera desproporcionada para quienes su medio de subsistencia está más vinculado a las actividades costeras. Algunos costos económicos directos incluyen el costo de la limpieza de las playas y los accidentes relacionados con los peligros de la navegación o el ensuciamiento (UNEP 2016). La Unión Europea ha calculado que cada año el sector pesquero pierde hasta 62 millones de euros por los daños sufridos por las embarcaciones y los aparejos y por la reducción de las capturas debido a la pesca fantasma (aparejos abandonados que siguen capturando organismos marinos a la deriva) y que se gastan hasta 630 millones de euros en la limpieza de las playas (Acoleyen *et al.* 2013).

7.4.5 Problemas emergentes para el océano

La explotación de los océanos se está expandiendo y los responsables políticos deberán abordar una serie de problemas claves que surgen a medida que esta explotación continúa.

Recuadro 7.3: Extracción de arena de la costa

La explotación a nivel mundial de zonas costeras y cercanas a la costa para obtener arena y grava para la construcción es una realidad. Aunque se trata de recursos no renovables, estos se reponen mediante una serie de procesos que incluyen la erosión de la costa, el transporte fluvial de sedimentos y de producción biológica (Woodroffe *et al.* 2016), así como el transporte de sedimentos hacia tierra. Después del agua, la arena y la grava son el segundo recurso natural más utilizado del planeta, el cual se estima en unos 40-50 mil millones de toneladas (5,2-6,6 toneladas por persona al año, o c.20 kg por persona al día), de las cuales 26 mil millones de toneladas se utilizan para fabricar hormigón (Peduzzi 2014).

La mayor parte de la arena procede de la erosión de las montañas que es causada por ríos y glaciares. Se calcula que todos los ríos de la Tierra aportan al mar unos 12.600 millones de toneladas de sedimentos cada año (Syvitski *et al.* 2005). Por consiguiente, el ser humano está utilizando actualmente la arena a un ritmo cuatro veces superior al que es producido por la naturaleza. La arena del desierto no puede utilizarse como material agregado ya que los granos son demasiado lisos y redondeados debido al constante movimiento sobre las dunas del desierto.

Muchos países europeos han extraído arena de los bancos de arena de alta mar durante varias décadas (Baker *et al.* 2016), haciendo que esta práctica se extienda rápidamente a otras partes del mundo, con un desconocimiento exacto e incierto sobre la cantidad de volumen extraído actualmente. El acto de dragar el lecho marino mata a los organismos de la zona minada y la pluma de lodo alterado puede cubrir el lecho marino con la consiguiente asfixia de la vida marina en las zonas circundantes. La extracción ilegal y mal regulada de arena en las playas (y en los ríos) está causando grandes daños a los ecosistemas y paisajes (Larson 2018). Por ejemplo, en Kiribati, la extracción minera en las playas ha aumentado la vulnerabilidad a las inundaciones costeras (Ellison 2018) y en el centro de Indonesia, la extracción de arena es una de las amenazas identificadas para las praderas marinas (Unsworth et al. 2018).

Las acciones para reducir la "extracción minera de arena" global incluyen la conservación de las construcciones existentes, la sustitución de la arena y la grava por material reciclado en los nuevos proyectos. También es posible sustituir la arena utilizada en el concreto por un 15-70% de cenizas de incineradora, dependiendo del uso (Rosenberg 2010). La investigación sobre el desarrollo de concreto a base de arena del desierto se está ampliando y actualmente se están probando nuevos productos (Material District 2018).

Por ello, es necesario mejorar el conocimiento de los entornos arenosos y sus ecosistemas dependientes para hacer un uso más inteligente de los recursos restantes de arena y grava (Peduzzi 2014). Los indicadores de los ODS no hacen mención sobre la extracción de los fondos marinos ni de la erosión costera.

Recuadro 7.4: Minería en aguas profundas

La explotación comercial de los fondos marinos aún no ha comenzado, sin embargo, la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA, por sus siglas en inglés) ha suscrito actualmente contratos a15 años con empresas para la exploración de nódulos polimetálicos (zona de fractura de Clarion Clipperton y cuenca del Índico Central), sulfuros polimetálicos (dorsal del Índico Sudoccidental, dorsal del Índico Central y dorsal del Atlántico Medio) y costras de ferromanganeso ricas en cobalto (Océano Pacífico Occidental). Además, varias naciones insulares del Pacífico con potenciales recursos minerales en aguas profundas han concedido licencias de exploración o están actualizando las políticas pertinentes antes de hacerlo.

A nivel mundial, los yacimientos minerales en aguas profundas son cada vez más atractivos para las empresas mineras, que buscan yacimientos con un mayor depósito mineral (Secretariat of the Pacific Community [SPC] 2013a; SPC 2013b). Entre ellas se encuentran: (1) nódulos de manganeso que existen en forma de rocas del tamaño de un canto rodado o de un peñasco dispersas en amplias zonas del fondo oceánico abisal a profundidades superiores a los 5.000 m; (2) costras ricas en cobalto formadas en los flancos de los montes submarinos y otros elementos volcánicos del fondo marino; y (3) depósitos con altos contenidos de sulfuros que se forman en asociación con respiraderos hidrotermales situados a lo largo de las crestas de extensión del fondo marino, las cuencas de arco trasero y los arcos volcánicos submarinos. Las comunidades bentónicas que habitan estos entornos son únicas en el mundo y albergan muchas especies endémicas (Beaudoin y Smith 2012). El interés por la explotación de estos yacimientos está más avanzado hacia aquellos que tiene un alto contenido de sulfuros y que están situados en el suroeste del Pacífico, aunque siguen existiendo muchas preguntas sin respuesta sobre los impactos ambientales (Boschen *et al.* 2013).

Los impactos potenciales de la minería en aguas profundas están poco estudiados, pero en general se supone que incluyen (1) impactos directos en las comunidades bentónicas donde se extraen los nódulos/depósitos de mineral; (2) impactos en el bentos debido a la movilización, el transporte y la redeposición de sedimentos en áreas potencialmente amplias; e (3) impactos en la columna de agua en los casos en que los buques mineros descargan una pluma de sedimentos cerca de la superficie del mar, afectando así a la biota fotosintetizadora y a los peces pelágicos (Morgan, Odunton y Jones 1999; Sharma 2001). En un experimento de perturbación del fondo marino en la cuenca del Perú se encontró muy poca recuperación de la fauna bentónica 26 años después de haber imitado las operaciones mineras (Marcon *et al.* 2016). La falta de conocimiento y comprensión se ha argumentado como una razón para que los países procedan con precaución en el desarrollo de estos recursos (Van Dover 2011; Van Dover *et al.* 2017). En el contexto de la minería en aguas profundas, el mundo tiene una oportunidad única para tomar decisiones acertadas sobre una industria antes de dar inicio a esta.

La ISA es responsable de garantizar una protección eficaz del medio marino frente a los efectos nocivos de la minería en aguas profundas en aquellas zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional (de conformidad con la Parte XI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar). Esta Autoridad se encuentra elaborando el Código Minero, que contiene normas, reglamentos y procedimientos para regular la prospección, exploración y explotación de minerales marinos en la zona (International Seabed Authority [ISA] 2017).

Mientras tanto, varios Estados con potenciales minerales en aguas profundas han desarrollado o están desarrollando políticas para regular esta nueva industria. Entre ellas se encuentran una serie de iniciativas, como por ejemplo, la Secretaría de la Comunidad del Pacífico con el Regional Legislative and Regulatory Framework for Deep Sea Minerals Exploration and Exploitation (SPC 2013b), la Cook Islands National Seabed Minerals Policy (Cook Islands Seabed Minerals Authority 2014) y la Tuvalu Seabed Mining Act 2014 (Tuvalu 2014).

Recuadro 7.5: Ruido oceánico antropogénico

Cada vez es mayor la preocupación por el impacto potencial del ruido acústico antropogénico en la vida marina, es decir el ruido generado por una serie de actividades como la navegación, los estudios sísmicos, las operaciones militares, los parques eólicos, el dragado de canales y la extracción de agregados (Inger *et al.* 2009). Los grandes buques comerciales generan ruido en el rango de frecuencias de 10 a 1.000 Hz, el cual coincide con las frecuencias utilizadas por los mamíferos marinos para comunicarse y navegar (Richardson *et al.* 1995). Hay pruebas de que el ruido de baja frecuencia ha aumentado significativamente en las profundidades del océano desde la década de 1950 (Andrew *et al.* 2002; McDonald *et al.* 2006; Chapman y Price 2011). Sin embargo, algunas observaciones recientes han mostrado un nivel constante o una tendencia ligeramente decreciente del ruido de baja frecuencia (Andrew *et al.* 2011; Miksis-Olds y Nichols 2016). Sin embargo, la información sobre los niveles de ruido en las aguas menos profundas de la plataforma continental continúa siendo limitada (Harris *et al.* 2016).

Las adaptaciones evolutivas que han permitido a muchas especies marinas detectar el sonido pueden hacerlas ahora vulnerables a la contaminación acústica (Popper y Hastings 2009). La energía del sonido se disipa en función de la distancia al cuadrado, por lo que la proximidad a la fuente de sonido es un factor importante para calcular el impacto. Las primeras investigaciones sobre el ruido y los mamíferos marinos se centraron en el sonido de alta frecuencia, como el sonar de los barcos, que se ha identificado con los varamientos de ballenas (por ejemplo, Fernández *et al.* 2005). Más recientemente, los investigadores han tratado de determinar los impactos de los sonidos comunes de baja frecuencia en los mamíferos marinos. Aunque es difícil determinar el impacto del ruido antropogénico en los mamíferos marinos, existe un consenso general de que puede causar efectos adversos, desde cambios de comportamiento hasta varamientos (Götz *et al.* 2009). Una revisión realizada por Cox *et al.* (2016) sobre el impacto del ruido oceánico en el comportamiento y la fisiología de los peces determinó que ciertos sonidos pueden perturbar la comunicación e interferir en las interacciones entre depredadores y presas. También se ha descubierto que el ruido de baja frecuencia afecta a los crustáceos, produciendo cambios en el comportamiento y la función ecológica (Tidau y Briffa 2016).

Así, cada vez existe una mayor preocupación por los efectos acumulativos y a largo plazo del ruido en la biodiversidad marina (BD 2012). La CDB (párrafo 3 de la Decisión XIII/10) hace un llamado por el mejoramiento de la evaluación sobre los niveles de ruido en el océano, a seguir investigando, desarrollando y transfiriendo tecnologías y a fomentar la capacidad y la mitigación de este fenómeno (CDB 2016). La Directiva Marco sobre la Estrategia Marina de la Unión Europea - Decisión 2017/848 (European Commission 2017) recientemente ha proporcionado criterios y normas metodológicas para garantizar que el ruido introducido no afecte negativamente al medio ambiente marino y ha propuesto métodos estandarizados para su seguimiento y evaluación.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar no menciona específicamente el ruido antropogénico, sin embargo, sí considera que este podría llegar a ser una forma de contaminación si su introducción en el medio marino termina siendo negativa. Los delegados del Proceso Abierto de Consultas Oficiosas de las Naciones Unidas sobre los Océanos y el Derecho del Mar (ICP-19, 2018) debatieron el reconocimiento del ruido submarino como una forma de contaminación transfronteriza que debe mitigarse y abordarse mediante una resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

7.5 Respuesta

Los enfoques de gobernanza y los instrumentos políticos que abordan los impactos en el medio ambiente marino son muy variados. A continuación, se ofrece un análisis general de estos planteamientos políticos, mientras que en el Capítulo 14 (Parte B) se estudiará la eficacia de ciertos casos concretos.

7.5.1 Arrecifes de coral

En vista del aumento en la frecuencia de la decoloración de los corales atribuido al cambio climático antropogénico mundial, solo una respuesta política de esta naturaleza puede abordar la causa fundamental del problema. Aunque el término "arrecifes de coral" no se menciona en los indicadores de los ODS, ni siquiera en el ODS 14 relacionado con "[c]onservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos", la meta 10 de Aichi sí está relacionada con su conservación: "Para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antropogénicas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento". La meta 14.2 de los ODS relativa a los océanos -[p]ara 2020, gestionar y proteger de manera sostenible los ecosistemas marinos y costeros con miras a evitar efectos nocivos importantes, incluso mediante el fortalecimiento de su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos con objeto de restablecer la salud y la productividad de los océanos"- puede no ser alcanzable para la mayoría de los ecosistemas de arrecifes de coral tropicales. La resiliencia de los arrecifes de coral se ve afectada por los impactos humanos acumulados (por ejemplo, la pesca, la contaminación costera, la escorrentía de sedimentos, las especies invasoras), por lo cual se hace necesario frenarlo para que logremos mantener los arrecifes a futuro.

En la próxima década, los países que dependen de la pesca, el turismo y otros sectores relacionados con los arrecifes tendrán que desarrollar políticas para la transición a economías post-arrecifes, incluyendo el tratamiento del correspondiente trauma cultural, especialmente, en los casos en los que la degradación de los arrecifes es más rápida y extendida espacialmente. Además, los países con atolones de coral de baja altitud tendrán que desarrollar políticas para una transición a entornos en los que los beneficios naturales de los arrecifes de coral para las personas sean muy reducidos o no se encuentren disponibles. Dado que algunos hábitats de arrecifes se encuentran en lugares en donde los impactos del cambio climático son menos graves dando la posibilidad a los corales de sobrevivir, las naciones propietarias de estos deberían considerar la posibilidad de tomar medidas inmediatas para proteger todos los hábitats conocidos de los arrecifes de coral de cualquier uso que no sea de subsistencia (es decir, establecer todos los arrecifes como zonas de conservación totalmente prohibidas) hasta cuando se conozca la ubicación de los arrecifes que tienen más probabilidades de sobrevivir (Beyer *et al.* 2018). Los estudios demuestran que en los lugares donde se han establecido áreas marinas protegidas (AMP) "sin capturas", la resiliencia de los ecosistemas de arrecifes mejora (Steneck *et al.* 2018).

El reto consiste en evolucionar desde la gestión y el seguimiento local hacia la gobernanza en diversos niveles para enfrentar a las fuerzas motoras, los umbrales y las retroalimentaciones que se producen en escalas pertinentes. La gestión de los arrecifes de coral debe adaptarse para adoptar nuevos enfoques como la resiliencia y la gestión basada en los ecosistemas, incluida su manipulación, la bioingeniería de especies de coral resistentes al calor, así como la creación de nuevas instituciones y asociaciones internacionales para abordar los aspectos globales del declive de los arrecifes de coral (Hughes *et al.* 2017).

7.5.2 Pesca

Políticas y medidas para el manejo de los impactos de la industria pesquera en los ecosistemas

Desde antes de 1980 se vienen realizando estudios sobre los impactos de la pesca de aquellas especies que no entran a los mercados (denominadas colectivamente capturas accesorias) en el fondo marino, en su biota y en la estructura y función de los ecosistemas marinos. Las medidas para gestionar todos estos tipos de impactos son conocidas y viables ya que permiten mantenerlos dentro de límites ecológicos seguros (FAO 2009a). Entre ellas se encuentran aquellas tecnologías y prácticas que hacen que las herramientas usadas en la pesca sean más selectivas para las especies objetivo, desalentando las capturas accidentales de aves, mamíferos y reptiles marinos y evitando o reduciendo los impactos de las mismas en el fondo marino (FAO 2009a; FAO 2009b). Desde hace más de una década se dispone de orientaciones sobre cómo y en qué condiciones aplicar todas estas medidas (FAO 2003), las cuales se han expandido y actualizado periódicamente (por ejemplo, la FAO y el Banco Mundial 2015). A nivel mundial se han asumido importantes compromisos políticos para evitar o mitigar los efectos de la pesca en los ecosistemas (Rice 2014).

Las medidas espaciales han tenido un papel en la gestión de la pesca durante más de un siglo y el creciente establecimiento de AMP ha acelerado el interés en los enfoques hacia este tipo de gestión. Muchos factores ecológicos y de gobernanza parecen influir en la eficacia de las AMP y en su valor incremental respecto a otras medidas (Rice *et al.* 2012). En general, cada vez hay más conciencia de que estas pueden ayudar a mantener la sostenibilidad del sector, sobre todo en lo que se refiere a la protección de elementos sensibles del hábitat o contribuir a mejorar la situación de las poblaciones de peces cuando las medidas convencionales de gestión pesquera no se aplican eficazmente. Sin embargo, las AMP también tienen una amplia gama de impactos sociales y económicos que deben ser considerados caso por caso (FAO 2007). Por otra parte, se han encontrado resultados contradictorios con respecto a los beneficios de las AMP, como los "efectos indirectos", y los estudios sobre sus impactos en los medios de subsistencia costeros y las implicaciones sobre la seguridad alimentaria han producido resultados mixtos (FAO 2016b).

El Quinto Informe de Evaluación del IPCC, Grupo de Trabajo I (IPCC 2013), ha documentado ampliamente el impacto del cambio climático en las pesquerías, siendo ese el tema de un próximo informe especial del mismo grupo sobre los océanos y la criosfera, el cual se espera para finales de 2019. A medida que los perfiles de temperatura y salinidad cambian con el calentamiento global, la distribución y la productividad de importantes especies objetivo se está reflejando desde ya en los cambios en la distribución de las capturas pesqueras. Además, los cambios ambientales están afectando la productividad de las poblaciones de peces y haciendo que estén disponibles en diferentes lugares y/o en diferentes momentos del año, con repercusiones en las pesquerías móviles a gran escala (las cuales pueden verse obligadas a pescar en diferentes lugares o en diferentes momentos) y en las pesquerías a pequeña escala con menor movilidad (las cuales pueden verse obligadas a adaptarse a los cambios en las especies disponibles para la captura). Dependiendo de las prácticas culturales asociadas a la pesca, estos retos pueden ser difíciles de abordar.

La acidificación de los océanos es una amenaza potencial para muchas especies, especialmente en las primeras etapas de la vida, incluidos muchos mariscos, ya que el carbonato de calcio para la formación de la concha está disponible en menor medida en el agua de mar de mayor acidez. Las estimaciones de las pérdidas derivadas de la acidificación de los océanos son muy variables, pero algunas proyecciones sugieren pérdidas de más de 100 mil millones de dólares para 2100 (Narita, Redhanz y Tol 2012; Lemasson *et al.* 2017). La acidificación es considerada una amenaza especialmente grave en las zonas polares (Tarling *et al.* 2016), y debería ser una consideración importante.

Recuadro 7.6: Ejemplos de compromisos políticos globales existentes para una pesca sostenible con enfoque ecosistémico (las fechas de los acuerdos figuran entre paréntesis)

Los artículos 61 (4) y 119 (1) de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar hacen referencia explícita a la sostenibilidad de las especies asociadas y dependientes, mientras que varios artículos de las partes V, VI y VII hacen referencia a la pesca sostenible [1982].

Acuerdo de las Naciones Unidas sobre Poblaciones de Peces, Artículo 5.3.d: Desarrollar programas de recopilación de datos e investigación para evaluar el impacto de la pesca en las especies no objetivo, asociadas o dependientes y en su entorno, y adoptar los planes necesarios para garantizar la conservación de dichas especies y proteger los hábitats de especial interés [1995].

La Meta 6 de Aichi: Para 2020, todas las reservas de peces e invertebrados y plantas acuáticas se gestionarán y cultivarán de manera sostenible, lícita y aplicando enfoques basados en los ecosistemas, de manera tal que se evite la pesca excesiva, se hayan establecido planes y medidas de recuperación para todas las especies agotadas, las actividades pesqueras no tengan impactos perjudiciales importantes en las especies amenazadas y en los ecosistemas vulnerables, y el impacto de la actividad pesquera en las reservas, especies y ecosistemas se encuentren dentro de límites ecológicos seguros [2010].

Asamblea General de las Naciones Unidas 61/105, Párrafo 80: Exhorta a los Estados a que adopten inmediatamente medidas, individualmente y por medio de las organizaciones y los mecanismos regionales de ordenación pesquera, y de conformidad con el criterio de precaución y el enfoque basado en los ecosistemas, para ordenar de manera sostenible las poblaciones de peces y proteger los ecosistemas marinos vulnerables, como los montes marinos, los respiraderos hidrotérmicos y los arrecifes de coral de aguas frías, de las prácticas pesqueras destructivas, reconociendo la inmensa importancia y valor de los ecosistemas de los fondos marinos y la biodiversidad que contienen [2006]. A esta resolución le han seguido varias actualizaciones.

Meta 14.4 de los ODS: Para 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, la pesca no declarada y no reglamentada y las prácticas de pesca destructivas, y aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, por lo menos a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas [2016].

Beneficios sociales y económicos de la pesca

Los beneficios y las oportunidades de desarrollo que presenta la pesca son importantes para las diferentes pesquerías a gran y pequeña escala (LSF y SSF, por sus siglas en inglés). Algunas SSF han agotado gravemente las poblaciones que explotan, al igual que algunas LSF, y algunas de las prácticas pesqueras más destructivas, como la pesca con dinamita y venenos, están restringidas a las SSF. La escala geográfica de las LSF significa que incluso tasas moderadas de capturas accidentales o impactos de las artes de pesca en el hábitat pueden dar lugar a una presión sustancial sobre las especies capturadas accidentalmente y las características del fondo marino (FAO 2009a; FAO 2018a).

Las SSF y las LSF difieren en la magnitud del valor de mercado de sus capturas, y en el empleo creado, los medios de subsistencia apoyados y la distribución social de los beneficios proporcionados por la pesca. Como generalización, con excepciones ocasionales, las LSF proporcionan mayores ingresos económicos directos, pero también requieren una inversión de capital mucho mayor en buques pesqueros, equipos y capacidad de procesamiento. Por otro lado, el empleo para el mismo volumen de capturas suele ser mucho mayor en las SSF, especialmente porque se crean importantes puestos de trabajo adicionales en el mercado y la transformación a pequeña escala en tierra, a veces con múltiples niveles de este tipo de oportunidades de empleo secundario. Estos factores de multiplicación también se aplican a LSF, ya que puede crear un importante empleo costero en áreas rurales, sin embargo, rara vez se recogen datos de forma sistemática, por lo que probablemente se subestime el empleo total creado en todos los tipos de pesca.

Los roles de género también difieren en ambos tipos de pesca, en donde la mayoría de los pescadores de alta mar son hombres. Las mujeres suelen pescar en arrecifes poco profundos y bajos de marea, y en manglares y estuarios costeros (Lambeth *et al.* 2014). Su trabajo también suele predominar en el procesamiento posterior a la captura, la comercialización y el comercio del pescado. Estas funciones a menudo se omiten en los esfuerzos de recopilación de datos y se pasan por alto en los programas gubernamentales o de ayuda convencionales de apoyo a la pesca y a los pescadores (Siason *et al.* 2010). Sin embargo, cuando se cuenta toda la mano de obra de la industria, las mujeres representan casi el 50% (World Bank 2012; **Tabla 7.2**).

Los asuntos relacionados con la cantidad y la distribución de los ingresos y los empleos creados por las LSF y las SSF plantean la toma de decisiones complejas para los responsables de las políticas. En los países en desarrollo, las SSF contribuyen de forma sustancial al potencial desarrollo y a la distribución equitativa de los medios de subsistencia procedentes de la pesca. Esto no significa que los ingresos procedentes de la pesca sean suficientes por sí solos para mantener a los hogares en un nivel superior al umbral de pobreza o al salario mínimo de un país (FAO 2016a), y estas pesquerías son especialmente vulnerables a las amenazas

Tabla 7.2: Evolución del empleo en la pesca de captura a nivel mundial

	Pesquerías de pequeña escala			Pesquerías de gran escala			Total
	Marina	Terrestre	Total	Marina	Terrestre	Total	
Número de pescadores (millones)	13	18	31	2	1	3	34
Número de puestos de trabajo post-captura (millones)	37	38	75	7	0,5	7,5	82,5
Total	50	56	106	9	1,5	10,5	116,5
Porcentaje de mujeres	36%	54%	46%	66%	28%	62%	47%

Fuente: Banco Mundial (2012).

externas de factores como el cambio climático (Barange *et al.* 2014; Guillotreau, Campling y Robinson 2012). Las LSF tienen mayores oportunidades de generar ingresos para sus miembros y los gobiernos (World Bank 2012), pero corren un mayor riesgo de concentrar la riqueza y las oportunidades que generan en un pequeño número de individuos (Olson 2011). La forma en que se distribuyen las capturas de pescado entre las SSF y las LSF tiene, por tanto, importantes consecuencias para el desarrollo, el empleo y la generación de ingresos, las cuales deben tenerse plenamente en cuenta en cualquier política pesquera global.

La pesca, los ODS y las Metas de Aichi

La pesca desempeña un papel importante en la consecución de los ODS 1 y 2 (poner fin a la pobreza y al hambre), así como el ODS 14 (conservar y utilizar de forma sostenible los océanos y sus recursos). Para satisfacer las necesidades mundiales de seguridad alimentaria, las proteínas alimentarias procedentes de fuentes marinas tendrán que aumentar en un 50% y, probablemente, mucho más (Rice y García 2011). Una combinación de estrategias de recolección innovadoras que aumenten la captura de fuentes de alimentos con un valor de mercado actualmente bajo y garanticen su distribución a los mercados adecuados (por ejemplo, García *et al.* (2012)) y la expansión de la producción de maricultura será esencial para cumplir el ODS 2, y puede contribuir a mejorar el empleo y los medios de subsistencia respaldados por la producción de alimentos marinos (ODS 1). Estas necesidades suponen un reto para el ODS 14, ya que los planes para avanzar en este objetivo suelen incluir debates sobre la reducción de la presión de la pesca sobre los ecosistemas marinos, la recuperación de las poblaciones agotadas, el fin de la pesca excesiva y de la pesca INDNR, y el aumento en la cobertura de AMP sin capturas. Estos objetivos pueden alcanzarse simultáneamente, pero solo si la planificación del aumento de las capturas y la producción de maricultura, incluida su expansión en alta mar, se realiza de manera muy cuidadosa, teniendo en cuenta, para cada caso, el impacto total en el ecosistema. Si "conservar" en el ODS 14 es interpretado como complementario a "utilización sostenible", los sistemas que han sido alterados, con respecto a su estado original se considerarán "conservados" siempre que las principales propiedades estructurales y los procesos funcionales no se alteren más allá de los límites ecológicos seguros especificados en la Meta 6 de Aichi. Esta cuidadosa planificación de la expansión de la producción de alimentos procedentes del mar también podría contribuir a los ODS 3 (salud y bienestar), 5 (equidad de género) y 12 (patrones de consumo y producción sostenibles), siempre y cuando estos factores formen parte de los beneficios que se buscan con el aumento de la producción de alimentos.

La Meta 6 de Aichi, la cual también se centra directamente en la pesca de forma mucho más precisa que el ODS 14, detalla todos los factores ecológicos relacionados con la pesca que deben ser sostenibles para 2020, incluidos los niveles de captura de todas las poblaciones, los compromisos de recuperación de las poblaciones agotadas, la gestión de las capturas accesorias y los impactos de los aparejos de pesca en el hábitat, y el establecimiento de una estructura y un funcionamiento de los ecosistemas que cuenten con capacidad de recuperación.

7.5.3 Basura marina

Las respuestas políticas a los plásticos marinos son cada vez más numerosas y van desde instrumentos mundiales como MARPOL, UNCLOS y el Compromiso y Estrategia de Honolulú, pasando por planes de acción regionales como el Plan Regional de Gestión de Desechos Marinos en el Mediterráneo (UNEP/MAP 2015), hasta prohibiciones de productos específicos (por ejemplo, bolsas de plástico de un solo uso) a nivel municipal o nacional. Los desechos marinos se han incorporado al indicador 14.1.1 de la meta 14.1 de los ODS como un indicador compuesto que incluye (i) el índice de eutrofización costera y (ii) densidad de detritos plásticos flotantes.

La tercera Asamblea de las Naciones Unidas (UNEA-3) adoptó la Resolución UNEP/EA.3/Res.7 que incluye el establecimiento de un grupo de expertos *ad hoc* de composición abierta para seguir examinando los obstáculos y las opciones para combatir los desechos plásticos marinos y los microplásticos de todas las fuentes, especialmente, las terrestres (UNEA 2017). La primera reunión del grupo de expertos se celebró en Nairobi (Kenia) del 29 al 31 de mayo de 2018.

La limpieza de las costas y las playas puede proporcionar beneficios ambientales y económicos (por ejemplo, el Condado de Orange, en California, estimó que podría generarse un beneficio económico de más de 140 millones de dólares al año gracias al mayor número de visitantes atraídos por las playas más limpias (Leggett *et al.* 2014). Sin embargo, la limpieza del océano abierto no parece ser actualmente una solución práctica para los desechos marinos. Se calcula que el costo de tiempo de navegación necesario para limpiar la basura concentrada en el 1% (aproximadamente, un millón de km^2) del Giro del Pacífico Central oscila entre 122 y 489 millones de dólares (FAO Office of Response and Restoration 2012). Las barreras a gran escala pueden ser eficaces para atrapar la basura superficial en zonas pequeñas. Recientemente, la ONG Ocean Cleanup ha comenzado a instalar un brazo de contención de 600 metros de largo en las costas de California, el cual, en caso de ser exitoso se desplegará en el océano abierto del Giro del Pacífico Norte (Stokstad 2018).

Las investigaciones sugieren que hasta el 95% del plástico que entra en el océano no permanece en las aguas superficiales (Eriksen *et al.* 2014). Sin embargo, existe un importante vacío en cuanto al entendimiento sobre el comportamiento y la descomposición del plástico en el océano y dónde acaba finalmente (Cozar *et al.* 2014). Por lo tanto, los esfuerzos para hacer frente a los desechos marinos deben centrarse principalmente en su prevención en la fuente a través de patrones de consumo y producción sostenibles, la gestión racional de los residuos, el tratamiento de aguas residuales y la recuperación de recursos utilizando los principios de una economía circular (Eriksen *et al.* 2014; UNEP 2016).

7.6 Conclusiones

Los océanos se ven afectados por numerosas actividades humanas y los impactos más graves están relacionados con el cambio climático, la contaminación terrestre y la pesca. Dentro de los impactos del cambio climático, nuestra evaluación ha mencionado varias problemáticas: la acidificación de los océanos; el aumento del nivel del mar; los cambios en la conformación de los fondos marinos; la distribución de muchas especies de peces e invertebrados y la circulación oceánica. El impacto más dramático e inmediato del cambio climático en los océanos en los últimos años (ciclo GEO-6) es el blanqueo y la muerte de los arrecifes de coral. La contaminación, sobre todo por plásticos, es una de las principales preocupaciones para muchos ecosistemas marinos y costeros. En relación con el sector pesquero, el capítulo destaca la preocupación por la sobrepesca, los impactos del cambio climático en los patrones de distribución de las especies y el aumento de la acuicultura. A continuación, resumimos algunas conclusiones claves:

1. Los arrecifes de coral del trópico han superado un punto de inflexión en el que la decoloración crónica ha acabado con muchos de ellos y es improbable que se recuperen incluso a lo largo de los siglos. La muerte de los arrecifes irá seguida de la pérdida de las actividades pesqueras, de los medios de subsistencia del turismo y de los hábitats. La desaparición de los ecosistemas coralinos tropicales será un desastre para muchas comunidades e industrias dependientes. Incluso si las naciones propietarias de los arrecifes tomarán medidas inmediatas para proteger sus arrecifes de coral de los usos

no relacionados con la subsistencia, existe un gran riesgo de que muchas industrias basadas en los arrecifes colapsen en la próxima década.

2. Los desechos marinos se han encontrado en todos los océanos y a todas las profundidades. Los micro y nanoplásticos se encuentran actualmente identificados en la red alimentaria, incluso en los alimentos de origen marino consumidos por los seres humanos. Los desechos marinos han aumentado y se calcula que entran en el océano 8 millones de toneladas de plásticos al año, principalmente, aquellas procedentes de fuentes terrestres. Si los países no toman medidas para evitar que los desechos entren en el océano, seguirán acumulándose y comprometiendo la salud del ecosistema y la seguridad alimentaria de los seres humanos. La prevención implica garantizar la recuperación y el reciclaje de todos los productos de plástico usados, animar a las comunidades a reducir el volumen de basura generada y mejorar la gestión de los residuos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales. Sin embargo, la limpieza de los océanos es una opción insostenible si no se toman medidas para evitar que la basura llegue a los océanos.

3. Para hacer frente a los retos futuros de la seguridad alimentaria y la salud de la población, además de utilizar de forma más eficiente todos los productos naturales recolectados para la alimentación, habrá que tomar más peces, invertebrados y plantas marinas como alimento de los océanos y las costas, por lo cual tanto la pesca de captura como la maricultura deben expandirse preservando la sostenibilidad. Es posible mantener la sostenibilidad de la pesca de captura, pero para ello es necesario realizar importantes inversiones en materia de seguimiento, evaluación y gestión (a nivel nacional, regional e internacional) y/o adoptar sólidos enfoques comunitarios locales. La maricultura sostenible requiere conocimientos y cuidado en la gestión de las operaciones. Sin unas bases sólidas en el conocimiento y la gobernanza de la pesca y la maricultura, es probable que se produzcan patrones de sobreexplotación, daños ambientales y agotamiento de los recursos, lo cual impedirá que se alcancen los objetivos de seguridad alimentaria y de salud.

Referencias

Acoleyen, M., Laureysens, I., Lambert, S., Raport, L., van Sluis, C., Kater, B. *et al.* (2013). *Final Report: Marine Litter Study To Support The Establishment of an Initial Quantitative Headline Reduction Target - SFRA0025.* European Commission. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/final_report.pdf.

Alverson, D.L., Freeberg, M.H., Murawaski, S.A. y Pope, J.G. (1994). *A Global Assessment of Fisheries Bycatch and Discards.* FAO Fisheries Technical Paper. Rome. http://www.fao.org/ docrep/003/t4890e/t4890e00.htm.

Andrew, R.K., Howe, B.M. y Mercer, J.A. (2011). Long-time trends in ship traffic noise for four sites off the North American west coast. *The Journal of the Acoustical Society of America* 129(2), 642-651. https://doi.org/10.1121/1.3518770.

Andrew, R.K., Howe, B.M., Mercer, J.A. y Dzieciuch, M.A. (2002). Ocean ambient sound: Comparing the 1960s with the 1990s for a receiver off the California coast. *Acoustics Research Letters Online* 3(2), 65-70. https://doi.org/10.1121/1.1461915.

Australia, Great Barrier Reef Marine Park Authority (2017). *Reef health*. http://www.gbrmpa.gov.au/about-the-reef/reef-health.

Baker E., Gaill F., Karageorgis A., Lamarche G., Narayanaswamy B., Parr J. *et al.* (2016). Offshore mining industries. En *The First Global Integrated Marine Assessment - World Ocean Assessment I.* United Nations. chapter 23. http://www.un.org/Depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_23.pdf

Baker, E.K., Thygesen, K. y Roche, C. (2017). Why we need action on mercury now. [Grid-Arendal https://news.grida.no/why-we-need-action-on-mercury-now (Consultado: junio de 2018).

Barange, M., Merino, G., Blanchard, J.L., Scholtens, J., Harle, J., Allison, E.H. *et al.* (2014). Impacts of climate change on marine ecosystem production in societies dependent on fisheries. *Nature Climate Change* 4(3), 211-216. https://doi.org/10.1038/nclimate2119.

Basel Convention (2017). *BC-13/17: Work Programme and Operations of the Open-ended Working Group for the biennium 2018–2019.* Basel Convention. https://www.informea.org/en/decision/work-programme-and-operations-open-ended-working-group-biennium-2018–2019.

Beaudoin, Y.C. y Smith, S. (2012). Habitats of the Su Su Knolls hydrothermal site, eastern Manus Basin, Papua New Guinea. En *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat.* Harris, P. y Baker, E. (eds.). Elsevier. 843-852. https://www.researchgate.net/publication/284781274_Habitats_of_the_Su_Su_Knolls_Hydrothermal_Site_Eastern_Manus_Basin_Papua_New_Guinea

Bell, J.D., Watson, R.A. y Ye, Y. (2017). Global fishing capacity and fishing effort from 1950 to 2012. *Fish and Fisheries* 18(3), 489-505. https://doi.org/10.1111/faf.12187.

Bernal, P. y Olivia, D. (2016). Aquaculture. En *The First Global Integrated Marine Assessment - World Ocean Assessment I.* Innis, L. y Simcock, A. (eds.). United Nations. chapter 12. http://www.un.org/Depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_12.pdf

Beverton, R.J.H. y Holt, S.J. (1957). *On The Dynamics of Exploited Fish Populations. 1st* edn. London: Her Majesty's Stationery Office. https://trove.nla.gov.au/work/13338365?q&sort=holdings+desc&_=1539166792028&versionId=25601182.

Beyer, H.L., Kennedy, E.V., Beger, M., Chen, C.A., Cinner, J.E., Darling, E.S. *et al.* (2018). Risk-sensitive planning for conserving coral reefs under rapid climate change. *Conservation Letters*, e12587. https://doi.org/10.1111/conl.12587.

Boschen, R.E., Rowden, A.A., Clark, M.R. y Gardner, J.P.A. (2013). Mining of deep-sea seafloor massive sulfides: A review of the deposits, their benthic communities, impacts from mining, regulatory frameworks and management strategies. *Ocean & Coastal Management* 84, 54-67. https:// doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.07.005.

Brander, L. y Van Beukering, P. (2013). *The Total Economic Value of U.S. Coral Reefs: A Review of The Literature.* Silver Spring, MD: National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) Coral Reef Conservation Programme (CRCP). https://data.nodc.noaa.gov/coris/library/NOAA/CRCP/ other/other_crcp_publications/TEV_US_Coral_Reefs_Literature_Review_2013.pdf.

Burke, L., Reytar, K., Spalding, M. y Perry, A. (2012). *Reefs at Risk Revisited in the Coral Triangle.* Washington, DC: World Resources Institute. http://pdf.wri.org/reefs_at_risk_revisited_coral_triangle.pdf.

Campana, S.E. (2016). Transboundary movements, unmonitored fishing mortality, and ineffective international fisheries management pose risks for pelagic sharks in the Northwest Atlantic.

Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 73(10), 1599-1607. https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0502.

Chapman, N.R. y Price, A. (2011). Low frequency deep ocean ambient noise trend in the Northeast Pacific Ocean. *The Journal of the Acoustical Society of America* 129(5), EL161-EL165. https://doi.org/10.1121/1.3567084.

Chavez, F.P., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P. y Csirke, J. (2008). The northern Humboldt Current System: Brief history, present status and a view towards the future. *Progress in Oceanography* 79(2–4), 95-105. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.012.

Cheung, W.W., Watson, R. y Pauly, D. (2013). Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature* 497(7449), 365-368. https://doi.org/10.1038/nature12156.

Cinner, J.E., Pratchett, M.S., Graham, N.A.J., Messmer, V., Fuentes, M.M.P.B., Ainsworth, T. *et al.* (2016). A framework for understanding climate change impacts on coral reef social–ecological systems. *Regional environmental change* 16(4), 1133-1146. https://doi.org/10.1007/s10113-015-0832-z.

Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (2016). *Toothfish fisheries.* https://www.ccamlr.org/en/fisheries/toothfish-fisheries.

Convention on Biodiversity (2012). Scientific Synthesis on the Impacts of Underwater Noise on Marine and Coastal Biodiversity and Habitats- Note by the Executive Secretary. UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/12 *19th ASCOBANS Advisory Committee Meeting*. 20-22 March 2012. https://www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-16/information/sbstta-16-inf-12-en.doc

Convention on Biological Diversity (2016). *XIII/10. Addressing impacts of marine debris and anthropogenic underwater noise on marine and coastal biodiversity: Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. CBD/COP/DEC/XIII/10.* Cancun. https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-10-en.pdf.

Cook Islands Seabed Minerals Authority (2014). *Cook Islands National Seabed Minerals Policy.* https://www.seabedmineralsauthority.gov.ck/PicsHotel/SeabedMinerals/Brochure/Cook%20 Islands%20Seabed%20Minerals%20Policy%20.pdf.

Cox, K.D., Brennan, L.P., Dudas, S.E. y Juanes, F. (2016). Assessing the effect of aquatic noise on fish behavior and physiology: A meta-analysis approach. *Proceedings of Meetings on Acoustics* 27(1). https://doi.org/10.1121/2.0000291.

Cozar, A., Echevarria, F., Gonzalez-Gordillo, J.I., Irigoien, X., Ubeda, B., Hernandez-Leon, S. *et al.* (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(28), 10239-10244. https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111.

Creighton, C., Hobday, A.J., Lockwood, M. y Pecl, G.T. (2016). Adapting management of marine environments to a changing climate: a checklist to guide reform and assess progress. *Ecosystems* 19(2), 187-219. https://doi.org/10.1007/s1002.

Crump, K.S., Kjellström, T., Shipp, A.M., Silvers, A. y Stewart, A. (1998). Influence of prenatal mercury exposure upon scholastic and psychological test performance: Benchmark analysis of a New Zealand cohort. *Risk Analysis* 18(6), 701-713. https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1998.tb01114.x.

Daniels, J.L., Longnecker, M.P., Rowland, A.S., Golding, J. y ALSPAC Study Team-University of Bristol Institute of Child Health (2004). Fish intake during pregnancy and early cognitive development of offspring. *Epidemiology* 15(4), 394-402. https://doi.org/10.1097/01.ede.0000129514.46451.ce.

Derraik, J.G.B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine pollution bulletin* 44(9), 842-852. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5.

Dichmont, C.M., Dutra, L.X.C., Owens, R., Jebreen, E., Thompson, C., Deng, R.A. *et al.* (2016). A generic method of engagement to elicit regional coastal management options. *Ocean & Coastal Management* 124, 22-32. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.02.003.

Eigaard, O.R., Bastardie, F., Hintzen, N.T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R. *et al.* (2017). The footprint of bottom trawling in European waters: Distribution, intensity, and seabed integrity. *ICES Journal of Marine Science* 74(3), 847-865. https://doi.org/10.1093/ icesjms/fsn048.

Pereira, J.C. (2018). Pacific Island beaches: Values, threats and rehabilitation. En *Beach Management Tools-Concepts, Methodologies and Case Studies.* Botero C., Cervantes O. y Finkl, C. (eds.). Cham: Springer. 679-700. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-58304-4_34

Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C. *et al.* (2014). Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloatat sea. *PLoS One* 9(12), e111913. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913.

European Commission (2017). *Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down Criteria and Methodological Standards on Good Environmental Status of Marine Waters and Specifications and Standardised Methods for Monitoring and Assessment, and repealing Decision 2010/477/EU.* European Union. https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a7523a58-3b91-11e7-a08e-01aa75ed71a1/language-en.

Fernández, A., Edwards, J.F., Rodriguez, F., De Los Monteros, A.E., Herraez, P., Castro, P. *et al.* (2005). "Gas and fat embolic syndrome" involving a mass stranding of beaked whales (family Ziphiidae) exposed to anthropogenic sonar signals. *Veterinary Pathology* 42(4), 446-457. https://doi.org/10.1354/vp.42-4-446.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003). *Fisheries Management 2: The Ecosystem Approach to Fisheries.* FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. Rome. http://www.fao.org/3/a-y4470e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2005). *Increasing The Contribution of Small-Scale Fisheries To Poverty Alleviation and Food Security.* FAO Technical Guidelines For Responsible Fisheries. Rome. http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/a0237e/a0237e00.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007). *Marine Protected Areas as as a Tool for Fisheries Management (MPAs).* Rome. http://sih.ifremer.fr/content/download/5924/43589/file/MPA_FAO_website_Sep_2007.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009a). *International guidelines for the management of deep-sea fisheries in the high seas.* http://www.fao.org/docrep/011/i0816t/i0816t00.htm.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009b). *FAO/UNEP Expert Meeting on Impacts of Destructive Fishing Practices, Unsustainable Fishing, and Illegal, Unreported and*

Unregulated (IUU) Fishing on Marine Biodiversity and Habitats. FAO Fisheries and Aquaculture. Rome. http://www.fao.org/docrep/012/i1490e/i1490e00.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *Aquaculture Development 4. Ecosystem Approach to Aquaculture.* FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries Rome. http://www.fao.org/docrep/013/i1750e/i1750e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). *Code of Conduct for Responsible Fisheries.* Rome. http://www.fao.org/3/a-v9878e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). *Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication.* Rome: Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/policy-support/resources/resources-details/en/c/418453/.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016a). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to Food Security and Nutrition for All.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016b). *Technical and Socio-Economic Characteristics of Small-Scale Coastal Fishing Communities, and Opportunities for Poverty Alleviation and Empowerment.* FAO Fisheries and Aquaculture. Rome. http://www.fao.org/3/a-i5651e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018a). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Meeting the Sustainable Development Goals.* Rome. http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018b). *Policy support and governance: Sustainable small-scale fisheries.* http://www.fao.org/policy-support/policy-themes/sustainable-small-scale-fisheries/en/ (Consultado: 1 de octubre de 2018).

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Bank (2015). *Aquaculture Zoning, Site Selection and Area Management under the Ecosystem Approach To Aquaculture.* http://www.fao.org/3/a-i5004e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organisation (2011). *Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption.* Rome, 25–29 January. http://www.fao.org/docrep/014/ba0136e/ba0136e00.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (2014). *Conference Outcome Document: Rome Declaration on Nutrition.* Second International Conference on Nutrition. Rome. www.fao.org/3/a-ml542e.pdf.

Frieler, K., Meinshausen, M., Golly, A., Mengel, M., Lebek, K., Donner, S.D. *et al.* (2013). Limiting global warming to 2 °C is unlikely to save most coral reefs. *Nature Climate Change* 3(2), 165-170. https://doi.org/10.1038/nclimate1674.

Froese, R., Zeller, D., Kleisner, K. y Pauly, D. (2013). Worrisome trends in global stock status continue unabated: a response to a comment by RM Cook on "What catch data can tell us about the status of global fisheries". *Marine Biology* 160(9), 2531-2533. https://doi/org/10.1007/s00227-013-2185-9.

Garcia, S.M., Kolding, J., Rice, J., Rochet, M.-J., Zhou, S., Arimoto, T. *et al.* (2012). Reconsidering the consequences of selective fisheries. *Science* 335(6072), 1045-1047. https://doi.org/10.1126/science.1214594.

Garcia, S.M., Ye, Y., Rice, J. y Charles, A.T. (2018). *Rebuilding of Marine Fisheries Part 1: Global Review.* FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 630/1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/ca0161en/CA0161EN.pdf.

Gigault, J., Pedrono, B., Maxit, B. y Ter Halle, A. (2016). Marine plastic litter: The unanalyzed nano-fraction. *Environmental science: Nano* 3(2), 346-350. https://doi.org/10.1039/C6EN00008H.

Gislason, H. y Sinclair, M.M. (2000). Ecosystem effects of fishing. *ICES Journal of Marine Science* 57(3), 466–467. https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0742.

Götz, T., Hastie, G., Hatch, L.T., Raustein, O., Southall, B.L., Tasker, M. *et al.* (2009). *Overview of the Impacts of Anthropogenic Underwater Sound in the Marine Environment.* OSPAR Biodiversity Series. London: OSPAR Commission. https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Anthropogenic_Underwater_Sound_in_the_Marine_Environment.pdf.

Grandjean, P., Weihe, P., White, R.F., Debes, F., Araki, S., Yokoyama, K. *et al.* (1997). Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicology and teratology* 19(6), 417-428. https://doi.org/10.1016/S0892-0362(97)00097-4.

Gray, J.S. (1997). Marine biodiversity: Patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity and Conservation* 6(1), 153-175. https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2.

Gray, J.S. (ed.) (2005). *Participation in Fisheries Governance*. Dordrecht: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9781402037771 .

Gribble, M.O., Karimi, R., Feingold, B.J., Nyland, J.F., O'Hara, T.M., Gladyshev, M.I. *et al.* (2016). Mercury, selenium and fish oils in marine food webs and implications for human health. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 96(1), 43-59. https://doi.org/10.1017/S0025315415001356.

GRID-Arendal (2016a). *Plastic input into the ocean*. http://www.grida.no/resources/6906. GRID-Arendal (2016b). *Plastic currents*. Grid-Arendal http://www.grida.no/resources/6913.

Grimm, M. y Tulloch, J. (eds.) (2015). *The megacity state:The world's biggest cities shaping our future.* Munich: Allianz SE. https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com / migration/media/press/document/Allianz_Risk_Pulse_Megacities_20151130-EN.pdf.

Guillotreau, P., Campling, L. y Robinson, J. (2012). Vulnerability of small island fishery economies to climate and institutional changes. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4-3, 287-291. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006.

Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B. y Kıdeyş, A.E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution* 223, 286-294. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.025.

Ha, E., Basu, N., Bose-O'Reilly, S., Dórea, J.G., McSorley, E., Sakamoto, M. *et al.* (2017). Current progress on understanding the impact of mercury on human health. *Environmental Research* 152, 419-433. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.06.042.

Halden, R.U. (2015). Epistemology of contaminants of emerging concern and literature meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials* 282, 2-9. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.08.074.

Halpern, B.S., Longo, C., Hardy, D., McLeod, K.L., Samhouri, J.F., Katona, S.K. *et al.* (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature* 488(7413), 615-620. https://doi.org/10.1038/nature11397.

Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'agrosa, C. *et al.* (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319(5865), 948-952. https://doi.org/10.1126/science.1149345.

Hansen, J., Nazarenko, L., Ruedy, R., Sato, M., Willis, J., Del Genio, A. *et al.* (2005). Earth's energy imbalance: Confirmation and implications. *Science* 308(5727), 1431-1435. https://doi.org/10.1126/science.1110252.

Harris, P., Philip, R., Robinson, S. y Wang, L. (2016). Monitoring anthropogenic ocean sound from shipping using an acoustic sensor network and a compressive sensing approach. *Sensors* 16(3), 415. https://doi.org/10.3390/s16030415.

Hibbeln, J.R., Davis, J.M., Steer, C., Emmett, P., Rogers, I., Williams, C. *et al.* (2007). Maternal seafood consumption in pregnancy and neurodevelopmental outcomes in childhood (ALSPAC study):

An observational cohort study. *The Lancet* 369(9561), 578-585. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60277-3.

Hilborn, R. y Ovando, D. (2014). Reflections on the success of traditional fisheries management. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 71(5), 1040-1046. https://doi/org/10.1093/ icesjms/fsu034.

Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., Hooten, A.J., Steneck, R.S., Greenfield, P., Gomez, E. *et al.* (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318(5857), 1737-1742. https://doi.org/10.1126/science.1152509.

Hoshino, E. y Jennings. S. (2016). *The value of marine resources harvested in the CCAMLR Convention Area – an assessment of GVP.* Tasmania: Conservation of Antarctic Marine Living Resources. https://www.ccamlr.org/en/ccamlr-xxxv/10 .

Hughes, T.P., Anderson, K.D., Connolly, S.R., Heron, S.F., Kerry, J.T., Lough, J.M. *et al.* (2018). Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene. *Science* 359(6371), 80-83. https://doi.org/10.1126/science.aan8048.

Hughes, T.P., Barnes, M.L., Bellwood, D.R., Cinner, J.E., Cumming, G.S., Jackson, J.B. *et al.* (2017). Coral reefs in the Anthropocene. *Nature* 546(7656), 82-90. https://doi.org/10.1038/nature22901.

Hughes, T.P., Barnes, M.L., Bellwood, D.R., Cinner, J.E., Cumming, G.S., Jackson, J.B. *et al.* (2017). Coral reefs in the Anthropocene. *Nature* 546(7656), 82-90. https://doi.org/10.1038/nature22901.

Inger, R., Attrill, M.J., Bearhop, S., Broderick, A.C., James Grecian, W., Hodgson, D.J. *et al.* (2009). Marine renewable energy: Potential benefits to biodiversity? An urgent call for research. *Journal of Applied Ecology* 46(6), 1145-1153. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01697.x.

Inniss, L. y Simcock, A. (eds.) (2016). *The First Global Integrated Marine Assessment: World Ocean Assessment I*. New York, NY: United Nations. http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RegProcess.htm.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge, MA: Cambridge University Press. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf.

International Labour Organization (2014). *Report of the UN Secretary-General on Oceans and Law of the Sea, 2014.* Geneva. http://www.un.org/depts/los/general_assembly/contributions_2014/ILO.pdf.

International Seabed Authority (2017). *Selected Decisions and Documents of The Twenty-Third Session.* Kingston: International Seabed Authority. https://www.isa.org.jm/sites/default/files/files/documents/en_3.pdf.

Inuit Circumpolar Council (2011). *A Circumpolar Inuit Declaration on Resource Development Principles in Inuit Unaat*. http://www.inuitcircumpolar.com/uploads/3/0/5/4/30542564/declaration_on_resource_development_a3_final.pdf (Consultado: 27 de julio de 2016).

Jacobsen, N.S., Burgess, M.G. y Andersen, K.H. (2017). Efficiency of fisheries is increasing at the ecosystem level. *Fish and Fisheries* 18(2), 199-211. https://doi.org/10.1111/faf.12171.

Jahnke, A., Arp, H.P.H., Escher, B.I., Gewert, B., Gorokhova, E., Kühnel, D. *et al.* (2017). Reducing uncertainty and confronting ignorance about the possible impacts of weathering plastic in the marine environment. *Envronmental Science & Technology Letters* 4(3), 85-90. https://doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00008.

Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A. *et al.* (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347(6223), 768-771. https://doi.org/10.1126/science.1260352.

Jennings, S. y Kaiser, M.J. (1998). The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology* 34, 201-352. https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60212-6.

Johnson, J.E., Welch, D.J., Maynard, J.A., Bell, J.D., Pecl, G., Robins, J. *et al.* (2016). Assessing and reducing vulnerability to climate change: Moving from theory to practical decision-support. *Marine Policy* 74, 220-229. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.09.024.

Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) (2015). *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment.* Kershaw, P.J. (ed.). London: International Maritime Organization. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf.

Jones, G.P., McCormick, M.I., Srinivasan, M. y Eagle, J.V. (2004). Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(21), 8251-8253. https://doi.org/10.1073/pnas.0401277101.

Karagas, M.R., Choi, A.L., Oken, E., Horvat, M., Schoeny, R., Kamai, E. *et al.* (2012). Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. *Environmental Health Perspectives* 120(6), 799-806. https://doi.org/10.1289/ehp.1104494.

Kelleher, K. (2005). *Discards in The World's Marine Fisheries: An Update.* FAO Fisheries Technical Paper. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/008/y5936e/y5936e00.htm.

Koelmans, A.A., Bakir, A., Burton, G.A. y Janssen, C.R. (2016). Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: Critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. *Environmental Science & Technology* 50(7), 3315-3326. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06069.

Koslow, J.A., Auster, P., Bergstad, O.A., Roberts, J.M., Rogers, A., Vecchione, M. *et al.* (2016). Biological communities on seamounts and other submarine features potentially threatened by disturbance. En *The First Global Integrated Marine Assessment: World Ocean Assessment I.* Innis, L. y Simcock,

A. (eds.). United Nations. chapter 51. http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_51.pdf

Kummu, M., De Moel, H., Salvucci, G., Viviroli, D., Ward, P.J. y Varis, O. (2016). Over the hills and further away from coast: Global geospatial patterns of human and environment over the 20th–21st centuries. *Environmental Research Letters* 11(3), https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/034010.

Lambeth, L., Hanchard, B., Aslin, H., Fay-Sauni, L., Tuara, P., Rochers, K.D. *et al.* (2014). An overview of the involvement of women in fisheries activities in Oceania. En *Global Symposium on Women in Fisheries.* Williams M.J., Chao N.H., Choo P.S., Matics K., Nandeesha M.C., Shariff M. *et al.* (eds.). Penang: ICLARM — The World Fish Center. 21-33.

Larson, C. (2018). Asia's hunger for sand takes toll on ecology. *Science* 359(6379), 964-965. https://doi.org/10.1126/science.359.6379.964

Lavers, J.L. y Bond, A.L. (2017). Exceptional and rapid accumulation of anthropogenic debris on one of the world's most remote and pristine islands. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(23), 6052-6055. https://doi.org/10.1073/pnas.1619818114.

Leggett, C., Scherer, N., Curry, M., Bailey, R. y Haab, T. (2014). *Final Report: Assessing the economic Benefits of Reductions in Marine Debris: A Pilot Study of Beach Recreation in Orange County, California.* https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/MarineDebrisEconomicStudy_0.pdf.

Leite, L. y Pita, C. (2016). Review of participatory fisheries management arrangements in the European Union. *Marine Policy* 74, 268-278. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.08.003.

Lemasson, A.J., Fletcher, S., Hall-Spencer, J.M. y Knights, A.M. (2017). Linking the biological impacts of ocean acidification on oysters to changes in ecosystem services: A review. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 492, 49-62. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.019.

Li, H.-X., Ma, L.-S., Lin, L., Ni, Z.-X., Xu, X.-R., Shi, H.-H. *et al.* (2018). Microplastics in oysters Saccostrea Cucullata along the Pearl River Estuary, China. 236, 619-625. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.083.

Macfadyen, G., Huntington, T. y Cappell, R. (2009). *Abandoned, Lost Or Otherwise Discarded Fishing Gear.* UNEP Regional Seas Reports and Studies No.185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 523. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and the United Nations Environment Programme. http://www.fao.org/docrep/011/i0620e/i0620e00.htm.

Marcon, Y., Purser, A., Janssen, F., Lins, L., Brown, A. y Boetius, A. (2016). Megabenthic community structure within and surrounding the DISCOL Experimental Area 26 years after simulated manganese nodule mining disturbance. *EU FP7 MIDAS Final Meeting*. Gent, 3-7 October 2016. http://epic.awi.de/44161/

Material District (2018). *Finite: A more sustainable alternative to concrete made from desert sand*. [Material District https://materia.nl/article/finite-concrete-desert-sand/ (Consultado: octubre de 2018).

McDonald, M.A., Hildebrand, J.A. y Wiggins, S.M. (2006). Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California. *The Journal of the Acoustical Society of America* 120(2), 711-718. https://doi.org/10.1121/1.2216565.

Melnychuk, M.C., Peterson, E., Elliott, M. y Hilborn, R. (2016). Fisheries management impacts on target species status. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(1), 178-183. https://doi.org/10.1073/pnas.1609915114.

Miksis-Olds, J.L. y Nichols, S.M. (2016). Is low frequency ocean sound increasing globally? *The Journal of the Acoustical Society of America* 139(1), 501-511. https://doi.org/10.1121/1.4938237.

Morgan, C.L., Odunton, N.A. y Jones, A.T. (1999). Synthesis of environmental impacts of deep seabed mining. *Marine Georesources and Geotechnology* 17(4), 307-356. https://doi.org/10.1080/106411999273666.

Myers, G.J., Davidson, P.W., Cox, C., Shamlaye, C.F., Palumbo, D., Cernichiari, E. *et al.* (2003). Prenatal methylmercury exposure from ocean fish consumption in the Seychelles child development study. *The Lancet* 361(9370), 1686-1692. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)13371-5.

Narita, D., Rehdanz, K. y Tol, R.S.J. (2012). Economic costs of ocean acidification: A look into the impacts on global shellfish production. *Climatic Change* 113(3-4), 1049-1063. https://doi.org/10.1007/s10584-011-0383-3.

Northridge, S., Coram, A., Kingston, A. y Crawford, R. (2017). Disentangling the causes of protected-species bycatch in gillnet fisheries. *Conservation Biology* 31(3), 686-695. https://doi.org/10.1111/cobi.12741.

O'Hanlon, N.J., James, N.A., Masden, E.A. y Bond, A.L. (2017). Seabirds and Marine Plastic Debris in the Northeastern Atlantic: A Synthesis and Recommendations for Monitoring and Research. *Environmental Pollution* 22, 1291-1301. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.101.

O'Neill, B.C., Oppenheimer, M., Warren, R., Hallegatte, S., Kopp, R.E., Pörtner, H.O. *et al.* (2017). IPCC reasons for concern regarding climate change risks. *Nature Climate Change* 7(1), 28-37. https://doi.org/10.1038/nclimate3179.

Olson, J. (2011). Understanding and contextualizing social impacts from the privatization of fisheries: An overview. *Ocean & Coastal Management* 54(5), 353-363. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.02.002.

Österblom, H. y Bodin, Ö. (2012). Global cooperation among diverse organizations to reduce illegal fishing in the Southern Ocean. *Conservation Biology* 26(4), 638-648. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01850.x.

Peduzzi, P. (2014). Sand, rarer than one thinks. *Environmental Development* 11, 208-218. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2014.04.001.

Pham, C.K., Ramirez-Llodra, E., Alt, C.H.S., Amaro, T., Bergmann, M., Canals, M. *et al.* (2014). Marine litter distribution and density in European seas, from the shelves to deep basins. *PLoS One* 9(4), e95839. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095839.

Popper, A.N. y Hastings, M.C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of fish biology* 75(3), 455-489. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02319.x

Ralston, N.V. y Raymond, L.J. (2010). Dietary selenium's protective effects against methylmercury toxicity. *Toxicology* 278(1), 112-123. https://doi.org/10.1016/j.tox.2010.06.004.

Rice, J. (2014). Evolution of international commitments for fisheries sustainability. *ICES Journal of Marine Science* 71(2), 157-165. https://doi.org/10.1093/icesjms/fst078.

Rice, J., Moksness, E., Attwood, C., Brown, S.K., Dahle, G., Gjerde, K.M. *et al.* (2012). The role of MPAs in reconciling fisheries management with conservation of biological diversity. *Ocean & Coastal Management* 69, 217-230. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.08.001.

Rice, J.C. y Garcia, S.M. (2011). Fisheries, food security, climate change, and biodiversity: characteristics of the sector and perspectives on emerging issues. *ICES Journal of Marine Science* 68(6), 1343-1353. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr041.

Richardson, W.J., Greene, C.R., Malme, C.I. y Thomson, D.H. (1995). *Marine Mammals and Noise.* San Diego, CA: Academic Press. https://www.elsevier.com/books/marine-mammals-and-noise/richardson/978-0-08-057303-8.

Ricker, W.E. (1975). *Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations.* Bulletin of the Fisheries Research Board of CanadaEnvironment Canada. http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf.

Roos, N., Wahab, M.A., Chamnan, C. y Thilsted, S.H. (2007). The role of fish in food-based strategies to combat vitamin A and mineral deficiencies in developing countries. *The Journal of Nutrition* 137(4), 1106-1109. https://doi.org/10.1093/jn/137.4.1106.

Rose, G.A. (2007). *Cod: The Ecological History of the North Atlantic Fisheries.* St. John's, Newfoundland: Breakwater Books. http://www.breakwaterbooks.com/books/cod-the-ecological-history-of-the-north-atlantic-fisheries/.

Rosenberg, A. (2010). *Using fly ash in concrete*. [National Precast Concrete Association https://precast.org/2010/05/using-fly-ash-in-concrete/.

Salinger, J., Hobday, A., Matear, R., O'Kane, T., Risbey, J., Dunstan, P. *et al.* (2016). Chapter one-decadal-scale forecasting of climate drivers for marine applications. *Advances in Marine Biology* 74, 1-68. https://doi.org/10.1016/bs.amb.2016.04.002.

Schindler, D.E. y Hilborn, R. (2015). Prediction, precaution, and policy under global change. *Science*

347(6225), 953-954. https://doi.org/10.1126/science.1261824.

Schmidt, C., Krauth, T. y Wagner, S. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea.

Environmental Science & Technology 51(21), 12246-12253. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02368.

Schuster, P.F., Schaefer, K.M., Aiken, G.R., Antweiler, R.C., Dewild, J.F., Gryziec, J.D. *et al.* (2018). Permafrost stores a globally significant amount of mercury. *Geophysical Research Letters* 45(3), 1463-1471. https://doi.org/10.1002/2017GL075571.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2016). *Marine Debris: Understanding, Preventing and Mitigating the Significant Adverse Impacts on Marine and Coastal Biodiversity.* CBD Technical Series No. 83. Montreal. https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-83-en.pdf.

Secretariat of the Pacific Community (ed.) (2013a). *Deep Sea Minerals: Sea Floor Massive Sulphides, a Physical, Biological, Environmental, and Technical Review*. http://dsm.gsd.spc.int/public/files/meetings/TrainingWorkshop4/UNEP_vol1A.pdf.

Secretariat of the Pacific Community (2013b). *Deep Sea Minerals: Deep Sea Minerals and the Green Economy.* Baker, E. y Beaudoin, Y. (eds.). https://www.researchgate.net/publication/260596769_Deep_Sea_Minerals_and_the_Green_Economy.

Sharma, R. (2001). Indian Deep-sea Environment Experiment (INDEX): An appraisal. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 48(16), 3295-3307. https://doi.org/10.1016/S0967-0645(01)00041-8.

Steneck, R.S., Mumby, P.J., MacDonald, C., Rasher, D.B. y Stoyle, G. (2018). Attenuating effects of ecosystem management on coral reefs. *Science Advances* 4(5), eaao5493. https://doi.org/10.1126/sciadv.aao5493.

Stokstad, E. (2018). Controversial plastic trash collector begins maiden ocean voyage. Science Magazine http://www.sciencemag.org/news/2018/09/still-controversial-plastic-trash-collector-ocean-begins-maiden-voyage.

Strain, J.J., Davidson, P.W., Bonham, M.P., Duffy, E.M., Stokes-Riner, A., Thurston, S.W. *et al.* (2008). Associations of maternal long-chain polyunsaturated fatty acids, methyl mercury, and infant development in the Seychelles child development nutrition study. *NeuroToxicology* 29(5), 776-782. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2008.06.002.

Swan, J. y Gréboval, D. (2005). *Overcoming Factors of Unsustainability and Overexploitation in Fisheries: Selected Papers on Issues and Approaches.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/009/a0312e/A0312E00.htm.

Syvitski, J.P.M., Vörösmarty, C.J., Kettner, A.J. y Green, P. (2005). Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. *Science* 308(5720), 376-380. https://doi.org/10.1126/science.1109454.

Tarling, G.A., Peck, V.L., Ward, P., Ensor, N.S., Achterberg, E., Tynan, E. *et al.* (2016). Effects of acute ocean acidification on spatially-diverse polar pelagic foodwebs: Insights from on-deck microcosms. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 127, 75-92. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.02.008.

Taylor, C.M., Emmett, P.M., Emond, A.M. y Golding, J. (2018). A review of guidance on fish consumption in pregnancy: Is it fit for purpose? *Public Health Nutrition* 21(11), 2149-2159. https://doi. org/10.1017/S1368980018000599.

Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I.A., Luna, N. *et al.* (2018). Impacts of Marine Plastic Pollution from Continental Coasts to Subtropical Gyres—Fish, Seabirds, and Other Vertebrates in the SE Pacific. *Frontiers in Marine Science* 5(238). https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00238.

Thilsted, S.H., James, D., Toppe, J., Subasinghe, R. y Karunasagar, I. (2014). Maximizing the contribution of fish to human nutrition. *ICN2 Second International Conference on Nutrition*. Food Agriculture Organizationof the United Nations and World Health Organization http://www.fao.org/3/a-i3963e.pdf

Tidau, S. y Briffa, M. (2016). Review on behavioral impacts of aquatic noise on crustaceans. *Proceedings of Meetings on Acoustics* 27(010028). https://doi.org/10.1121/2.0000302.

Tuvalu Seabed Mining Act 2014, 2014 (Tuvalu, P.o.). https://www.tuvalu-legislation.tv/cms/images/LEGISLATION/PRINCIPAL/2014/2014-0014/TuvaluSeabedMineralsAct_1.pdf.

United Nation Environment Programme (2013). *Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Release and Environmental Transport.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7984/-Global%20Mercury%20Assessment-201367.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

United Nations (1982). *United Nations Convention on the Law of the Sea (LOSC).* http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/closindx.htm.

United Nations, General Assembly (2016). *70/235. Oceans and the law of the sea: Resolution adopted by the General Assembly on 23 December 2015.* https://undocs.org/A/RES/70/235.

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2016a). *2/12. Sustainable Coral Reefs Management. UNEP/EA.2/Res.12.* http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11187/K1607234_UNEPEA2_RES12E.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2016b). *2/11. Marine Plastic Litter and Microplastics. UNEP/EA.2/Res.11.* http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11186/K1607228_UNEPEA2_RES11E.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2017). *3/7. Marine Litter and Microplastics. UNEP/EA.3/Res.7.* https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1800210.english.pdf

United Nations Environment Programme (2016). *Marine Plastic Debris and Microplastics: Global Lessons and Research To Inspire Action and Guide Policy Change.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/11700/retrieve.

United Nations Environment Programme (2017). *Coral Bleaching Futures: Downscaled Projections of Bleaching Conditions for the World's Coral Reefs, Implications of Climate Policy and Management Responses.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22048/Coral_Bleaching_Futures.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme and GRID-Arendal (2016). *Marine Litter Vital Graphics.* Nairobi: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/11/original/MarineLitterVG.pdf?1488455779.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2015). *Marine Litter Assesment in the Mediterranean 2015. A Report of the Mediterranean Action Plan.* https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7098/MarineLitterEng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United States Food and Drug Administration (2017). *Eating fish: What pregnant women and parents should know*. https://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/ucm393070.htm (Consultado: junio de 2018.

United States National Oceanic and Atmospheric Administration (2012). *How much would it cost to clean up the pacific garbage patches?* NOAA Coral Reef Watch https://response.restoration.noaa.gov/about/media/how-much-would-it-cost-clean-pacific-garbage-patches.html.

United States National Oceanic and Atmospheric Administration (2017). *Global warming and recurrent mass bleaching of corals. Coral Reef Watch*. https://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/publications_hughes-etal_nature_20170316.php (Consultado: junio de 2017).

Unsworth, R.K.F., Ambo-Rappe, R., Jones, B.L., La Nafie, Y.A., Irawan, A., Hernawan, U.E. *et al.* (2018). Indonesia's globally significant seagrass meadows are under widespread threat. *Science of the Total Environment* 634, 279-286. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.315.

Van Cauwenberghe, L. y Janssen, C.R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution* 193, 65-70. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010.

Van Dover, C.L. (2011). Tighten regulations on deep-sea mining. *Nature* 470(7332), 31-33. https://doi.org/10.1038/470031a.

Van Dover, C.L., Ardron, J.A., Escobar, E., Gianni, M., Gjerde, K.M., Jaeckel, A. *et al.* (2017). Biodiversity loss from deep-sea mining. *Nature Geoscience* 10, 464–465. https://doi.org/10.1038/ngeo2983.

Van Hooidonk, R., Maynard, J., Tamelander, J., Gove, J., Ahmadia, G., Raymundo, L. *et al.* (2016). Local-scale projections of coral reef futures and implications of the Paris Agreement. *Scientific reports* 6(39666). https://doi.org/10.1038/srep39666.

Van Sebille, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B.D., Van Franeker, J.A. *et al.* (2015). A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters* 10(12), 124006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124006.

Van Wijngaarden, E., Thurston, S.W., Myers, G.J., Harrington, D., Cory-Slechta, D.A., Strain, J.J. *et al.* (2017). Methyl mercury exposure and neurodevelopmental outcomes in the Seychelles Child

Development Study Main cohort at age 22 and 24 years. *Neurotoxicology and teratology* 59, 35-42. https://doi.org/10.1016/j.ntt.2016.10.011.

Veron, J., Hoegh-Guldberg, O., Lenton, T., Lough, J., Obura, D., Pearce-Kelly, P. *et al.* (2009). The coral reef crisis: The critical importance of< 350ppm CO_2. *Marine Pollution Bulletin* 58(10), 1428-1436. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.09.009.

Von Schuckmann, K., Palmer, M.D., Trenberth, K.E., Cazenave, A., Chambers, D., Champollion, N. *et al.* (2016). An imperative to monitor Earth's energy imbalance. *Nature Climate Change* 6(2), 138-144. https://www.nature.com/articles/nclimate2876.

Wang, J., Kiho, K., Ofiara, D., Zhao, Y., Bera, A., Lohmann, R. *et al.* (2016). Marine debris. En *The First Global Integrated Marine Assessment - World Ocean Assessment I.* Innis, L. and Simcock, A. (eds.). chapter 25. http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_25.pdf

Watkins, E., ten Brink, P., Sirini Withana, M.K., Russi, D., Mutafoglu, K., Schweitzer, J.-P. *et al.* (2017). The socio-economic impacts of marine litter, including the costs of policy inaction and action. En *Handbook on the Economics and Management of Sustainable Oceans.* Nunes, P.A.L.D., Svensson, L.E. y Markandya, A. (eds.). Edward Elgar Publishing. chapter 14. 296-319. https://www.elgaronline. com/view/9781786430717.00024.xml

Watson, R.A., Cheung, W.W.L., Anticamara, J.A., Sumaila, R.U., Zeller, D. y Pauly, D. (2012). Global marine yield halved as fishing intensity redoubles. *Fish and Fisheries* 14(4), 493-503. https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00483.x.

Wilkinson, C., Salvat, B., Eakin, C.M., Brathwaite, A., Francini-Filho, R., Webster, N. *et al.* (2016). Tropical and sub-tropical coral reefs. En *The First Global Integrated Marine Assessment: World Ocean Assessment I.* Simcock, A. y Innis, L. (eds.). chapter 43. http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_43.pdf

Woodroffe, C.D., Hall, F.R., Farrell , J.W. y Harris, P.T. (2016). Calcium carbonate production and contribution to coastal sediments. En *The First Global Integrated Marine Assessment: World Ocean Assessment I.* Innis, L. y Simcock, A. (eds.). Cambridge, MA: Cambridge University Press. chapter 7. http://www.un.org/Depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_07.pdf

Banco Mundial (2012). *Hidden Harvest:The Global Contribution of Capture Fisheries.* Washington, DC: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/515701468152718292/pdf/664690ESW0P1210 120HiddenHarvest0web.pdf.

World Health Organization (2017). *Mercury and health: Key facts*. http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health (Consultado: junio de 2018).

Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C. *et al.* (2009). Rebuilding global fisheries. *Science* 325(5940), 578-585. https://doi/org/10.1126/science.1173146.

Wyles, K.J., Pahl, S., Thomas, K. y Thompson, R.C. (2016). Factors that can undermine the psychological benefits of coastal environments: Exploring the effect of tidal state, presence, and type of litter. *Environment and behavior* 48(9), 1095-1126. https://doi.org/10.1177/0013916515592177.

Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K. y Kolandhasamy, P. (2015). Microplastic pollution in table salts from China. *Environmental science & technology* 49(22), 13622-13627. https://doi.org/10.1021/ acs.est.5b03163.

Ziccardi, L.M., Edgington, A., Hentz, K., Kulacki, K.J. y Kane Driscoll, S. (2016). Microplastics as vectors for bioaccumulation of hydrophobic organic chemicals in the marine environment: A state-of- the-science review. *Environmental toxicology and chemistry* 35(7), 1667-1676. https://doi.org/10.1002/etc.3461.



Capítulo 8

Tierra y Suelo



© Pexels/Tom Fisk

Autores coordinadores principales: Nicolai Dronin (Moscow State University), Andres Guhl (Universidad de los Andes), Jia Gensuo (Chinese Academy of Sciences)
Autor principal: Javier Ñaupari (Universidad Nacional Agraria La Molina)
Becarios GEO: Darshini Ravindranath (University College London), Hung Vo (Harvard University), Ying (Grace) Wang (Tongji University)

Resumen ejecutivo

Los recursos de la tierra son esenciales para alcanzar 10 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La producción agrícola y alimentaria sigue siendo responsable de la mayor parte de los cambios en el uso de la tierra, incluyendo sus bosques y otros tipos de ecosistemas. La degradación de la tierra producida por el hombre sigue siendo un problema medio ambiental fundamental que afecta la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y la vida de los habitantes del planeta. En los últimos 50 años, la globalización, el crecimiento de la población, la urbanización y los cambios en las preferencias alimentarias han provocado algunos de los cambios en nuestro sistema alimentario y han conducido a un aumento en la importación de alimentos y en las teleconexiones. También hay una creciente preocupación por el acaparamiento de tierras y la especulación en todo el mundo. Una mayor claridad en los derechos de propiedad y en la administración de los recursos de la tierra son cruciales para garantizar la producción sostenible de alimentos y, al mismo tiempo, para preservar la capacidad de los ecosistemas de la tierra para seguir proporcionando una amplia variedad de beneficios a las personas, por ejemplo, aquellos tales como la regulación hidrológica y la polinización. Los habitantes de las zonas rurales desempeñan un papel fundamental en la conservación de la tierra. Las principales conclusiones sobre el tema serán resumidas como se presenta a continuación.

Las tendencias actuales, basadas en el optimismo tecnológico, el mejoramiento de las semillas, la maquinaria y los fertilizantes, no podrán satisfacer la futura demanda de alimentos, energía, madera y otros servicios y valores que ofrecen los ecosistemas, incluso aun teniendo en cuenta las proyecciones moderadas sobre la disponibilidad de los recursos de la tierra (*bien establecido*). Para 2050, el mundo necesitará producir al menos un 50% más de alimentos a fin de alimentar a la población mundial prevista de 10.000 millones de personas. La actual gestión de la tierra no logrará conseguirlo, así como tampoco logrará preservar los servicios de los ecosistemas, la pérdida de capital natural, la lucha contra el cambio climático, la seguridad energética e hídrica y la promoción de la igualdad social y de género. {8.5.1}

La producción de alimentos es el principal uso antropogénico que se hace de la tierra, ya que supone el 50% de la tierra habitable (*bien establecido*). La producción ganadera utiliza el 77% de la tierra agrícola para la producción de piensos, pastos y tierras de pastoreo. El sector ganadero sólo proporciona el 17% de la energía alimentaria y el 33% de la demanda de proteínas de la dieta. Por lo tanto, la utilización de cerca del 80% de las tierras agrícolas para la ganadería es ineficiente. {8.4.1}

La expansión de la superficie agrícola se ha visto frenada por el aumento de la productividad (*establecido, pero incompleto*). Aunque hay variaciones regionales, a nivel mundial, la superficie de cultivo aumentó en un 23% entre 1984 y 2015, mientras que la producción mundial de cultivos aumentó en un 87%. En promedio, entre 1993 y 2013, el suministro diario de alimentos per cápita en el mundo aumentó en un 10%, sin embargo, los sistemas agrícolas monoculturales, considerados a veces más productivos y rentables suelen estar asociados a la degradación del medio ambiente y a la pérdida de biodiversidad. Los pastizales del sur de Sudamérica se han convertido en campos de soya, principalmente para la exportación; la expansión de la palma aceitera en el sudeste asiático se ha producido a expensas de los bosques y de las turberas. {8.4.1}

El suministro mundial de alimentos ha pasado a depender del creciente comercio de un pequeño número de cultivos realizados en unas pocas regiones en las que la especialización de los cultivos es cada vez mayor (*bien establecido*). La proporción de la producción comercializada internacionalmente en 2014 fue del 24%, 11% y 60% de la producción mundial de trigo, maíz y soya, respectivamente. Esto hace que los precios de los alimentos bajen y que los países con déficit alimentario se beneficien de estas importaciones de alimentos. Sin embargo, la concentración geográfica de la producción aumenta el riesgo sistémico, como demuestran las recientes subidas de los precios internacionales de los productos básicos debido a las malas cosechas en ciertas regiones. Además, la creciente prevalencia de ciertos cultivos en el suministro mundial de alimentos ha contribuido a aumentar el consumo de alimentos nutricionalmente pobres y altamente procesados, con consecuencias potencialmente graves para la salud de la población. {8.5.1}

Los vínculos entre distintos lugares (teleconexiones) se están fortaleciendo en todo el mundo (*bien establecido*). La demanda en unos lugares genera transformaciones de la tierra en otros. La distancia entre productores y consumidores puede disimular la degradación de los ecosistemas en las zonas de producción. Por ejemplo, la demanda de recursos provenientes de la tierra en muchas zonas urbanas está afectando el uso de la tierra en zonas rurales y en otras zonas urbanas, tanto dentro de las fronteras nacionales como a nivel internacional. {8.3.2}

Aproximadamente un tercio de los alimentos producidos en el mundo para el consumo humano se pierden o se desperdician (*bien establecido*). De los cuales, aproximadamente el 56% del total se produce en los países industrializados, mientras que el 44% procede de los países en desarrollo. {8.5.1}

Las tasas de deforestación difieren según las regiones y, aunque la tendencia mundial es la continuación de la pérdida de bosques, en muchas regiones, especialmente en los países más desarrollados, se observa un aumento de la cubierta forestal, sobre todo en plantaciones (*bien establecido*). En la década de los noventa, se perdieron unos 10,6 millones de hectáreas de bosques naturales al año; para el periodo 2010-2015, esta tasa se redujo a 6,5 millones de ha/año. Paralelamente, la tasa de crecimiento de las plantaciones forestales es de unos 3,2 millones de ha/año, representando para 2015 el 7% de la superficie forestal mundial, la cual se encuentra concentrada, principalmente, en los países de ingresos altos. Las plantaciones no proporcionan la misma diversidad de servicios ecosistémicos que los bosques naturales. {8.4.1}

Aunque las zonas edificadas representan sólo una fracción relativamente pequeña de tierra, sus impactos se extienden más allá de estas propias zonas (*bien establecido*). Desde 1975, los asentamientos urbanos se han multiplicado, aproximadamente, por 2,5, representando para el 2015 el 7,6% de la superficie terrestre mundial. La expansión de las ciudades y las infraestructuras se lleva a cabo de forma diferente según las regiones. Al cubrir el suelo con superficies impermeables, las ciudades afectan al ciclo hidrológico y la función del suelo, además de generar islas de calor urbanas. Alrededor de 3.000 millones de habitantes urbanos carecen de acceso a instalaciones adecuadas para la eliminación de residuos, lo que supone riesgos para la salud tales

como infecciones, exposición a productos químicos, polvo, entre otros, al mismo tiempo que genera impactos ambientales como contaminación del suelo y del agua, emisiones de gases de efecto invernadero [GEI], así como competencia por el uso del suelo. {8.4.1; 8.5.2}

En muchas partes del mundo, la tierra es el activo más importante para las personas y garantizar los derechos sobre esta puede ayudar a convertir estos activos en oportunidades de desarrollo (*bien establecido*). Las poblaciones indígenas, las personas con escasos recursos, aquellos que no cuentan con tierra y las mujeres se encuentran entre los grupos más vulnerables frente a las consecuencias producidas por la desigualdad en la propiedad y el acceso a la tierra. Según estimaciones, a nivel mundial, solo un 10% de los derechos formales sobre la tierra están registrados o inscritos. Sin el reconocimiento formal y la protección de estos derechos, las comunidades de algunos países se enfrentan a la pérdida de sus tierras debido a la adquisición, el acaparamiento y el arrendamiento de tierras en medio del temor a la escasez de alimentos y al aumento de los precios de los mismos. En todo el mundo, desde el año 2000, 26,7 millones de hectáreas de tierras agrícolas han pasado a manos de inversionistas extranjeros. {8.5.3, 8.5.4}

La desigualdad en la tenencia de los recursos de la tierra es un reto crítico para la gestión sostenible de la misma (*bien establecido*). La seguridad sobre la tenencia de las tierras para los pueblos indígenas puede generar beneficios multimillonarios en materia, por ejemplo, de secuestro de carbono, reducción de la contaminación, agua limpia, control de la erosión, así como un conjunto de otros servicios ecosistémicos locales, regionales o mundiales. Estos beneficios superan con creces los costos de asegurar la tenencia de la tierra. {8.5.3}

De seguir por el camino actual, será difícil alcanzar el objetivo de neutralidad de la degradación de la tierra adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) (*bien establecido*). Las evaluaciones basadas en datos satelitales muestran que los focos de degradación de la tierra cubren alrededor del 29% de la superficie terrestre mundial. Sin embargo, hay variaciones entre los distintos conjuntos de datos y desacuerdos entre los métodos. Alrededor de 3.200 millones de personas viven en estas zonas degradadas, por lo cual, invertir en evitar la degradación de la tierra y en restaurar las tierras degradadas tiene mucho sentido desde el punto de vista económico, pues los beneficios suelen superar con creces los costos. La innovación tecnológica, las estrategias de gestión de la tierra y la administración de los recursos de esta a diferentes escalas, como por ejemplo, las buenas prácticas agrícolas, la gestión sostenible de los bosques, las actividades agropecuarias, los sistemas de producción silvopastoril, la innovación agrícola, el pago por servicios ecosistémicos, la restauración de tierras y la titulación de tierras, deben promoverse y adoptarse más eficazmente a nivel local, regional, internacional y nacional. Estas alternativas también contribuyen a la resiliencia al cambio climático. Los acuerdos medio ambientales multilaterales existentes ofrecen una plataforma de alcance ambiciosa y sin precedentes para actuar con el fin de evitar y reducir la degradación de la tierra y promover la restauración. {8.6.1; 8.6.3}

La reducción de la brecha de género en el acceso a la información y la tecnología, así como en el acceso y el control de los insumos de producción y la tierra, podría aumentar la productividad agrícola y reducir el hambre y la pobreza (*bien establecido*). Las nuevas políticas deberían dirigirse explícitamente a los pueblos indígenas, las mujeres, los pequeños agricultores, los pastores y los pescadores, para que puedan tener un acceso seguro y equitativo a la tierra, los insumos, los conocimientos, los recursos, los mercados, los servicios financieros, las oportunidades de generar un valor agregado y empleo no agrícola. {8.6}.

Reducir al mínimo las pérdidas y el desperdicio de alimentos tendrá importantes beneficios ambientales, sociales y económicos como apoyo a la seguridad alimentaria mundial (*bien establecido*). En los casos en los que no se pueda evitar el desperdicio, deberán buscarse oportunidades para obtener valor de este flujo de residuos, como la conversión en compost, fertilizantes líquidos, biogás o productos de mayor valor final, como proteínas para piensos o productos bioquímicos. {8.6}

8.1 Los recursos de la tierra y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La tierra es compleja de definir, ya que tiene múltiples dimensiones que se interconectan; por ejemplo, la tierra como proveedora de recursos y servicios, como refugio, como propiedad, como factor clave de la identidad cultural (United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] 2017). En este capítulo, haremos énfasis en la tierra como proveedora de alimentos, forraje, fibra y productos forestales. El Capítulo 6 trata la capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos que regulan los procesos ecológicos, así como la última Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) (véase más adelante). La tierra es el lugar donde se produce gran parte de los alimentos, por lo que está estrechamente relacionada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible. Las metas específicas de este objetivo incluyen garantizar un acceso suficiente a alimentos sanos y nutritivos, especialmente, para los grupos más vulnerables. Adicionalmente, el ODS 2 está estrechamente relacionado con el aumento de la productividad a través de sistemas de producción de alimentos sostenibles que sean más resistentes frente a las crecientes amenazas del cambio climático, así como frente al mantenimiento y mejoramiento de la calidad del suelo para las generaciones futuras. Los sistemas de producción de alimentos sostenibles y más resilientes requieren trabajar por la igualdad de género y reducir otras formas de desigualdad (ODS 10), ya que hombres y mujeres no tienen el mismo acceso a los recursos de la tierra en muchas partes del mundo.

La tierra es el hogar de la biodiversidad terrestre, está asociada a la producción de alimentos, es el lugar donde viven las personas y en donde se desarrollan la mayoría de las actividades económicas. Más del 54% de la población mundial vive en zonas urbanas (United Nations 2015a) y esto plantea retos adicionales para la gestión de la tierra, tales como: cómo hacer frente a los contaminantes y productos químicos peligrosos y sus impactos en las personas y el medio ambiente. La contaminación del suelo está convirtiéndose en una importante presión y los residuos y productos químicos generados por el hombre están afectando la salud de las personas y el funcionamiento de muchos procesos ecosistémicos (ODS 3,15).

Asimismo, el uso humano de la tierra está ejerciendo una enorme presión sobre los recursos de la tierra, privilegiando las ganancias de corto plazo sobre la sostenibilidad a largo plazo (UNCCD 2017) y disminuyendo el suministro de muchos servicios ecosistémicos, como por ejemplo, las contribuciones de la naturaleza a las personas. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio presentó evidencia relacionada con el hecho de que estamos viviendo por encima de nuestras posibilidades (Millennium Ecosystem Assessment 2004) y que la capacidad de los ecosistemas para proporcionarnos alimentos, fibras, recursos forestales, forraje y otros beneficios relacionados con la biodiversidad está amenazada. El reciente informe de la IPBES sobre la degradación y la restauración de la tierra refuerza este mensaje tan importante (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES] 2018). Un planeta sano es la base del desarrollo y la gestión sostenible de los recursos de la tierra está en el centro de este desafío.

8.2 Preparando el escenario para el GEO-6: el legado del GEO-5

Los principales mensajes del quinto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5) podrían extrapolarse al GEO-6. Tal vez la diferencia más importante sea el reconocimiento del cambio climático como fuerza motriz del cambio medio ambiental y del potencial que tiene de alterar los recursos de la tierra por sí mismo (véase el Capítulo 2). El cambio climático suele exacerbar la degradación de los ecosistemas, ya que un clima más variable supone una mayor degradación de los mismos.

Otra diferencia es el creciente reconocimiento de la importante función que desempeñan una clara definición de los derechos de propiedad para la administración de los recursos de la tierra y el papel crucial de los habitantes rurales en la conservación de esta. La iniciativa Land Rights Now (http://www. landrightsnow.org) señala que 2.500 millones de personas dependen de los recursos de la tierra que poseen, gestionan o utilizan colectivamente. Estas personas gestionan y protegen el 50% de la tierra, pero sólo tienen la propiedad legal del 10%. Unos derechos de propiedad claros suelen dar lugar a una mejor gestión y administración de los recursos de la tierra (Lawry *et al.* 2017). Sin estos, estas personas son vulnerables al despojo de tierras a manos de actores poderosos como, por ejemplo, las multinacionales o los gobiernos.

Por último, es cada vez más preocupante la forma en que la degradación de los recursos de la tierra está provocando una migración generalizada e incluso conflictos. Desde que se empezaron a registrar estos casos en 2015, el Atlas de Justicia Ambiental (https://ejatlas.org/) ha enumerado en más de 2.000 los casos de conflictos socioambientales en todo el mundo en los que la mala gestión de la tierra, debido en gran parte a la mala gobernanza, ha provocado la degradación de la misma, conflictos y/o despojo de recursos.

8.3 Fuerzas motrices y presiones

8.3.1 Población

Como se señala en el Capítulo 2, el crecimiento de la población es una fuerza motriz clave de la transformación del uso de la tierra, con sus impactos ambientales asociados. En el mundo en desarrollo, especialmente en África, la población se duplicará o triplicará a mediados del siglo XXI (United Nations 2014); por el contrario, para 2050 los países desarrollados sólo experimentarán pequeños aumentos o incluso disminuciones de su población (United Nations 2015). Dado que el mundo desarrollado ya ha entrado en una sociedad postindustrial basada cada vez más en el sector terciario, se espera que sea más estable en cuanto al uso de la tierra, mientras que los países en desarrollo están experimentando actualmente una rápida transición de las sociedades agrarias al régimen industrial, con el consiguiente cambio radical en los patrones de uso de la tierra y los recursos (Haberl *et al.* 2011).



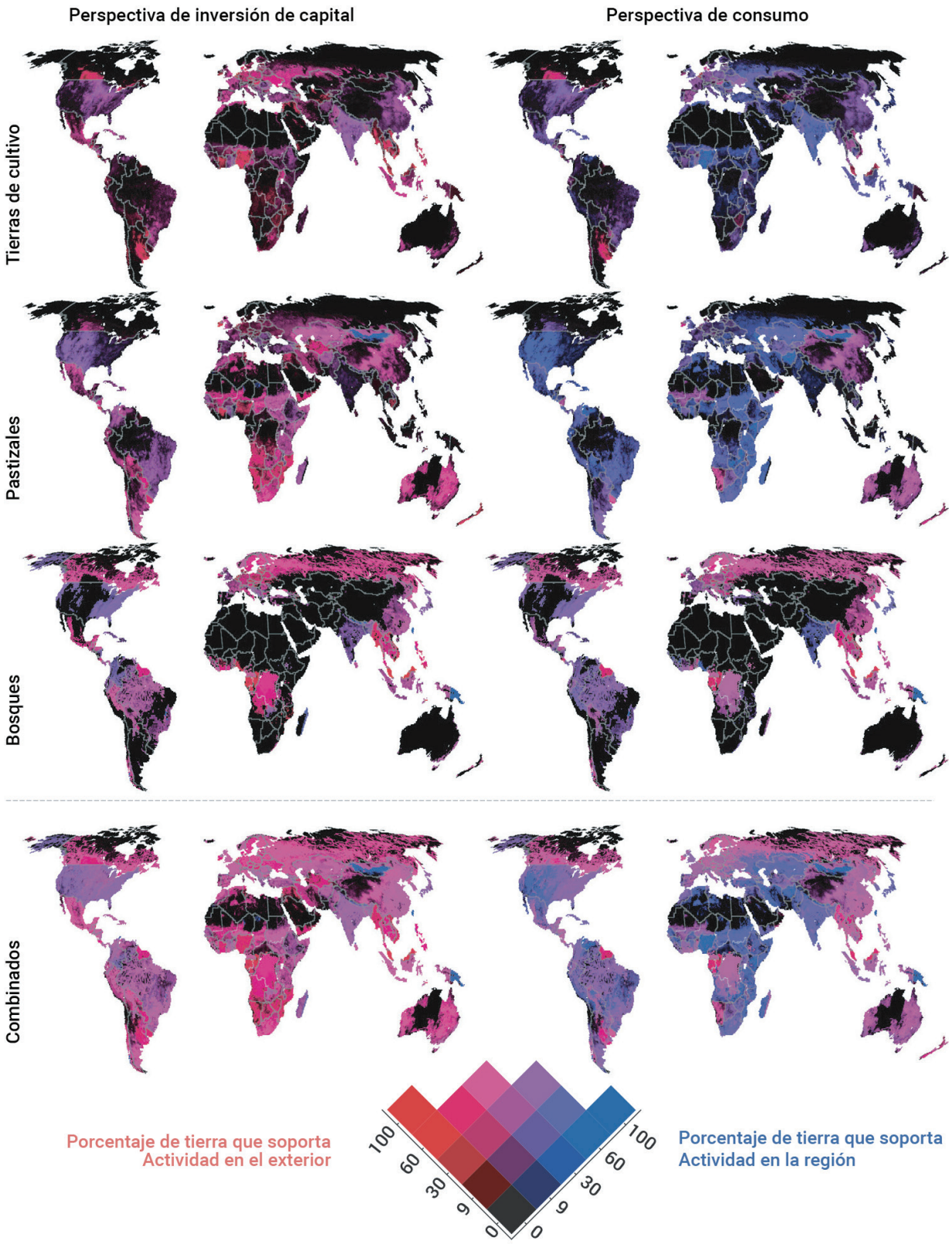
El crecimiento de la población puede suponer una grave amenaza para los límites inherentes a la tierra a la hora de proporcionar alimentos, refugio y una nutrición adecuada a las comunidades locales. Sin embargo, los impactos dependen de contextos socioeconómicos específicos, estando presentes en su mayoría en los países en desarrollo. Por ejemplo, un estudio sobre el cambio de uso de la tierra en el noroeste de Etiopía (1972-2010) señala la conversión del 62% de los bosques en tierras de cultivo, lo que conlleva elevados costos medio ambientales con ocasión del crecimiento de la población como pueden ser las tormentas de polvo, las sequías, la grave erosión del suelo, pero también atractivas subvenciones a los agricultores (Zewdie y Csaplovies 2015). La mayoría de los estudios sobre el tema reconocen la importancia de la migración del campo a la ciudad para mitigar algunos de los impactos negativos del crecimiento de la población sobre los recursos de la tierra en las zonas rurales. Parte del aumento natural de la población en las zonas rurales puede absorberse fuera del país gracias a las mejoras de las infraestructuras intrarregionales, como se observa en África, donde la mayoría de los migrantes circulan dentro del continente en busca de oportunidades económicas (Awumbila 2017).

8.3.2 Urbanización

Las zonas urbanas y rurales están interconectadas en términos de personas, recursos y servicios. Las zonas rurales están conectadas a las regiones urbanas mediante redes de carreteras, tecnologías de la información, electricidad y comercio. Mientras tanto, las zonas urbanas dependen cada vez más de los recursos terrestres que aporta la naturaleza a las personas, como el agua potable, los alimentos y las fibras. La urbanización puede impactar tanto positiva como negativamente estos flujos y funciones e influir en la economía y en el desarrollo de las zonas periurbanas y rurales (Brenner y Schmid 2014). Las ciudades operan dentro de ecosistemas que suelen extenderse más allá de los límites jurisdiccionales (Solecki y Marcotullio 2013), lo que requiere nuevos métodos para medir con precisión el alcance de la urbanización y así ayudar a los responsables de la toma de decisiones y a la sociedad civil a responder a los desafíos existentes y emergentes (United Nations 2016). La demanda urbana de alimentos, agua, fibra y materiales de construcción ha establecido fuertes vínculos entre las ciudades, las zonas rurales e incluso las regiones de otros países. Estos vínculos, también conocidos como teleconexiones, significan que el uso del suelo en las zonas rurales depende cada vez más de las demandas de aglomeraciones urbanas distantes (Seto *et al.* 2012; Bergmann y Holmberg 2016). Las infraestructuras urbanas (energía, agua, edificios y transporte) y el suministro de alimentos dependen especialmente de los suministros transfronterizos (Kennedy y Hoornweg 2012; Ramaswami *et al.* 2012; Ramaswami *et al.* 2017).

La migración del campo a la ciudad continúa y tiene impactos multifacéticos en el uso de la tierra a través de los cambios en las dietas y las demandas de infraestructura y vivienda, así como en la capacidad de la tierra para seguir proporcionando las contribuciones de la naturaleza a las personas (UNCCD 2017). Gran parte del aumento de la población en las zonas edificadas ha tenido lugar en regiones propensas a los desastres, como las situadas a menos de 10 metros (sobre el nivel del mar) de las zonas costeras de baja elevación (Seto *et al.* 2011; Paresi *et al.* 2016).

Figura 8.1: Diferentes perspectivas sobre la globalización de las tierras en 2007 (proyección Eckert IV)



La figura ilustra cómo el capital y el consumo están vinculados regional y globalmente para las diferentes actividades económicas de las tierras.

Fuente: Bergmann y Holmberg (2016).

8.3.3 Desarrollo económico

Las fuerzas de la globalización ejercen una presión cada vez mayor sobre los sistemas terrestres y sus funciones, lo que provoca cambios en el paisaje (Fischer-Kowalski y Haberl 2007; Henders y Ostwald 2014; Schaffartzik *et al.* 2015). El comercio mundial y los flujos de capital influyen en el uso de la tierra que se da en los países en desarrollo como, por ejemplo, la agricultura y la silvicultura (Bergmann y Holmberg 2016) (**Figura 8.1, Figura 8.2**). Estos flujos de bienes agrícolas requieren transporte y almacenamiento, lo que puede aumentar los costos económicos y ambientales y también puede conducir al deterioro del valor nutricional de los alimentos, aumentar los riesgos de transmisión de enfermedades y generar desperdicio de estos (UNEP 2016a). La importancia de las presiones sobre la tenencia de la tierra y el acceso a la misma se analiza con más detalle en la Sección 8.5.3.

8.3.4 Tecnología e innovación

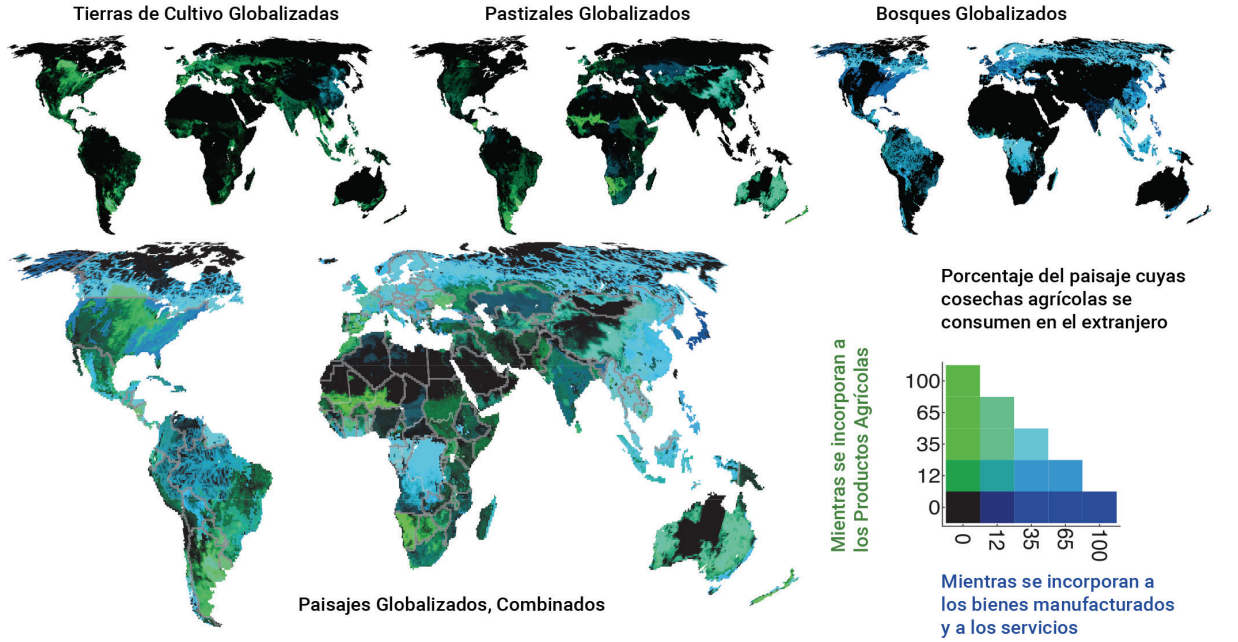
En todo el mundo, las tecnologías de rápido avance dan forma a la producción y el consumo, e impulsan los patrones de uso de la tierra y los ecosistemas terrestres a diversas escalas. El big data de la Tierra y la ciencia ciudadana mejoran el seguimiento y la evaluación del medio ambiente, al tiempo que permiten una mayor participación del público (véase el Capítulo 25).

Aunque todavía tiene algunas limitaciones, la observación de la Tierra por satélite se ha combinado con el big data para seguir los cambios forestales en todo el mundo, por ejemplo, Global Forest Watch (www.globalforestwatch.org); Terra-i (www.terra-i.org). Los drones, impulsados por la tecnología móvil, se están utilizando ampliamente para vigilar la quema de biomasa y la conversión no autorizada del uso de la tierra. La explosión mundial en el acceso a los teléfonos móviles, y especialmente a los smartphones, puede servir para democratizar el acceso a los datos. Los avances tecnológicos, como la precisión de la agricultura y el riego por goteo son ejemplos de un uso más eficiente de los agroquímicos y del agua.

Las comunicaciones móviles y el Internet permiten que la información medio ambiental de importancia se difunda en segundos a cualquier rincón del mundo, rico o pobre. Los habitantes de las zonas rurales de muchas partes del mundo en desarrollo pueden utilizar estas tecnologías para mejorar la gestión de la tierra, con posibles repercusiones en la conservación de la biodiversidad y en el uso de esta (Chin 2018).



Figura 8.2: El papel relativo que desempeñan los productos agrícolas frente a las manufacturas y los servicios en las tierras globalizadas (proyecciones de Eckert IV)



Fuente: Bergmann y Holmberg (2016).

8.3.5 Cambio climático

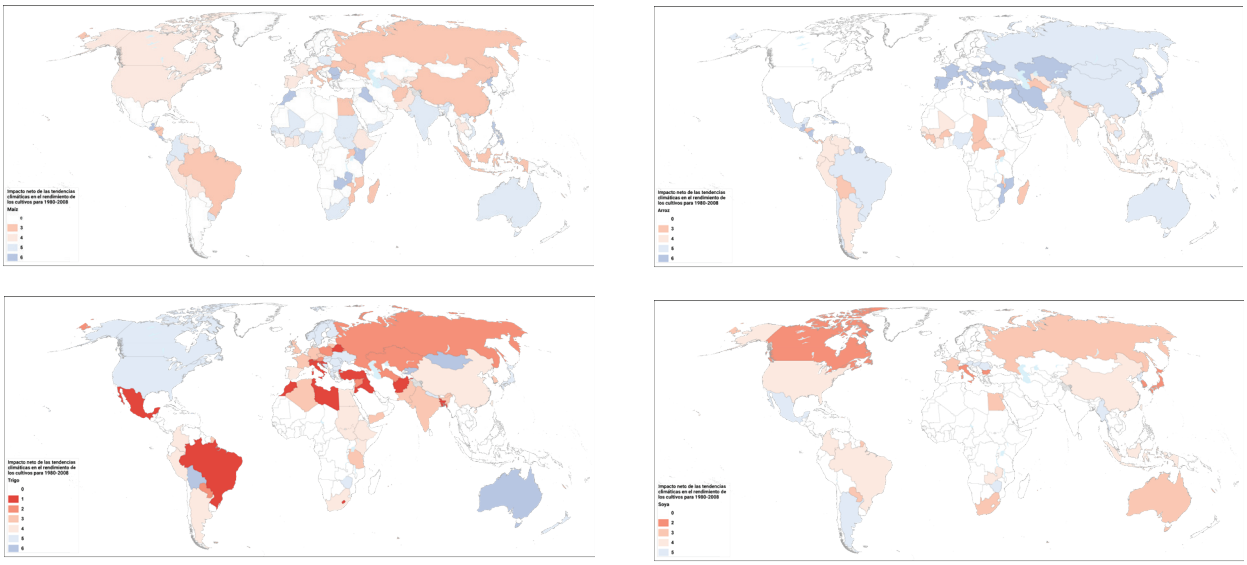
Actualmente, el aumento de la temperatura global y el cambio en los patrones de las precipitaciones han tenido un impacto en los ecosistemas terrestres y en los rendimientos de los cultivos (véase la **Figura 8.3**). En las regiones tropicales, los efectos del aumento de las temperaturas serán probablemente mayores que en las zonas templadas (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014). Los cambios en los patrones de precipitación pueden beneficiar a ciertas regiones, pero una mayor variabilidad de las precipitaciones (sequías más frecuentes) supone un riesgo para el 70% de la agricultura mundial de secano (IPCC 2014). A medida que las estaciones de crecimiento cambian, el crecimiento de la producción se ha ralentizado (Lobell, Schlenker y Costa-Roberts 2011; Lobell y Gourdji 2012). Por su parte, el aumento del nivel del mar debido al cambio climático genera riesgos de pérdida de zonas costeras y hundimientos (IPCC 2014), lo cual amenaza los medios de subsistencia de muchos habitantes de la costa (Paresi *et al.* 2016) (véase la Sección 8.3.5).

El aumento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera puede beneficiar el rendimiento de los cultivos en ciertas regiones producto de una mayor fertilización con este elemento (McGrath y Lobell 2013), mientras que las temperaturas más cálidas podrían suponer un aumento del rendimiento en las regiones de alta latitud (IPCC 2014). Sin embargo, a nivel global, se espera que los rendimientos se vean afectados a medida que las temperaturas medias y las concentraciones de ozono en la troposfera continúen aumentando (Schlenker y Roberts 2009; IPCC 2014). El aumento de las temperaturas ha provocado un incremento en la distribución de ciertas malezas y plagas (Pautasso *et al.* 2012) y han exacerbado las tensiones existentes durante ciertos períodos de crecimiento (Gourdji, Sibley y Lobell 2013).

Por otro lado, las prácticas agrícolas climáticamente inteligentes, como el laboreo mínimo, los cultivos y las prácticas energéticamente eficientes, presentan una oportunidad para aumentar el sumidero de carbono atmosférico en los suelos y, por tanto, contribuir a la mitigación del cambio climático (Han *et al.* 2018). Del mismo modo, los esfuerzos para reducir la deforestación y la degradación de los bosques, conservar y mejorar las reservas de carbono de los bosques y los bosques gestionados de forma sostenible en todo el mundo pueden contribuir de forma significativa a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la captura de carbono en la biomasa viva y los productos forestales.



Figura 8.3: Impacto neto estimado por país de las tendencias climáticas para 1980-2008 en el rendimiento de los cultivos



Fuente: Lobell, Schlenker y Costa-Roberts (2011).

8.4 Estado y tendencias principales

8.4.1 Dinámica del uso de la tierra

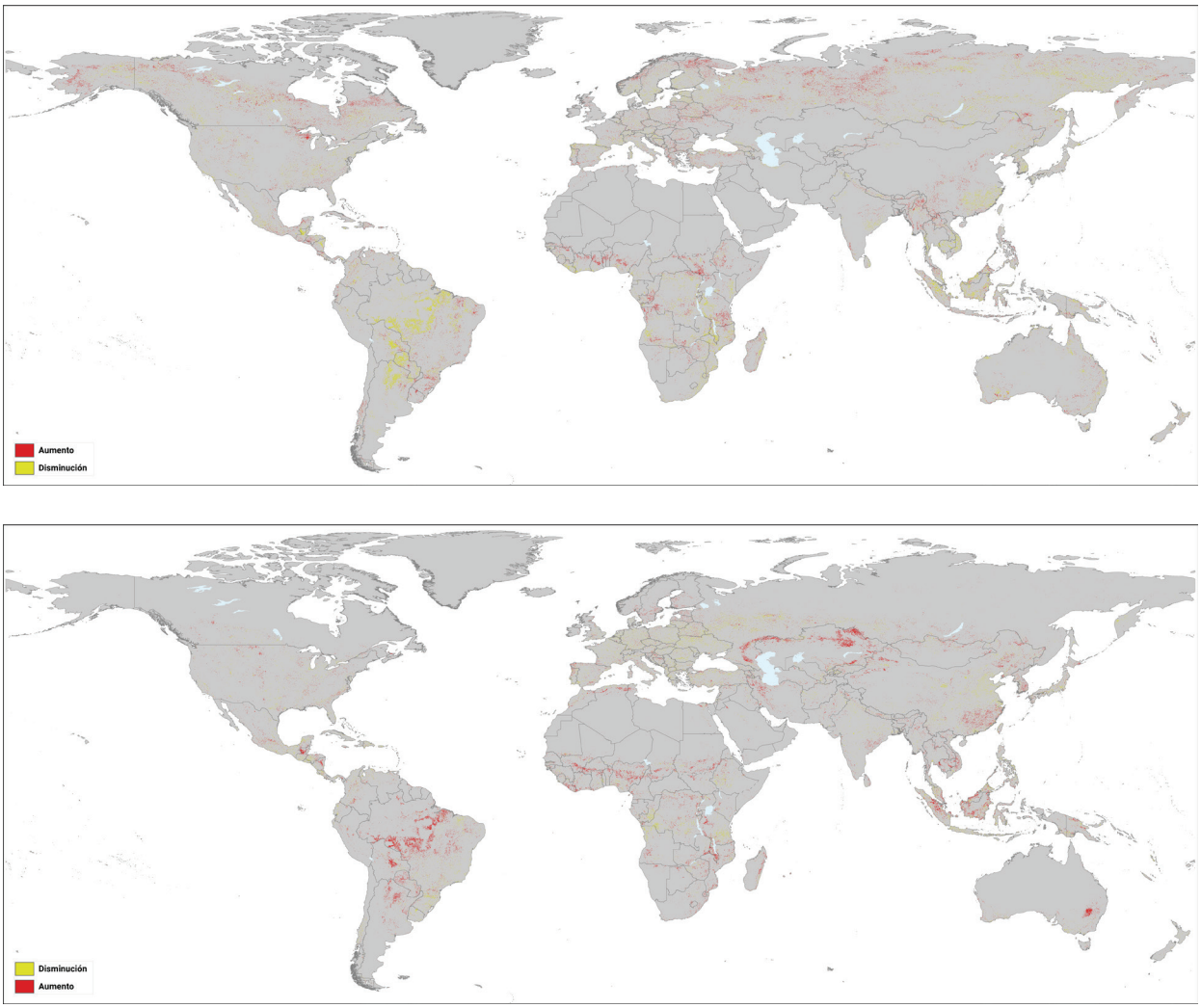
Cambio de la cubierta vegetal

La tierra es extremadamente dinámica y la cubierta terrestre cambia debido a procesos climáticos, geológicos o ecológicos. Sin embargo, el uso de la tierra por parte del ser humano, principalmente con la agricultura, es actualmente responsable de la mayor parte de los cambios de la cubierta terrestre y de su estado (Haberl 2015; de Ruiter *et al.* 2017; **Figura 8.4**).

Para el periodo 2012-2050, la producción agrícola debería casi que duplicarse a fin de satisfacer la creciente demanda de alimentos, forraje y biocombustibles (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2017a). Aunque la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) estima que hay 1.400 millones de hectáreas disponibles para su expansión (Alexandratos *et al.* 2012), estas se encuentran, principalmente, en los bosques y otros ecosistemas poco perturbados, donde se generan las contribuciones de la naturaleza a las personas, como el agua limpia y la regulación del clima (Machovina, Feeley y Ripple 2015). Cuando es posible, las personas abandonan las tierras degradadas y amplían la producción en otros lugares. A medida que se da este abandono, es posible que se presente una lenta regeneración: la vegetación y la vida silvestre empiezan a reclamar los espacios libres que se producen por el abandono la tierra, como ilustra el rebrote espontáneo de 362.430 km^2 de vegetación boscosa en América Latina (2000-2010) (Aide *et al.* 2013).

Las fuerzas económicas mundiales están moldeando los patrones locales de uso de la tierra. Por ejemplo, la minería moderna está creciendo en escala debido al aumento de la demanda mundial. Esto se ve agravado por la disminución de la ley del mineral, lo que significa que hay que procesar más minerales para satisfacer la demanda, con un uso extensivo de la minería a cielo abierto y su roca residual asociada. La minería presenta impactos ambientales acumulativos, especialmente en las regiones de explotación minera intensiva, incluyendo áreas sujetas a la fracturación hidráulica

Figura 8.4: Cambios en los bosques mundiales (arriba) y en las tierras de cultivo (abajo) de 1992 a 2015, según las series temporales de datos de la Agencia Espacial Europea sobre la cubierta terrestre



Fuente: Adaptado de la Agencia Espacial Europea (2015).

para obtener petróleo. Un mapa de ciertas zonas de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (**Figura 8.5**) muestra las áreas de tierra que son o tienen el potencial de ser explotadas para la minería, el gas y el petróleo y resalta el conflicto que puede surgir producto de la competencia por el uso de la tierra (Asociación Pro Derechos Humanos [Aprodeh] *et al.* 2018).

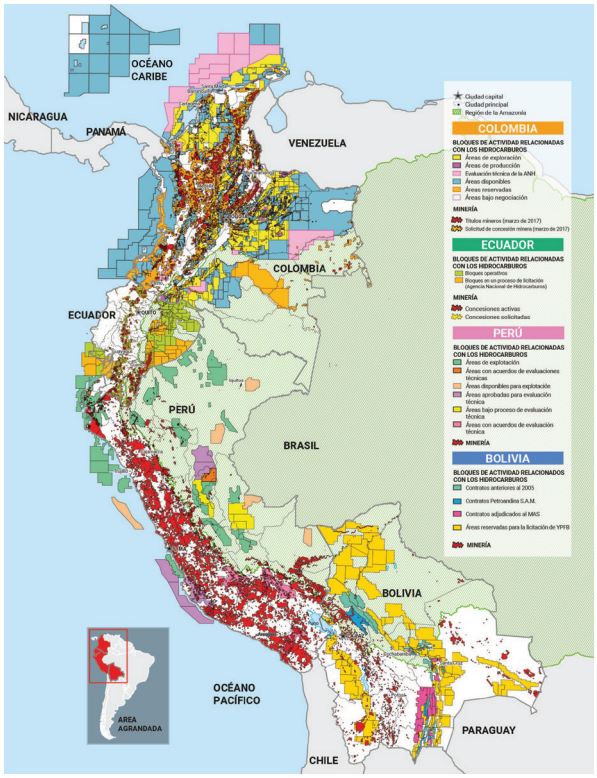
Dinámica agrícola

La producción de alimentos constituye el mayor uso antropogénico de la tierra: el 38% de las tierras libres de hielo (Holmes *et al.* 2013) o el 50% de las tierras habitables (Roser y Ritchie 2018). Dentro de esto, domina el sector ganadero, que utiliza más de tres cuartas partes de la tierra agrícola para la producción de alimentos, pastos y pastoreo (Foley *et al.* 2011; Roser y Ritchie 2018) (**Figura 8.6**).

La producción primaria de alimentos representa alrededor del 23% del uso de la tierra agrícola (**Figura 8.6**), aunque en los últimos años se ha utilizado una proporción creciente de tierra para cultivos destinados a la producción de biocombustibles (Cassidy *et al.* 2013). En 2009, la producción de biocombustibles representaba el 2% del uso total de la tierra libre de hielo y se espera que aumente hasta un 4% en 2030 (FAO 2009). La superficie agrícola ha disminuido, aproximadamente, un 1% desde el año 2000 (**Figura 8.7**; FAO 2017b). Aunque se trata de un pequeño descenso, esta cifra no tiene en cuenta la degradación de la tierra (véase más adelante) ni cómo, a pesar de la reducción de la superficie agrícola total, esta puede enmascarar el abandono de tierras degradadas y la expansión de la frontera agrícola en otros lugares.

Mientras que la superficie mundial de cultivos cosechados aumentó en un 23% entre 1984 y 2015, la producción mundial de cultivos aumentó un 87% (FAO 2017b), en su mayoría procedentes de los monocultivos. Sin embargo, estos sistemas de producción de alimentos podrían estar asociados con la degradación del medio ambiente y la pérdida de biodiversidad (Benton, Vickery y Wilson 2003; Foley *et al.* 2011; UNCCD 2017).

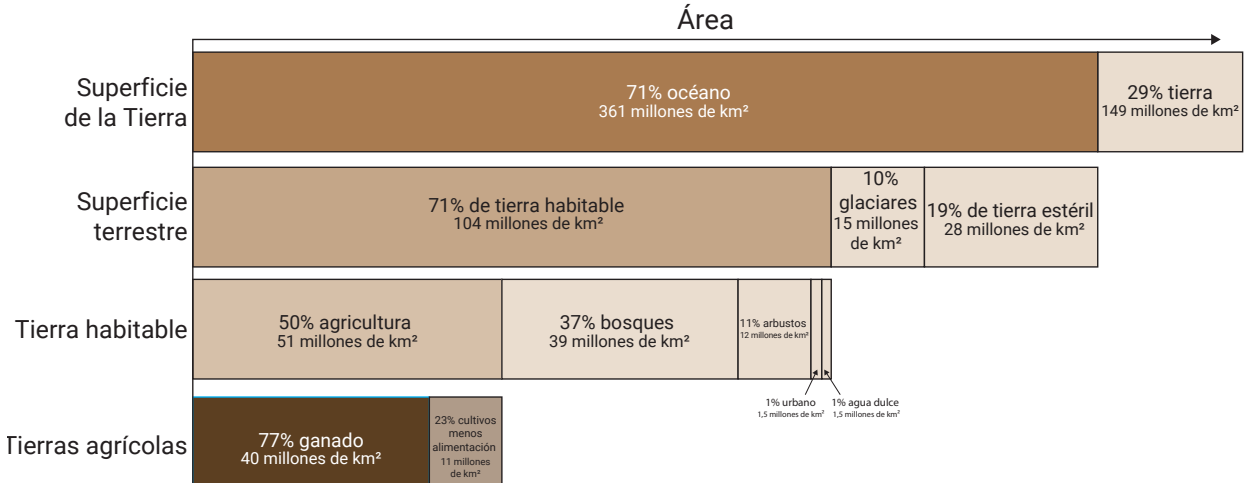
Figura 8.5: Áreas designadas para actividades extractivas en la región andina (América del Sur)



Fuente: Aprodeh *et al.* (2018). Adaptado de un mapa elaborado en 2018 por el Centro de Información y Documentación de Bolivia (Cedib) a partir de fuentes oficiales del país disponibles en internet.

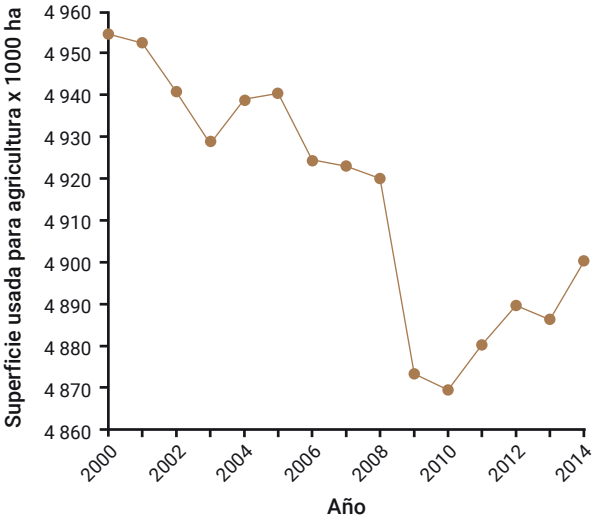
Figura 8.6: Asignación de la superficie mundial para la producción de alimentos

El desglose de la superficie de la Tierra según los usos funcionales y asignados, hasta la asignación de tierras agrícolas para la ganadería y la producción de cultivos alimentarios, medida en millones de kilómetros cuadrados. La superficie destinada a la ganadería incluye las tierras destinadas a los animales y las tierras de cultivo utilizadas para la producción de piensos.



Fuente: FAO (2017b); Roser y Ritchie (2018).

Figura 8.7 Superficie agrícola 2000-2014



La superficie agrícola incluye la superficie dedicada a la agricultura (tierras de cultivo), los cultivos permanentes y, pastos y praderas en un año determinado.

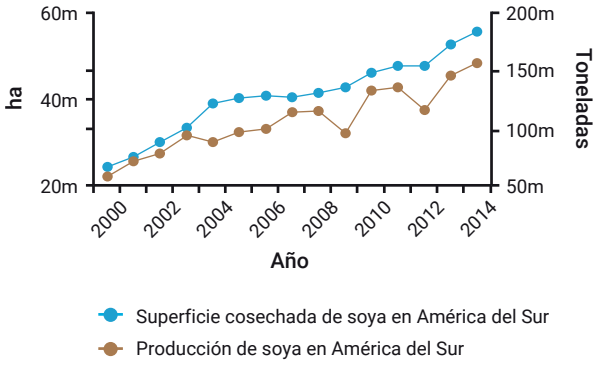
Fuente: FAO (2017b).

Asimismo, el suministro de alimentos diarios per cápita en el mundo aumentó un 10% entre 1993 y 2013 (**Figura 8.8**; FAO 2017b). Muchas áreas se han convertido en tierras de cultivo a medida que aumenta la demanda de cultivos flexibles (Borras *et al.* 2012). Los pastizales de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay se han convertido en campos de soya, principalmente, para la exportación (Graesser *et al.* 2015). La superficie destinada al cultivo de soya se ha duplicado con creces desde el año 2000 (**Figura 8.9**). Las áreas cosechadas en América del Sur y América del Norte representan, aproximadamente, el 47% y el 30%, respectivamente, de la superficie de soya en todo el mundo (FAO 2017b).

Un proceso similar ocurre con la producción de palma aceitera en el sudeste asiático, frente a la cual, la superficie plantada viene aumentando desde el año 2000 (**Figura 8.10**). En 2014, más del 68% de la superficie total de cultivos de palma aceitera se encontraban en esta región y el 85% en Asia (FAO 2017b).

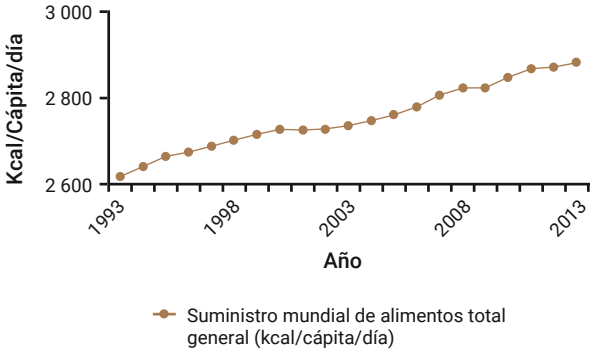
La expansión de las plantaciones de palma aceitera en el sudeste asiático se ha producido a expensas de los bosques, como resultado de la creciente demanda de biocombustibles y aceite comestible. En Kalimantan (Indonesia), entre 1990 y 2010, alrededor del 90% de las tierras convertidas en plantaciones de palma aceitera eran bosques (Carlson *et al.* 2012). Entre 2001 y 2015, más de 9,5 millones de hectáreas fueron deforestadas en Borneo (World Resources Institute [WRI] 2018). En las plantaciones de palma aceitera de las tierras bajas de Malasia peninsular (2 millones de ha), Borneo (2,4 millones de ha) y Sumatra (3,9 millones de ha), Koh *et al.* (2011) descubrieron que unas 880.000 ha de turberas tropicales de la región se habían convertido en plantaciones de palma aceitera a principios de la década del año 2000. En 2010, unos 2,3 millones de hectáreas de bosques de turba y pantano fueron deforestados, sin que incluso hubiesen llegado a convertirse en plantaciones de palma aceitera.

Figura 8.9: Producción de soya en América del Sur 2000-2014



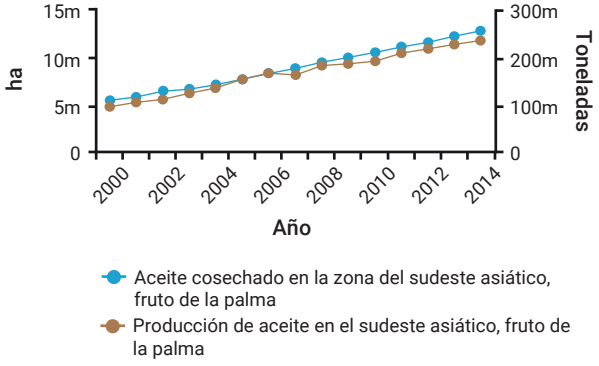
Fuente: FAO (2017b).

Figura 8.8: Suministro de alimentos en el mundo (kcal/cápita por día)



Fuente: FAO (2017b).

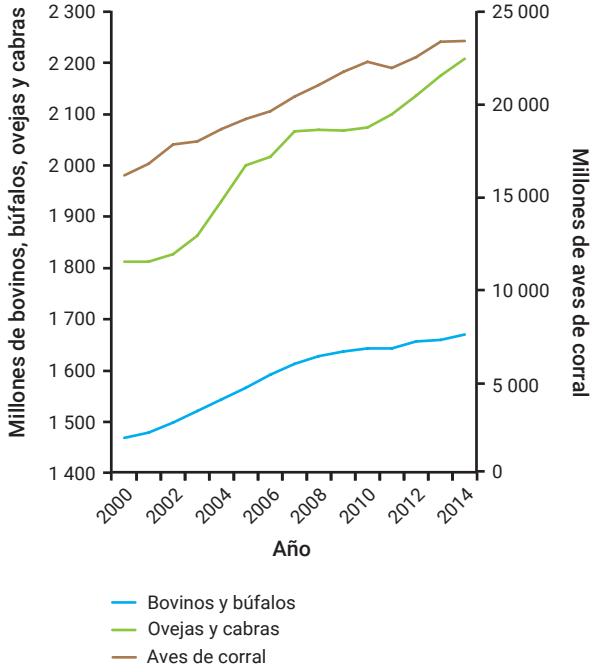
Figura 8.10: Producción de soya en América del Sur 2000-2014



Fuente: FAO (2017b).

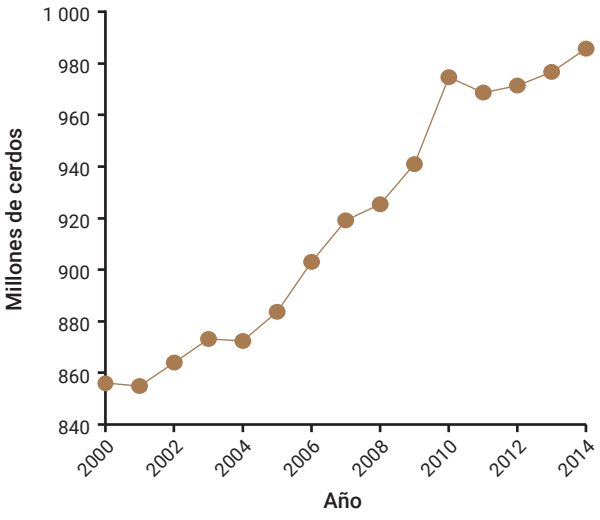
La población ganadera mundial aumentó entre 2000 y 2014 (**Figura 8.11, Figura 8.12**). Mientras que la población humana creció casi un 19%, el número de bovinos y búfalos, cabras y ovejas, aves de corral y cerdos creció un 13,8%, 21,9%, 45,4% y 15,1% respectivamente. Sin embargo, el aumento del número de cabezas de ganado ha ido acompañado de una disminución de los pastos y las praderas permanentes (**Figura 8.13**). Estas elevadas tasas de crecimiento se asocian sobre todo a sistemas de producción ganadera más intensivos que se basan en el uso eficiente de la alimentación animal (Mottet *et al.* 2017).

Figura 8.11: Número de herbívoros y aves de corral



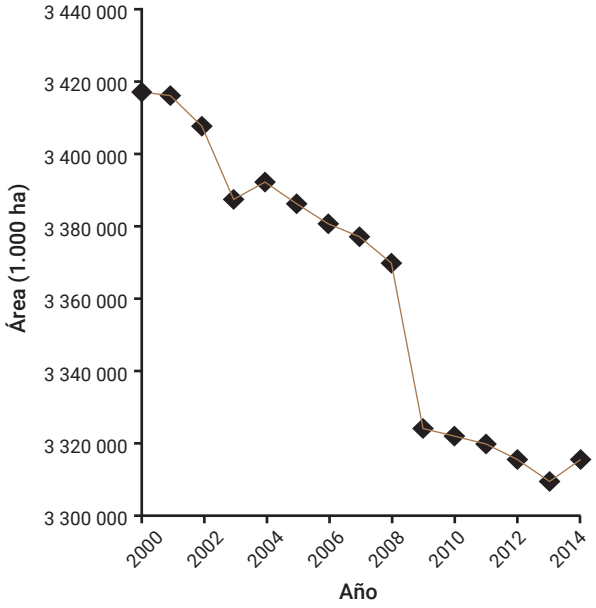
Fuente: FAO (2017b).

Figura 8.12: Número de cerdos, 2000 - 2014



Fuente: FAO (2017b).

Figura 8.13. Praderas permanentes y pastos (1.000 ha)

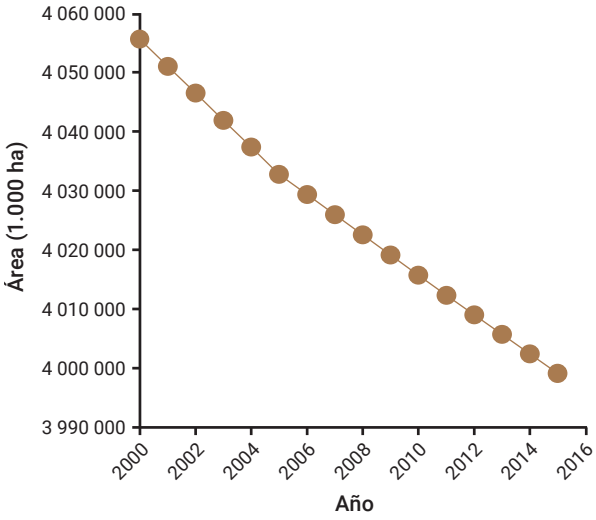


Fuente: FAO (2017b).

Dinámica forestal

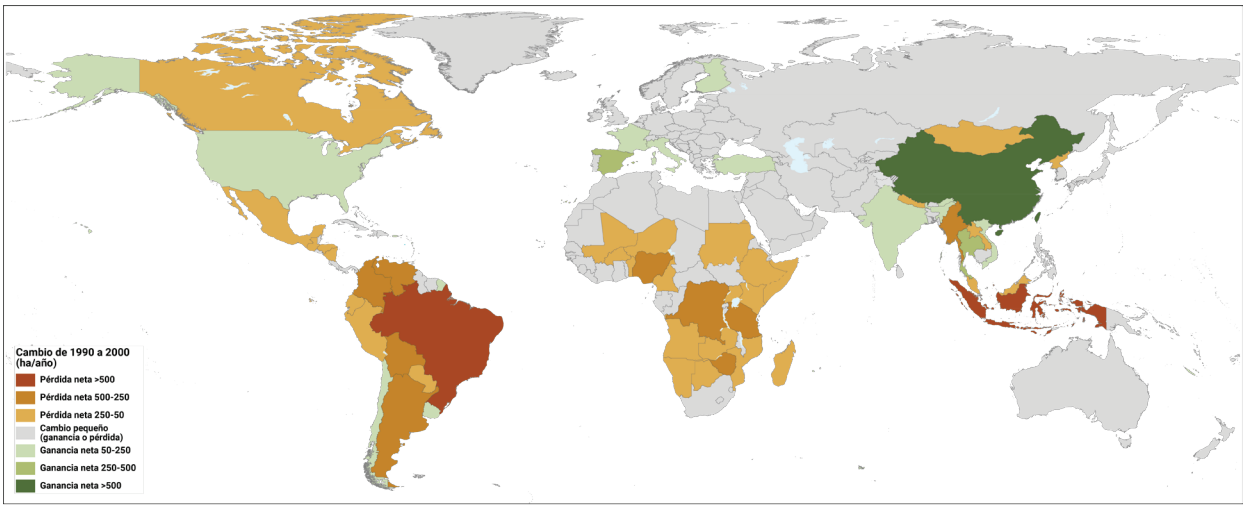
La disminución de los bosques continúa siendo un hecho (**Figura 8.14**). En 1990, estos representaban el 31,6% de la superficie terrestre del planeta; para 2015 presentó una disminución al 30,6% (FAO 2015ª). En la década de 1990, se perdieron unos 10,6 millones de hectáreas de bosques naturales cada año; para el periodo 2010-2015, esta tasa se redujo a 6,5 millones de ha/año. Al mismo tiempo, el aumento de los bosques plantados fue de unos 3,2 millones de ha/año; en 2015 estos representaban el 7% de la superficie forestal mundial, concentrada principalmente en los países de ingresos altos (FAO 2015a; **Figura 8.15**). Las tasas de pérdida de bosques difieren entre las regiones y, aunque la tendencia mundial es a la pérdida, muchas

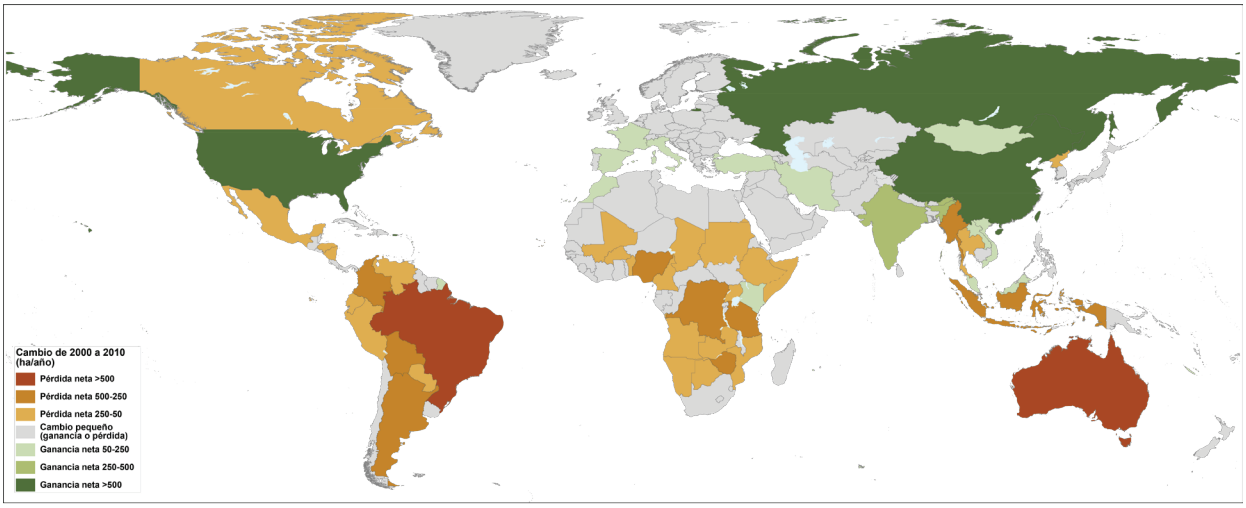
Figura 8.14: Tierras forestales en el mundo, 2000-2015

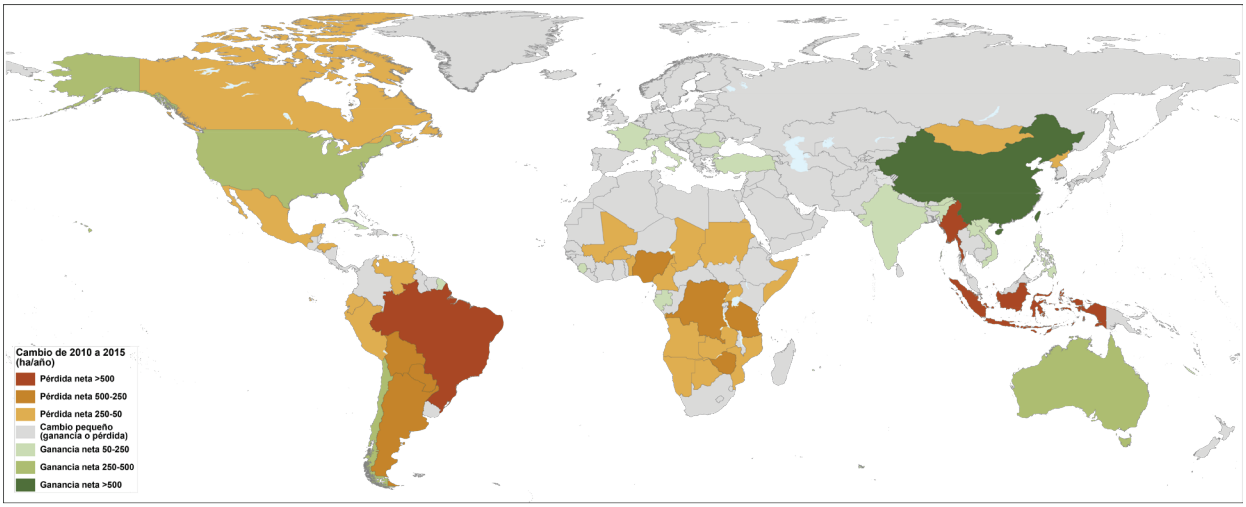


Fuente: FAO (2017b).

Figura 8.15: Cambio neto anual de la superficie forestal (1990-2000, 2000-2010, 2010-2015)







Fuente: FAO (2015a).

regiones, especialmente en los países más desarrollados, están mostrando un aumento de la cubierta forestal, incluso aún siendo usados en forma de plantaciones. Los bosques naturales siguen disminuyendo en la mayoría de las zonas del mundo (**Figura 8.15**), lo cual amenaza el suministro de beneficios esenciales para las personas. Por ejemplo, a medida que aumenta la deforestación en la selva amazónica, las precipitaciones han ido disminuyendo. Estimaciones recientes indican que un punto de inflexión crítico para el ciclo hidrológico en esta parte de Sudamérica se alcanzará si la deforestación llega al 20%-25% de la cubierta forestal original en la cuenca del Amazonas (Lovejoy y Nobre 2018). En los últimos 50 años, el 17% de la extensión original de la selva amazónica ha sido deforestada (World Wide Fund for Nature [WWF] 2018), al mismo tiempo que la cubierta forestal sigue disminuyendo (Butler 2017; WRI 2018; WWF 2018).

Expansión urbana

Las zonas urbanizadas ocupan una fracción muy pequeña de la tierra; sin embargo, desde 1975 las agrupaciones urbanas, es decir, los centros urbanos, así como los suburbios circundantes, se han expandido en, aproximadamente, 2,5 veces, lo cual representa el 7,6% de la superficie terrestre mundial (Paresi *et al.* 2016). Entre 1975 y 2015, las zonas edificadas duplicaron su tamaño en Europa, mientras que en África se multiplicaron, aproximadamente, por cuatro. Las ciudades han crecido en ambas regiones, aunque la población urbana se ha mantenido relativamente constante en Europa, mientras que se ha triplicado en África. Esto significa que la superficie construida per cápita es diferente en todo el mundo (Paresi *et al.* 2016). Además, la expansión urbana conduce a la fragmentación del paisaje y a este mismo tipo de dispersión. A medida que las ciudades se expanden, los usos del suelo urbano suelen ocupar terrenos agrícolas (van Vliet, Eitelberg y Verburg 2017), y la demanda de alimentos, fibras y minerales puede transformar lugares que antes no estaban conectados (Seto *et al.* 2012; van Vliet, Eitelberg y Verburg 2017). En América Latina, se ha observado que una expansión espacial generalizada (casi el 84% de la población vive en ciudades) conduce a una menor densidad poblacional (Inostroza, Baur y Csaplovics 2013).

Al cubrir el suelo con superficies impermeables, las ciudades afectan el ciclo hidrológico y la función del mismo. También generan lo que se denomina islas de calor urbanas. Sin embargo, estas también pueden ser más eficientes a la hora de proporcionar acceso a la educación, la vivienda, el agua potable y la electricidad. Desde el año 2000, las ciudades han incorporado más espacios verdes y árboles (Paresi *et al.* 2016).

Mientras las ciudades se expanden hacia el interior, cada vez se reconoce más el valor de preservar los sistemas naturales, por ejemplo, lagos y masas de agua naturales, así como la construcción de infraestructuras verdes urbanas de ingeniería mejorada, por ejemplo, parques, granjas urbanas, drenajes sostenibles. Éstas tienen el potencial de ofrecer múltiples beneficios que pueden mejorar la biodiversidad y el bienestar humano, incluyendo la gestión del agua; la mitigación del riesgo de inundaciones; la mitigación de la isla de calor (Pataki *et al.* 2011); el bienestar emocional; la salud (Groenewegen *et al.* 2006; Pataki *et al.* 2011; White *et al.* 2013; Sturm y Cohen 2014; World Health Organization [WHO] 2017); la captación de contaminación; y, los servicios culturales.

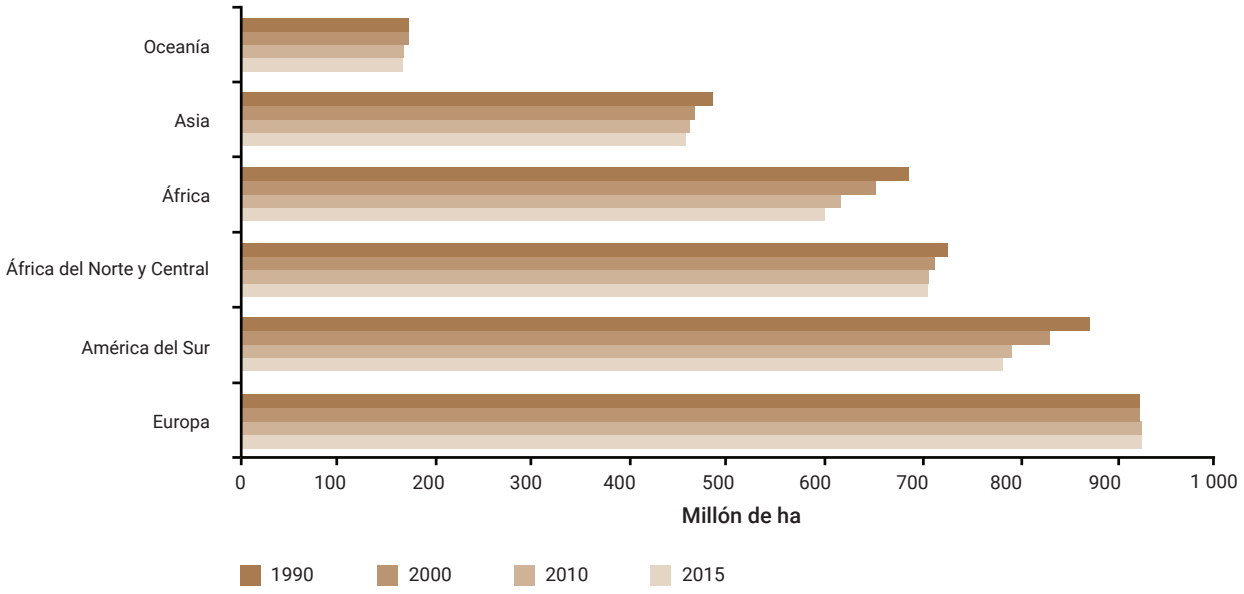
En 2015, alrededor del 52% de las personas vivían en centros urbanos de alta densidad, el 33% en ciudades y suburbios y el 15% en zonas rurales (Paresi *et al.* 2016). Mientras que muchas ciudades siguen creciendo en población y van acompañadas de procesos expansivos, otras experimentan un descenso de población. Las ciudades que se reducen dejan a su paso parcelas vacías como parte de un ciclo de crecimiento y declive, cuya gestión ofrece nuevas oportunidades para mejorar el medio ambiente.

8.4.2 Dinámicas de calidad de la tierra

Degradación de la tierra y producción de cultivos

La degradación de la tierra implica la disminución o interrupción de los servicios ecosistémicos de la tierra, incluida la producción primaria neta (PPN) (Le, Nkonya y Mirzabaev 2016). Esto es el resultado de diferentes procesos: erosión del suelo, salinización,

Figura 8.16: Superficie de bosque natural por regiones, 1990-2015



Fuente: FAO (2015a).

compactación y contaminación, disminución de la materia orgánica, incendios forestales y el sobrepastoreo (Jones *et al.* 2012; Kosmas *et al.* 2014). La disminución de la PPN también supone una reducción de la actividad microbiológica y de la capacidad de retención de agua, una menor conductividad hidráulica y una disminución de la resistencia del suelo, entre otros (Soane *et al.* 2012). Según la FAO (2015b), la degradación actual de la tierra es de 12 millones de ha/año. De igual forma, se estima que las pérdidas anuales de servicios ecosistémicos resultantes provenientes de la degradación de la tierra oscilen entre 6,3 y 10,6 billones de dólares (The Economics of Land Degradation [ELD] 2015). Aunque la degradación podría ser un fenómeno biofísico, sus causas e implicaciones son también económicas y sociales. Muchos esfuerzos intentan evaluar las tendencias, las escalas y las consecuencias observables de la degradación de la tierra. Sin embargo, las diferentes definiciones de la degradación y los métodos utilizados para medirlas conducen a resultados diferentes en cuanto a su magnitud, dónde tiene lugar, sus efectos y sus costos (FAO 2018). Una estimación reciente que utiliza imágenes satelitales calcula que el 29% de la superficie terrestre mundial se encuentra degradada, mientras que se ha producido una mejora del 2,7% de la misma en las últimas tres décadas, y alrededor de 3.200 millones de personas viven en las zonas degradadas (Le, Nkonya y Mirzabaev 2016). La reducción de la degradación de la tierra y el aumento de su restauración son fundamentales para proporcionar los servicios ecosistémicos necesarios que contribuyen a la vida en la Tierra y al bienestar humano (IPBES 2018).

Desertificación

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) define la desertificación como "la degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como resultado de diversos factores, entre ellos las variaciones climáticas y las actividades humanas" (UNCCD1994). Sin embargo, la desertificación sigue siendo una cuestión muy polémica que suele suscitar el desacuerdo de los expertos (Reynolds y Smith 2002; Bestelmeyer *et al.* 2015). El grado de desertificación oscila entre el 15% y el 63% a nivel mundial, así como entre el 4% y el 74% para las tierras secas (Safriel 2007), y puede ser igualmente variable dentro de un país como Mongolia, donde las estimaciones de degradación varían entre el 9% y el 90% (Addison *et al.* 2012).

Investigaciones recientes (Global Assessment of Soil Degradation [GLASOD]) muestran que las generalizaciones anteriores que afirmaban que la degradación del suelo se estaba produciendo en las zonas semiáridas de todo el mundo no están respaldadas por observaciones basadas en satélites (de Jong *et al.* 2011; Fensholt *et al.* 2012; Cherlet *et al.* 2018). Las investigaciones sobre desertificación y sequía en el Sahel indican que el primer proceso no se está produciendo (Behnke y Mortimore 2016). Esta tendencia puede explicarse por el aumento de las precipitaciones, así como por la menor presión sobre la tierra debido a la emigración (Olsson, Eklundh y Ardö 2005). Sin embargo, las condiciones climáticas actuales en el Sahel parecen estar todavía por debajo de las condiciones más húmedas presentadas en 1930-1965 (Anyamba y Tucker 2005; Nicholson 2013).

También se observa una tendencia positiva en las zonas semiáridas de China, donde la acción humana podría explicar la "expansión de la desertificación" entre 1980 y 1990, aunque las actividades de conservación han empezado a invertir estas tendencias (1990-2000) (Xu *et al.* 2009). Los resultados recientes de los modelos indican que el reverdecimiento global también podría ser causado por la fertilización con CO_2, la deposición de nitrógeno y el cambio climático (Zhu *et al.* 2016).

Al reconocer la complejidad inherente que subyace a la degradación de la tierra, la reciente edición del Atlas Mundial de la Desertificación (WAD, por su sigla en inglés) (Cherlet *et al.* 2018) presenta varios conjuntos de datos globales para procesos de carácter biofísico y socioeconómico que, individualmente o combinados, pueden contribuir a la degradación de la tierra (Reynolds *et al.* 2011; Bisaro *et al.* 2014).

Salinización del suelo

En las regiones áridas y semiáridas, la falta de un drenaje adecuado en las zonas de regadío desencadena la acumulación de sales en la zona radicular, afectando negativamente la productividad de los cultivos y las propiedades del suelo (Qadir *et al.* 2014). En algunos países, la salinización del suelo afecta a la mitad de las tierras de regadío (Metternicht y Zinck 2003). Otras fuentes sugieren que alrededor del 33% de la superficie de regadío mundial tiene una productividad decreciente debido a un riego inadecuado, que provoca el anegamiento y la salinización (Khan y Hanjra 2008). Varios estudios relativos a las pérdidas de rendimiento de los granos debido a la salinización muestran pérdidas de rendimiento de los granos de entre el 32% y el 48% en promedio (Murtaza 2013). Las pérdidas globales anuales en los cultivos de regadío causadas por la degradación de la tierra inducida por la sal podrían ser de unos 27.300 millones de dólares producto de la pérdida de producción de los cultivos (Qadir *et al.* 2014). Los costos de la inacción en estas tierras pueden suponer una pérdida de ingresos de entre el 15% y el 69%, según el tipo y la intensidad de la degradación de estas, la variedad de los cultivos y la calidad y gestión del agua de riego (Qadir *et al.* 2014). Las pérdidas adicionales, que no se incluyen en estas estimaciones, abarcan una amplia gama de cuestiones: desde el deterioro de la salud de los animales hasta la disminución del valor de la propiedad de las explotaciones afectadas, entre otras (Qadir *et al.* 2014).

Deshielo del permafrost

Debido a diversas retroalimentaciones en el sistema climático, el calentamiento en el Ártico supera actualmente el doble del aumento de la temperatura media mundial (Taylor *et al.* 2013a). El hielo marino está retrocediendo, el permafrost se está descongelando y la temporada sin hielo se está alargando, de manera que las olas y el aire caliente están degradando cada vez más el permafrost en descongelación en el interior, así como en las zonas costeras. El deshielo del permafrost libera GEI y


© Shutterstock/Danita Delimont

altera el paisaje, también reduce la estabilidad del suelo y del relieve, aumenta la erosión y afecta al hábitat ártico, el albedo y la hidrología.

Con mucho, la mayor fracción del litoral del Ártico está formada por permafrost en proceso de descongelación (**Recuadro 8.1**). Las costas de permafrost del Ártico representan el 34% de todas las costas de la Tierra. Las tasas de erosión costera han aumentado en los últimos años, con valores que oscilan en torno a 1 metro/año. Las tasas de erosión más elevadas se dan en las costas de Alaska y Siberia, con máximos de 25 metros/año (**Figura 8.17, Figura 8.18**) (Günther *et al.* 2013; Overduin *et al.* 2014; Fritz, Vonk y Lantuit 2017). Por lo tanto, se liberan flujos crecientes de carbono orgánico en los mares de la plataforma. En algunos lugares (Alaska), los pueblos han tenido que ser reubicados más hacia el interior.

Recuadro 8.1: Impacto en los medios de supervivencia en la región del Ártico

Los rebaños de renos (caribúes) son una parte importante de los ecosistemas del Ártico y forman parte de los medios de subsistencia de los pueblos indígenas de Alaska, el Ártico canadiense, Escandinavia y la Federación Rusa. Las comunidades de pastores de renos dependen del acceso a los pastos estacionales; sin embargo, el cambio en la estacionalidad y la extensión de los pastos como consecuencia del cambio climático, está afectando a dichas comunidades.

La minería y la extracción de recursos también juegan un papel importante en el Ártico. Las condiciones cambiantes en esta región han hecho que la construcción y el funcionamiento de las carreteras de hielo de invierno que abastecen los centros mineros sean problemáticos. El calentamiento del clima ha retrasado la congelación en otoño y ha provocado un deshielo más temprano en primavera, así como un hielo más fino durante el invierno. Esto ha provocado una reducción de las carreteras estacionales de invierno. A medida que el clima del Ártico continúe calentándose, las instituciones de cogestión se encontrarán cada vez más con la necesidad de buscar un equilibrio entre el desarrollo sostenible y la integridad sociocultural y ecológica de las tierras y los medios de subsistencia de dicha región.

Figura 8.17: Índices de erosión costera en lugares seleccionados del Ártico



Fuente: Overduin *et al.* (2014).

Figura 8.18: Estimación de la amenaza de erosión costera en el Ártico



Fuente: Lantuit, Overduin y Wetterich (2012).

8.5 Impactos principales

8.5.1 Seguridad Alimentaria

Por seguridad alimentaria se entiende la disponibilidad y el acceso adecuado de las personas a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para mantener una vida sana y activa (FAO *et al.* 2017). Las discusiones en esta sección cubren tres cuestiones fundamentales sobre los alimentos: su disponibilidad, el acceso a estos y su utilización.

Hambre y malnutrición

Una proporción considerable de los siete mil millones de personas del mundo padecen hambre y malnutrición. De estos, aproximadamente, mil millones de personas tienen dietas deficientes en energía, y cerca de mil millones de personas padecen enfermedades por exceso de energía, también denominado, el "hambre oculta" o la deficiencia de micronutrientes (Godfray y Garnett 2014). Aunque la desnutrición está disminuyendo lentamente, 155 millones de niños menores de cinco años, sobre todo en el África subsahariana y Asia meridional, siguen sufriendo un retraso en el crecimiento. Simultáneamente, un número cada vez mayor de personas sufre de sobrealimentación, ya que más de dos mil millones de adultos tienen sobrepeso y 500 millones son obesos. Más aún, el 88% de los países se enfrentan a dos o tres formas de malnutrición (Development Initiatives 2017), en donde la desnutrición y la obesidad coexisten cada vez más en los mismos hogares (FAO *et al.* 2017).

La malnutrición y los cambios en los patrones de consumo ejercen una mayor presión sobre los recursos de la tierra, lo cual repercute en que las decisiones sobre su uso sean más importantes que nunca. La mayor parte de los alimentos se obtienen de entornos terrestres, sin embargo, el 17% de la proteína animal mundial y el 6,7% de todo el consumo de proteínas proviene del pescado (FAO 2016). Aunque los costos de los alimentos han disminuido desde 2008, esta tendencia no ha sido constante (FAO 2017c), y la volatilidad se atribuye al aumento de la demanda procedente de los países en rápido desarrollo y a la competencia entre los productores de biocombustible de primera generación

(The Royal Society 2008; Godfray *et al.* 2010). La **Figura 8.19** muestra la vulnerabilidad a la seguridad alimentaria utilizando datos meteorológicos para el periodo 1981-2010 y datos socioeconómicos representativos del año 2010. Los resultados indican que en la actualidad catástrofes como las inundaciones y las sequías tienen un fuerte impacto en la seguridad alimentaria y que, como consecuencia del cambio climático, su frecuencia e intensidad pueden aumentar (Met Office Hadley Centre y World Food Programme 2018). En los países en desarrollo, la agricultura concentra alrededor del 22% de los daños y pérdidas totales causados por los peligros naturales (FAO 2015b). Aunque las catástrofes pueden impactar de forma directa los medios de subsistencia rurales, la interrupción de la producción y el desarrollo agrícola puede tener repercusiones negativas en toda la economía nacional, con efectos devastadores en la seguridad alimentaria, incluso en las zonas urbanas (**Recuadro 8.2**).

Producción sostenible de alimentos y uso eficiente

Aproximadamente, un tercio de los alimentos producidos en el mundo para el consumo humano se pierde o se desperdicia (Lipinski *et al.* 2013; United Nations Environment Programme [UNEP] 2015), junto con los recursos utilizados en su producción (tierra, energía, agua, etc.) y los impactos ambientales asociados. En el 2007, las pérdidas y el desperdicio de alimentos utilizaron casi 1.400 millones de hectáreas de tierra, lo que equivale a cerca del 28% de la superficie agrícola mundial (FAO 2013). Sobre la base de los datos de los cultivos alimentarios para el período 2005-2007, las pérdidas y el desperdicio de alimentos constituyeron el 23% del uso total de fertilizantes a nivel mundial (28 millones de toneladas/año) y el 24% del uso total de recursos de agua dulce (Kummu *et al.* 2012). Además, se estima que el 99% del desperdicio de alimentos en la fase de producción agrícola se produce en zonas en las que los suelos se enfrentan a una degradación media o fuerte de la tierra, lo que supone una mayor presión sobre estas zonas (FAO 2013, p. 47).

Aproximadamente, el 56% del total de la pérdida y el desperdicio de alimentos se produce en los países desarrollados, mientras que el 44% se origina en los países en desarrollo (Lipinski *et al.* 2013), generando en ambos casos emisiones de GEI. Así, si el despilfarro de alimentos fuera un país, este sería el tercer país emisor del mundo (FAO 2015c). En el Sur global, las pérdidas se deben principalmente a la ausencia de infraestructuras en la cadena alimentaria y a la falta de conocimientos o inversiones en técnicas de almacenamiento. En el Norte global, las pérdidas previas a la venta al por menor son menores, pero las derivadas de la venta al por menor, del servicio de alimentos y del hogar han crecido de forma dramática en los últimos años (Godfray *et al.* 2010; **Figura 8.20**).

Recuadro 8.2: La crisis de Siria: las sequías y la degradación de la tierra como factores

El conflicto sirio ha sido calificado en ocasiones como un "conflicto climático", ya que algunas de las causas fundamentales podrían remontarse a la sequía que afectó al país entre 2007 y 2010 (Kelley *et al.* 2015), una de las peores sequías de la que se tiene constancia ya que provocó la pérdida generalizada de cosechas en la región. En la República Árabe Siria, alrededor de 1,5 millones de personas de las zonas agrícolas rurales emigraron a la periferia de los centros urbanos, lo que provocó un aumento de los precios de los alimentos y, finalmente, la agitación de la población (Kelley *et al.* 2015). El gobierno no pudo proporcionar a los migrantes vivienda, empleo y oportunidades económicas. Esta combinación de factores contribuyó a una guerra cuya duración se ha prolongado durante varios años, dejando el país en ruinas, con cerca de dos tercios de sus 22 millones de habitantes desplazados.

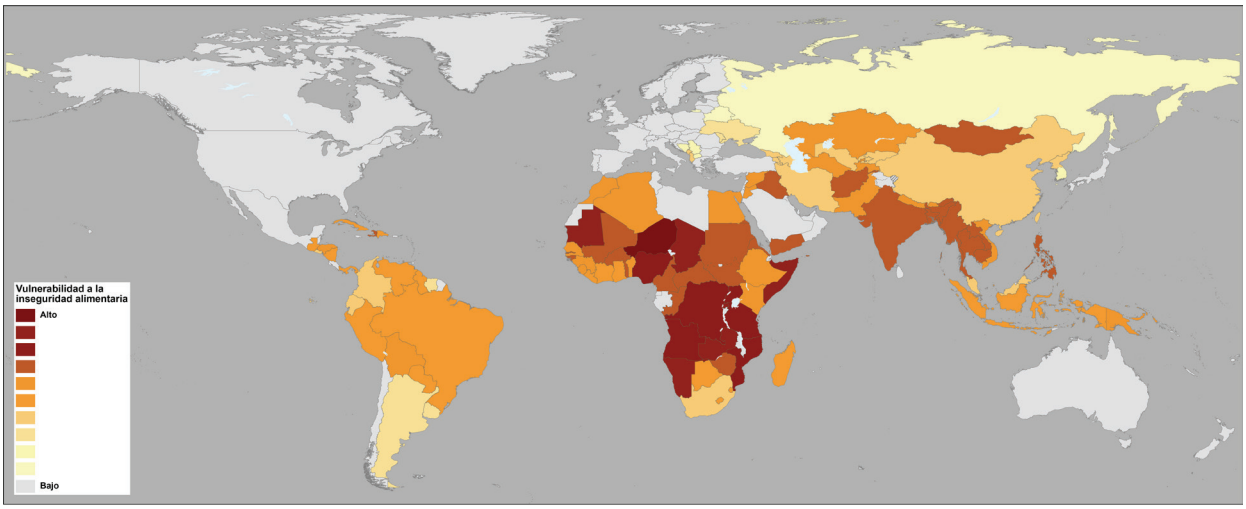
La intensificación sostenible, por ejemplo, la producción basada en la agroecología y la innovación agrícola, se promueve como estrategia de gestión sostenible de la tierra. Además, un suministro sostenible de alimentos, mantiene las contribuciones de la naturaleza a las personas, promueve la salud y la nutrición humana (Pretty, Toulmin y Williams 2011; Robinson *et al.* 2015).

Seguridad alimentaria y comercio de alimentos

El comercio internacional es cada vez más importante para satisfacer la demanda mundial de alimentos (Nelson *et al.* 2010; MacDonald *et al.* 2015). El crecimiento de la población, la urbanización y los cambios en las preferencias alimentarias han aumentado la dependencia con respecto a las importaciones de alimentos (Msangi y Rosegrant 2011; Alexandratos *et al.* 2012; Porkka *et al.* 2013). La proporción de la población mundial que vive en países con déficit alimentario aumentó del 72% en 1965 al 80% en 2005 (Porkka *et al.* 2013).

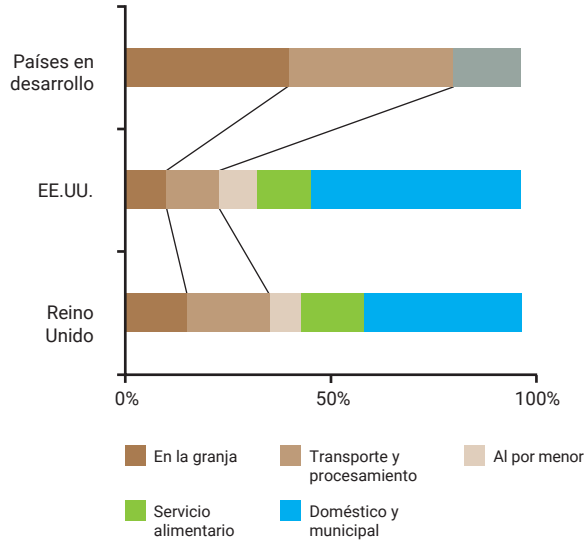
Un poco menos de una cuarta parte de todos los alimentos producidos para el consumo humano se comercializa en los mercados internacionales (D'Odorico *et al.* 2014; **Figura 8.21**).

Figura 8.19: Impactos potenciales del cambio climático en la seguridad alimentaria



Fuente: Met Office Hadley Centre y World Food Programme (2018).

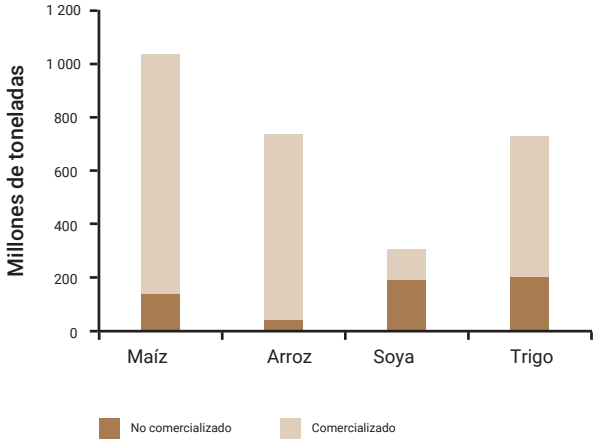
Figura 8.20: Composición del total de residuos alimentarios en los países desarrollados y en desarrollo



Las categorías de venta al por menor, servicio de alimentos y hogar y municipal (esfera gubernamental subnacional) se presentan juntas para los países en desarrollo.

Fuente: Godfray *et al.* (2010).

Figura 8.21: Cuota de volumen de la producción mundial comercializada internacionalmente en 2014

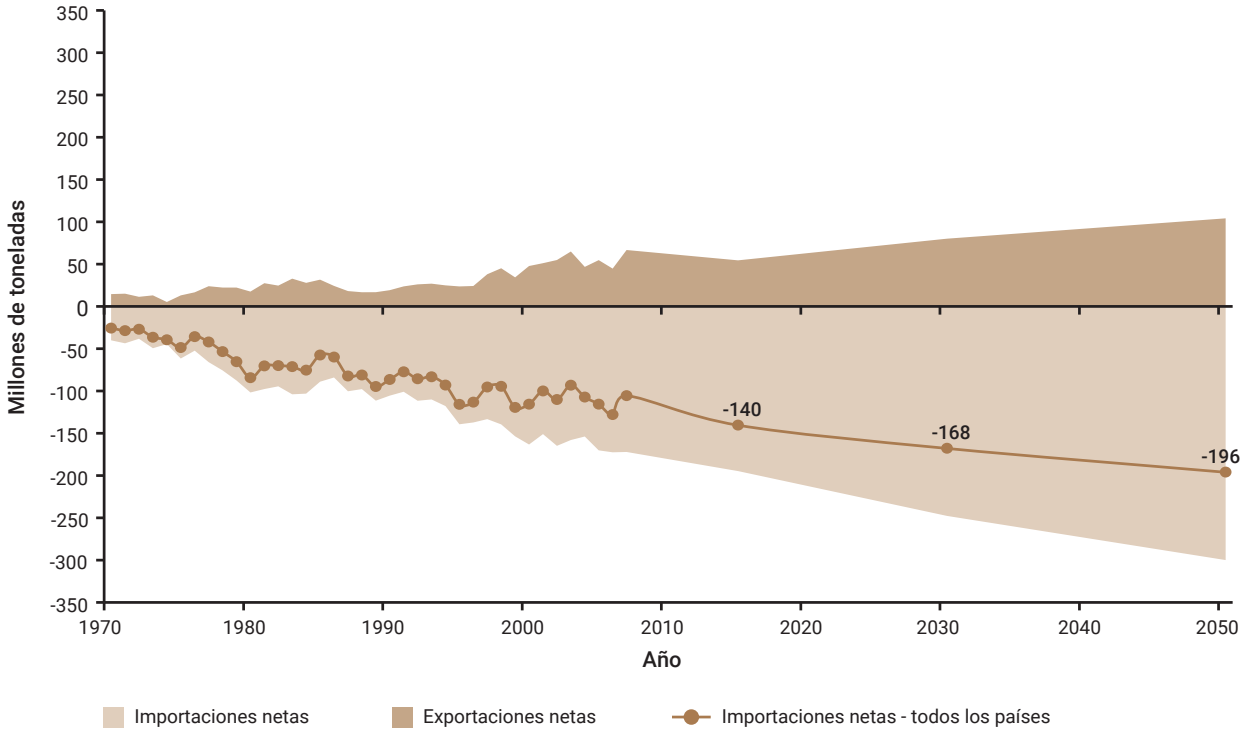


Fuente: Chatham House (2017); FAO (2017b).

Algunos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos tienen capacidad para aumentar la productividad alimentaria. Pero en otros, incluidos aquellos en los que la inseguridad alimentaria es elevada como, por ejemplo, Eritrea, Burundi y Somalia, la disponibilidad de alimentos procedentes de la producción nacional está disminuyendo y la capacidad de aumentar la producción es limitada (Fader *et al.* 2016). Por ello, la mayoría de los países en desarrollo dependen cada vez más de las importaciones para satisfacer la demanda interna, tendencia que probablemente continuará hasta 2050 (Alexandratos *et al.* 2012; **Figura 8.22**).

El suministro mundial de alimentos ha pasado a depender del creciente comercio de un pequeño número de cultivos que se producen en unas pocas regiones "granero" que están cada vez más especializadas (Khoury *et al.* 2014). Esto ha conducido a

Figura 8.22: Países en desarrollo: comercio neto de cereales (millones de toneladas)



Las importaciones netas de cereales han incrementado desde 1970 y aún se espera un aumento.

Fuente: Alexandratos *et al.* (2012).

una reducción de los precios de los alimentos, de la cual se han beneficiado los países con déficit alimentario que recurren a sus importaciones. Sin embargo, la concentración geográfica de producción aumenta el riesgo sistémico, tal y como ilustran las recientes subidas de los precios internacionales de los productos básicos debido a las malas cosechas en determinadas regiones (Puma *et al.* 2015; The Global Food Security Programme 2015). Debido al cambio climático, este tipo de acontecimientos puede ser más probable (Porter *et al.* 2014). Además, la creciente prevalencia de ciertos cultivos en el suministro mundial de alimentos ha contribuido al aumento del consumo de alimentos nutricionalmente pobres, algunos de los cuales también están altamente procesados o han sido elaborados de forma poco nutritiva, lo cual conlleva graves consecuencias para la salud humana (Khoury *et al.* 2014).

8.5.2 Salud humana y manejo de la tierra

Efectos de la minería sobre la salud

Ciertos problemas de salud humana también están asociados a la minería y al procesamiento de minerales, pues aunque estas operaciones generan empleo y proporcionan combustibles y materias primas esenciales, residuos como el plomo, afectan la calidad del aire y suponen un peligro, especialmente, para los niños quienes tienen más probabilidades de ingerirlo (Taylor *et al.* 2013b). La extracción de algunos minerales raros, como el tantalio, a menudo implica la explotación e incluso la esclavitud (Gold, Trautrims y Trodd 2015).

Los residuos mineros son uno de los mayores flujos del mundo por volumen, con el potencial de causar importantes impactos ambientales, incluido el cambio abrupto y extenso del uso de la tierra (Sonter *et al.* 2014; Murguía 2015; Hudson-Edwards 2016; Sonter *et al.* 2017). La Perspectiva Mundial sobre la Gestión de Residuos (UNEP 2015) estima que los residuos mineros ascienden al orden de los 10 a 20 mil millones de toneladas al año y es probable que estos residuos sigan creciendo, ya que las empresas están recurriendo ahora a minerales de menor ley, que suelen generar más residuos por unidad extraída. Sin embargo, los residuos mineros también deberían considerarse un recurso potencial dentro de una economía circular (Lèbre y Corder 2015). Las actividades mineras generan impactos en los ecosistemas y conducen a la contaminación del suelo. Las emisiones de polvo tóxico y radiactivo procedentes de los residuos mineros son un problema sanitario relevante en muchas partes del mundo (véase el Capítulo 5); la contaminación del agua también es consecuencia de la minería (drenaje ácido metalífero y fugas de las instalaciones de gestión de residuos) (véase el Capítulo 9) (Hudson-Edwards 2016). En muchas partes de América Latina, las actividades mineras tienen un impacto importante. Por ejemplo, se calcula que la minería artesanal del oro en la cuenca del Amazonas depositó entre 3.000 a 4.000 toneladas de mercurio a finales de la década de 1980 y principios de 1990 (Lacerda 2003). Aunque la extracción de oro se ha desplazado a otras partes de la región, la contaminación por mercurio sigue presente en muchos suelos y ríos como resultado del cambio de uso de la tierra (Lacerda, Bastos y Almeida 2012). Este mercurio también contribuye a la contaminación atmosférica.

Residuos y salud humana

La Perspectiva Mundial sobre la Gestión de Residuos indica que las ciudades generan entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos al año, cifras que, para 2030, es de esperarse que aumenten, incluso se dupliquen, en las ciudades africanas y asiáticas de menor renta (UNEP 2015). Dicho informe también estima que 3.000 millones de personas carecen de acceso a instalaciones adecuadas para la eliminación de residuos, lo que supone riesgos para la salud tales como infecciones, exposición a productos químicos, polvo, a la vez que genera impactos ambientales entre los que se encuentran la contaminación del suelo y del agua y las emisiones de GEI. Se calcula que 15 millones de personas trabajan en todo el mundo como recicladores informales, muchos de ellos en vertederos (Binion y Gutberlet 2012). Los riesgos para la salud identificados para estos trabajadores incluyen la exposición a peligros químicos, infecciones, daños musculoesqueléticos y una salud mental deficiente (Binion y Gutberlet 2012). Trabajar en grupos organizados, como las cooperativas de reciclaje de los países en desarrollo (por ejemplo, en Bolivia y Colombia), ha contribuido a reducir el flujo de residuos domésticos hacia los vertederos y ha mejorado los medios de subsistencia de los recicladores (UNEP 2015). Un paso clave para reducir los impactos ambientales y sanitarios de los residuos domésticos es pasar de considerarlos como una amenaza para la salud y el medio ambiente a incluir una perspectiva de gestión de recursos, utilizando los residuos como fuente de materias primas (UNEP 2015).

Contaminación del suelo

La salud del suelo es esencial para la vida, la seguridad alimentaria y los servicios ecosistémicos que estos proporcionan los, sin embargo, muchas sustancias químicas procedentes de fuentes industriales, urbanas y agrícolas acaban contaminando los suelos. En la mayoría de los países desarrollados, las principales causas directas de la contaminación de los lugares son la actividad industrial y comercial. La extensión de estos lugares puede variar considerablemente, desde pequeñas parcelas hasta grandes instalaciones industriales o zonas agrícolas. Los gobiernos del mundo desarrollado mantienen un inventario de lugares contaminados y rehabilitados. En Europa hay más de 2,5 millones de lugares potencialmente contaminados, de los cuales se cree que 342.000 en efecto lo están; alrededor de un tercio de estos han sido identificados e incluso, para 2014, más de 50.000 sitios fueron rehabilitados con éxito (van Liedekerke *et al.* 2014). En los Estados Unidos de América, la Lista Nacional de Prioridades del Superfondo incluye los lugares contaminados con sustancias peligrosas complejas y contaminantes (1.342 en 2016) que afectan a las aguas subterráneas o superficiales del suelo y que suponen los mayores riesgos potenciales para la salud pública y el medio ambiente (United States Environmental Protection Agency 2016). En Canadá, se han identificado más de 23.000 lugares contaminados o sospechosos (Government of Canada 2017).

Los países en desarrollo están experimentando una importante industrialización y urbanización. Por ende, en las grandes zonas urbanas, es necesario proporcionar saneamiento y drenaje, así como una gobernanza adecuada para que los residuos urbanos se eliminen adecuadamente (FAO e Intergovernmental Technical Panel on Soils [ITPS] 2015). En muchos países asiáticos, los oligoelementos contaminan el suelo y los cultivos agrícolas (Thangavel y Sridevi 2017); en muchas partes de América Latina, el uso intensivo de insumos agrícolas contribuye a la contaminación del suelo (UNEP 2010); en África, los productos agroquímicos, la minería, los vertidos y la manipulación inadecuada de los residuos han contaminado los suelos (Gzik *et al.* 2003; Kneebone y Short 2010); en Oriente Próximo y el norte de África, la contaminación del suelo se debe, principalmente, a la producción de petróleo y a la minería pesada.

Suelo y salud humana

La carga de enfermedad de la helmintiasis transmitida por el suelo (un grupo de gusanos parásitos que incluyen la anquilostomiasis, la ascariasis y la trichuriais/tripsis) es considerable, ya que afecta el desarrollo humano y el potencial cognitivo (Bartsch *et al.* 2016). Estos, por lo general, se adquieren al caminar descalzo sobre suelo contaminado por heces humanas. La infección por anquilostoma de alta intensidad afecta comúnmente tanto a niños como a adultos (Bartsch *et al.* 2016).

La tierra contiene muchos oligoelementos, que entran en la cadena alimentaria humana a través de la cría de cultivos y animales. Algunos son esenciales para la buena salud, por ejemplo, el yodo, el hierro, el selenio y el zinc; mientras que otros son perjudiciales en grandes cantidades, por ejemplo, el arsénico y el flúor (Oliver y

Gregory 2015). Los suelos de las zonas montañosas suelen tener niveles reducidos de yodo y las poblaciones humanas en dichas zonas pueden enfrentarse a mayores riesgos para la salud, ya que es probable que tengan un acceso reducido a los alimentos marinos ricos en yodo. Los fertilizantes suelen estar contaminados por cadmio, elemento no esencial para la salud humana y perjudicial en dosis elevadas (Newbigging, Yan y Le 2015).

Los efectos positivos de los suelos sanos en la salud humana están relacionados con los beneficios de la naturaleza disponibles para las personas (FAO 2015d). Por ejemplo, algunos antibióticos valiosos se han derivado de los microorganismos del suelo (Oliver y Gregory 2015).

Alimentos, productos químicos y salud humana

Los plaguicidas (definidos aquí incluyendo también los herbicidas) han generado una exposición humana casi universal a los productos químicos sintéticos, muchos de los cuales son perjudiciales e incluso mortales en dosis elevadas (Nicolopoulou-Stamati *et al.* 2016). Sin embargo, hay mucha incertidumbre sobre los efectos en la salud de la exposición crónica a los plaguicidas en dosis más bajas. Aunque la exposición humana a algunas sustancias químicas, como los organoclorados, se ha reducido en los últimos años debido a la regulación, otros compuestos sintéticos han entrado en la cadena alimentaria humana, tales como plaguicidas, edulcorantes artificiales y colorantes. Los efectos sobre la salud de estas sustancias, ya sea de forma aislada o combinada, son muy difíciles de determinar por razones que incluyen la incertidumbre en cuanto a la exposición, las diferentes tasas y tiempos de acumulación de estos compuestos, su liberación de los tejidos humanos y el desfase entre la exposición y la enfermedad. En 1990, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó en 735.000 los casos anuales de efectos crónicos, específicamente, relacionados con los plaguicidas en todo el mundo (WHO y UNEP 1990), sin embargo el uso de plaguicidas ha aumentado drásticamente desde entonces, sobre todo en los países en desarrollo, donde la laxitud de las normativas y la ausencia de mecanismos de cumplimiento exponen a millones de agricultores y trabajadores a plaguicidas capaces de causar efectos crónicos dentro de los que se incluyen: cánceres, problemas reproductivos, respiratorios, inmunológicos y neurológicos, entre muchos otros (Watts y Williamson 2015).

Existen pruebas fehacientes en los países de ingresos altos de que los grupos, ocupacionalmente, expuestos a los plaguicidas, como los agricultores, tienen tasas más altas de linfoma tipo no Hodgkins (Schinasi y León 2014); también se han relacionado tasas más altas de lo previsto de la enfermedad de Parkinson en casos de exposición laboral a los plaguicidas (Liew *et al.* 2014). Otros factores que influyen en la salud, como la edad, la desnutrición y el deterioro del estado inmunitario, también pueden interactuar con los efectos de los plaguicidas sobre la salud, pero esta cuestión está poco estudiada en la actualidad. Los efectos sobre la salud de la exposición crónica a los plaguicidas varían considerablemente en las mujeres y los hombres debido a sus diferentes fisiologías. Los datos sobre el uso (y la protección) de plaguicidas por parte de mujeres y hombres en la producción de alimentos son incompletos e incoherentes. En general y salvo por algunos de ellos (Alavanja *et al.* 2003), los hombres son menos sensibles que las mujeres a muchos plaguicidas (Hardell 2003; Watts 2007; Watts 2013). Los pesticidas y las tasas de cáncer de mama tienen una fuerte conexión (Watts 2007; Watts 2013) y las mujeres son más vulnerables que los hombres a las alteraciones endocrinas provocadas por los pesticidas (Howard 2003).

La calidad de los alimentos también puede verse afectada por la contaminación biótica, tanto microbiológica como fúngica (Gnonlonfin *et al.* 2013). Las micotoxinas, incluidas las aflatoxinas, pueden generarse cuando los cereales son dañados por la lluvia, tanto antes de la cosecha como por un mal almacenamiento y son una causa importante de cáncer de hígado en muchos entornos de bajos ingresos (Wild y Gong 2010).

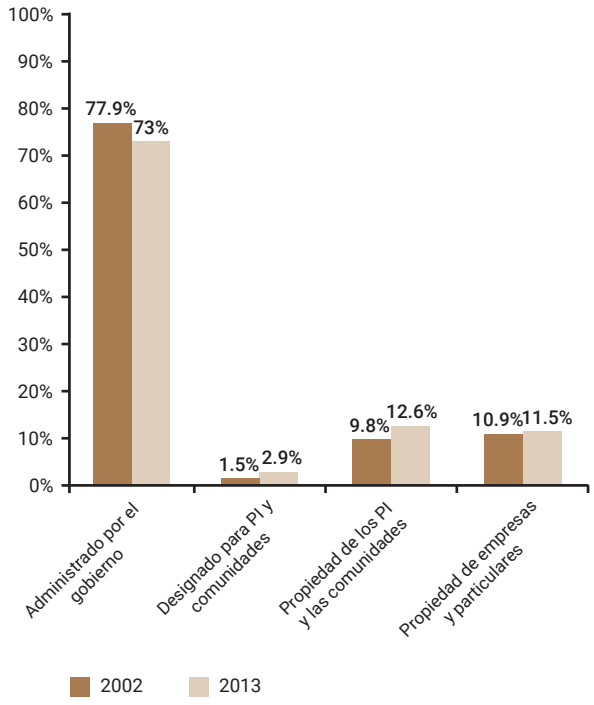
8.5.3 Seguridad de tenencia

Tenencia y acuerdos sobre la tierra

A pesar de la gran dependencia que existe sobre los recursos de la tierra, las comunidades, especialmente en el Sur global, con frecuencia carecen de la propiedad de la tierra que cultivan o tienen en común. Aunque faltan estudios científicos de gran impacto sobre los vínculos causales entre la seguridad sobre la tenencia de la tierra y la seguridad alimentaria (Ghebru y Stein 2013; Holden y Ghebru 2016; Lawry *et al.* 2017), aun existe evidencia suficiente para demostrar que la seguridad alimentaria y energética de las comunidades locales disminuye profundamente cuando pierden el acceso seguro a sus recursos de la tierra (Godfray *et al.* 2010; Muchomba 2017; Tomei y Ravindranath 2018). La tierra y la vivienda son los activos más importantes en grandes sectores del mundo. Los derechos sobre la seguridad, tanto para hombres como para mujeres, pueden ayudar a convertir estos activos en oportunidades económicas (Doss, Kieran y Kilic 2017). Esto también permite a las comunidades aprovechar los beneficios del apoyo institucional y la regulación (Dekker 2016). Las poblaciones indígenas, las personas de escasos recursos, quienes no tienen propiedad sobre la tierra y las mujeres se encuentran entre los más vulnerables a las repercusiones de la desigualdad en la propiedad y el acceso a la tierra (Narh *et al.* 2016).

Aunque se desconoce la cantidad exacta de tierras comunitarias en el mundo, las estimaciones sugieren que, a nivel mundial, aproximadamente, solo el 10% de los derechos formales sobre la tierra están registrados o inscritos (Veit y Reytar 2017). Las estimaciones indican que las comunidades locales y los pueblos indígenas dependen y gestionan entre el 50% y el 65% de la superficie terrestre del mundo (Alden Wily 2011; Pearce 2016), y sin embargo muchos gobiernos siguen reconociendo sus derechos sobre solo una fracción de estas tierras (Rights and Resources Initiative [RRI] 2015) (**Figura 8.23**).

Figura 8.23: Propiedad forestal mundial, 2002-2013 (%)



PI: Poblaciones indígenas.

Fuente: RRI (2015).

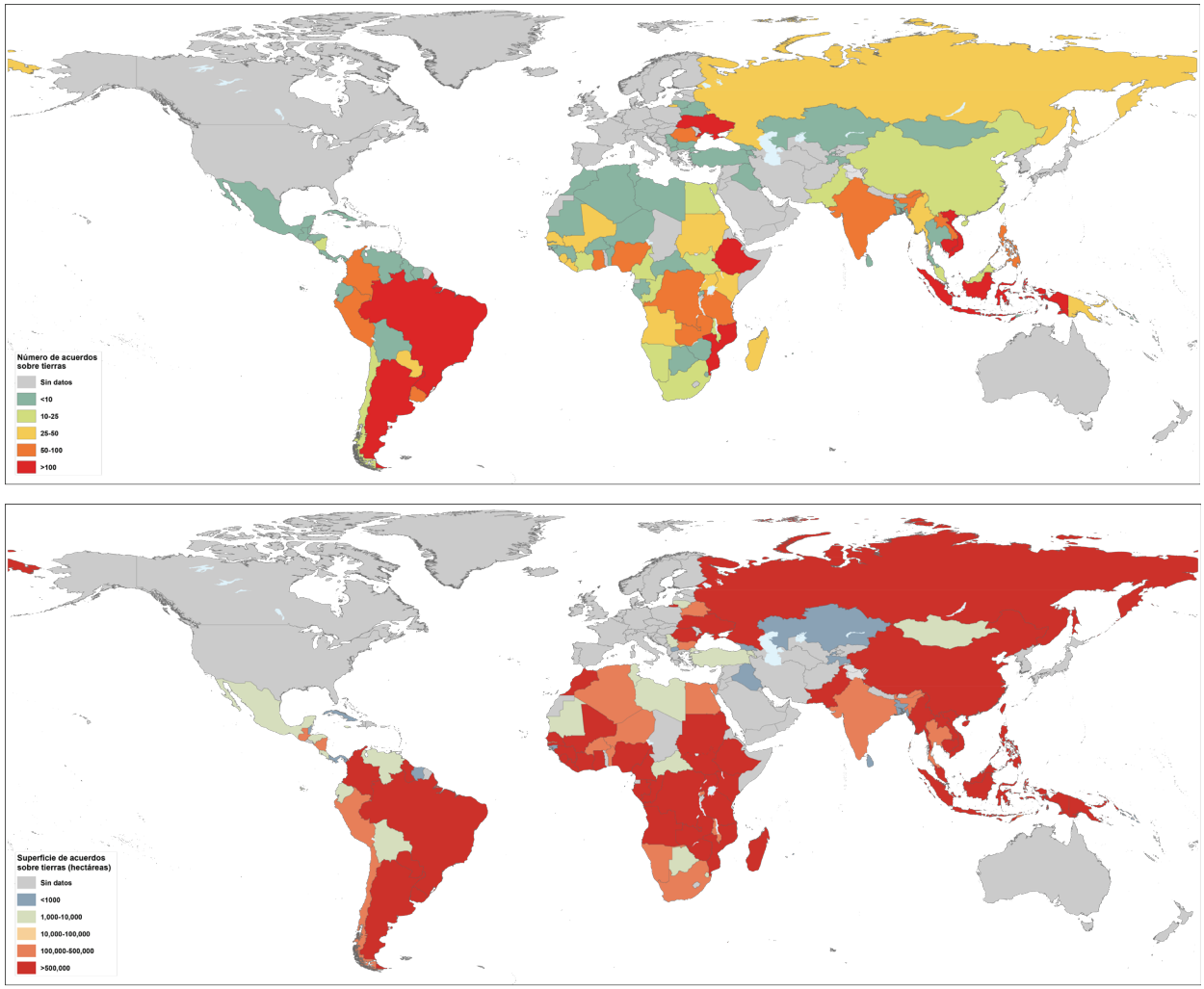
A medida que la agricultura industrial y las plantaciones de monocultivos se han expandido, la competencia por la tierra entre la industria, los gobiernos y las comunidades ha aumentado, ejerciendo presión sobre los bosques y las tierras secas, amenazando los medios de subsistencia de las poblaciones locales en algunas partes del mundo (UNCCD 2017). Sin el reconocimiento formal y la protección de sus derechos sobre la propiedad de la tierra, las comunidades de algunos países carecen de recursos legales en caso de una infracción de esos derechos. En el pasado reciente, las historias de mala gobernanza han sido objeto de atención mundial debido a los problemas de adquisición, acaparamiento y arrendamiento de tierras en medio del temor a la escasez de alimentos y al aumento de los precios de los mismos. Aunque las estimaciones varían, desde el año 2000, entre 26,7 millones de hectáreas (Nolte, Chamberlain y Giger 2016) y 42 millones de hectáreas (UNCCD 2017) de tierras agrícolas en todo el mundo han pasado a ser controladas por inversores extranjeros. Desde abril de 2016, África se considera la zona objetivo más importante, con el 42% de todos los acuerdos y 10 millones de ha (37%) (**Figura 8.24**). En este caso, la mayoría de los acuerdos involucran al sector privado, el cual se concentra en cultivos flexibles, sin embargo, es importante destacar que es poco probable que los alimentos y los biocombustibles producidos en estas tierras lleguen a las comunidades locales.

Adicionalmente, la mayoría de las adquisiciones excluyen las negociaciones con los accionistas nacionales y con las comunidades locale a pesar de que a menudo se enfocan en zonas relativamente pobladas dominadas por las tierras de cultivo.

Los estudios han demostrado que la falta de seguridad sobre la tenencia de la tierra entre las comunidades locales puede traducirse en una reducción de las inversiones en capital humano (Dekker 2016), efectos negativos en las mejoras de la tierra (Eskander y Barbier 2017), una menor productividad agrícola (Place 2009; Lawry *et al.* 2014) y una menor resiliencia en tiempos de riesgo de desastres (Unger, Zevenbergen y Bennett 2017).

Cada vez hay más evidencia de que las comunidades indígenas locales gestionan y conservan con éxito las tierras (**Recuadro 8.3**). El Instituto de Recursos Mundiales (Ding *et al.* 2016; Veit y Reytar 2017) indica que las tierras indígenas con "tenencia asegurada" generan beneficios por valor de miles de millones (y a veces billones) de dólares en forma de agua limpia, control de la erosión, secuestro de carbono, reducción de la contaminación y un conjunto de otros servicios ecosistémicos locales, regionales y mundiales (**Figura 8.25**).

Figura 8.24: Mapas mundiales de acuerdos sobre tierras, número de acuerdos sobre tierras por país (arriba), superficie de acuerdos sobre tierras por país (abajo)



Fuente: Alexandratos y Bruinsma (2012).

Recuadro 8.3: Valores culturales y conservación en Bhután

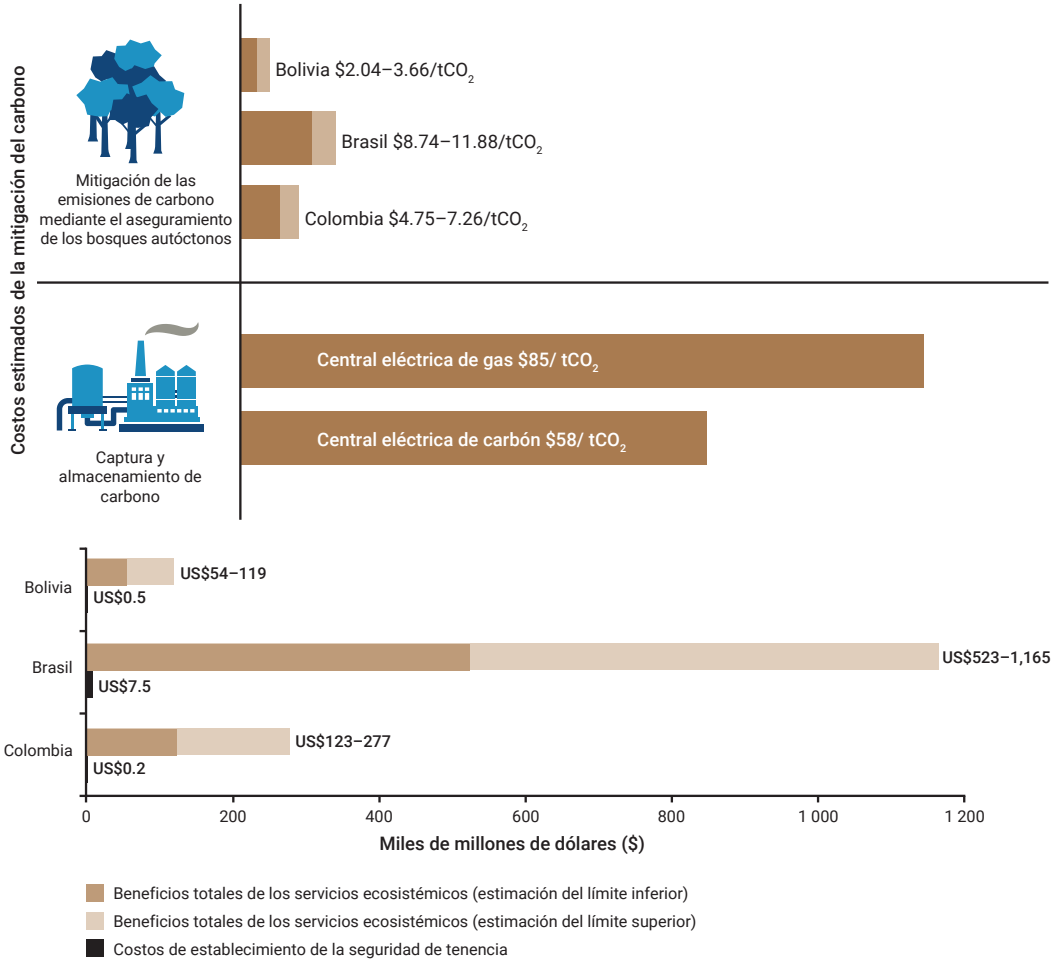
El manejo sostenible de la tierra puede promoverse reforzando los valores culturales y las instituciones consuetudinarias respetuosas del medio ambiente. En Bhután, los valores culturales cumplen una función en la protección de los servicios ecosistémicos. El budismo mahayana otorga una gran importancia a la coexistencia pacífica de las personas con la naturaleza, a la santidad de la vida y la compasión por los demás. Esto explica en gran parte la elevada proporción (71%) de la superficie terrestre de los bosques de Bhután y el hecho de que el 25% de la población de este país viva en zonas protegidas (Nkonya, Mirzabaev y Von Braun 2016). Muchos de los monasterios budistas de Bhután se encuentran en los paisajes boscosos del país.





© Darshini Ravindranath

Figura 8.25: Los beneficios de la seguridad sobre la tenencia de la tierra superan los costos en tres países latinoamericanos



Fuente: Ding *et al.* (2016).

Sin embargo, tanto los beneficios como los impactos pueden variar dependiendo de la región y del contexto debido a la compleja naturaleza de la definición y medición de la tenencia de la tierra. Por ejemplo, Eskander y Barbier (2017) concluyeron que, en Bangladesh, la seguridad en la tenencia de la tierra se asocia con mejoras en la conservación de la capa superficial del suelo. Sin embargo, también está relacionada con menores inversiones en capital humano, por ejemplo, menor gasto en actividades educativas y recreativas. Esta heterogeneidad de resultados sugiere que es necesario prestar la debida atención a condiciones macro y sectoriales más amplias, además del contexto local en el que se rigen los sistemas de tenencia.

A nivel mundial, las recomendaciones para fortalecer la gobernanza de la tierra en los países que son objeto de inversiones a gran escala se están convirtiendo en una prioridad. Los derechos de los pueblos indígenas a sus tierras y territorios se mencionan explícitamente en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (Artículos 25 y 26) (United Nations 2007).

Las Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza Responsable de la Tenencia de la Tierra (VGGT, por su sigla en inglés) de la FAO también pretende mejorar este tipo de gobernanza en todas sus formas: pública, privada, comunal, indígena, consuetudinaria e informal (FAO 2012).

La tierra y los servicios socioculturales

La tierra proporciona una serie de beneficios socioculturales y estéticos a las personas, los cuales son esenciales para unos medios de subsistencia sostenibles y saludables. La degradación de la tierra, la deforestación y la desertificación conducen a un aumento de su abandono, de emigración y de cambios en las estructuras de poder rural, debido a la creciente demanda por la intensificación, entre otras causas. Uno de los impactos clave de estos cambios ha sido la pérdida de importantes servicios socioculturales proporcionados por la tierra, lo que lleva a una disminución de la resiliencia general de la comunidad (Wilson *et al.* 2016; Wilson *et al.* 2017).

En muchos países en desarrollo, la mayoría de las personas residen en zonas rurales y dependen en gran medida de los recursos de la tierra para su subsistencia. Cultivan para alimentarse y para vender en los mercados locales; recogen forraje para su ganado; recogen leña para sus cocinas; y recolectan productos arbóreos para su salud y bienestar (Tomei y Ravindranath 2018). Aquí, el valor de la tierra es a menudo una afirmación de su identidad sociocultural, lugar y patrimonio de larga data (Tomei y Ravindranath 2018). Kelly *et al.* (2015) muestran que tradiciones antiguas, como los festivales relacionados con la conservación de los recursos madereros, alimentarios y de combustible revelan una relación profundamente arraigada entre la tierra, la cultura y la identidad. En la Unión Europea (UE), el significado recreativo y cultural de la tierra se incorpora, en cierta medida, a través de las políticas nacionales y regionales de gestión de los servicios ecosistémicos. La Estrategia de Biodiversidad de la UE 2020, que se está aplicando actualmente en toda Europa, abarca predominantemente los "paisajes culturales" (European Commission 2011; Plieninger *et al.* 2013).

A pesar de los avances en el reconocimiento de estos desafíos, la investigación sobre las tendencias y el impacto del uso de la tierra sigue estando dominada por el estudio del cambio de uso de la tierra desde la perspectiva de la productividad y rara vez reconoce y documenta las tendencias de la necesidad de conservación desde la perspectiva de las comunidades (Sharmina *et al.* 2016).

8.5.4 Desigualdad de género: tierra, salud y alimentación

La desigualdad de género existente puede contribuir a aumentar la pobreza, el desplazamiento de personas, la escasez de recursos y otros conflictos (Behrman, Meinzen-Dick y Quisumbing 2012; Verma 2014; White, Park y Mi Yong 2015). Aunque se ha avanzado en la importancia de incorporar a las mujeres para mantener la productividad de la tierra, a menudo ha sido a un nivel superficial, por ejemplo, para cumplir ciertos objetivos globales. Además, las mujeres de las sociedades agrícolas suelen tener un papel estratégico en la reducción del hambre, la malnutrición y la pobreza, ya que desempeñan un papel central en la seguridad alimentaria del hogar, la diversidad de la dieta y la salud de los niños. Los datos indican que las mujeres son mucho más propensas que los hombres a gastar los ingresos procedentes de estos recursos en las necesidades nutricionales y educativas de sus hijos (Malapit *et al.* 2015; Komatsu, Malapit y Theis 2018).

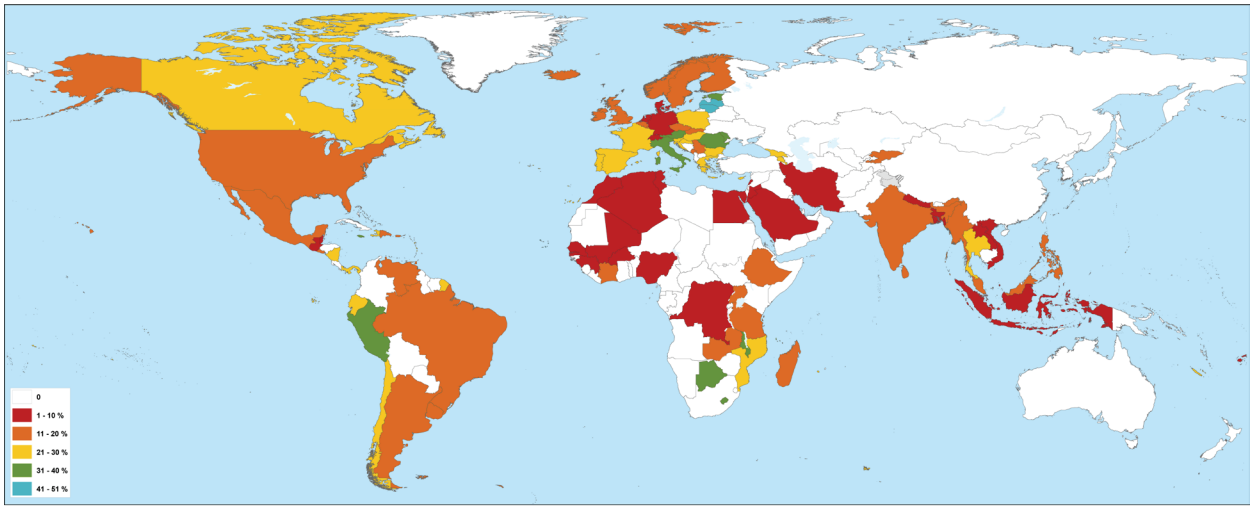
Las contribuciones agrícolas de las mujeres tienden a subestimarse o no se tienen en cuenta en las estadísticas oficiales, ya que su atención suele centrarse en el empleo formal, en la agricultura y en la agricultura comercial. No obstante, las mujeres suelen dedicarse a la agricultura de subsistencia, al cuidado de los huertos domésticos y la recolección de alimentos silvestres, siendo todas estas contribuciones esenciales para la seguridad alimentaria (UNEP 2016a). En 2011, las mujeres representaban el 43% de las personas económicamente activas en la agricultura (FAO 2011). Sin embargo, estas poseen los títulos de propiedad sobre menos del 20% de las tierras agrícolas (FAO 2010). En África, solo Cabo Verde puede informar de que las mujeres poseen más de la mitad de las explotaciones agrícolas (50,5%) (Doss *et al.* 2017). Pocas estadísticas muestran mejoras en la tenencia de la tierra por parte de las mujeres durante la década actual, especialmente, en los países del Sur global (**Figura 8.26**).

Cerrar la brecha de género en el acceso a la información y la tecnología, así como en el acceso y el control de los insumos de producción y la tierra, podría aumentar la productividad agrícola y reducir el hambre y la pobreza (Croppenstedt, Goldstein y Rosas 2013).

8.6 Respuestas políticas

Las políticas y acciones que intentan hacer frente a la degradación del medio ambiente en la tierra son innumerables. Algunas estrategias han tenido éxito o son prometedoras, por ejemplo, la restauración de tierras degradadas en lugares específicos, como el proyecto de la Gran Muralla Verde en China - véase el Capítulo 15-, estrategias de gestión sostenible como la siembra directa o el cultivo sin labranza en Australia, pago por servicios ecosistémicos como el Programa Nacional de México; mientras que los beneficios de otros no están necesariamente claros, por ejemplo, la expansión de las tierras agrícolas para la producción de cultivos flexibles y biocombustibles. Sin embargo, la mayoría de estos enfoques no consideran la variedad de beneficios que las personas obtienen de la tierra y se centran únicamente en su potencial productivo. A nivel mundial, la tierra se está convirtiendo en un recurso escaso y se comercia cada vez más con ella en lugar de tratarla como un bien común global debido a su importancia en la prestación de servicios básicos como la producción de alimentos (Creutzig 2017). Esta sección examina esta tendencia indeseable, mientras que en el Capítulo 15 de la Parte B se analizan en detalle las alternativas en materia de políticas de uso de la tierra que podrían cambiar esta trayectoria insostenible.

Figura 8.26: Distribución de las explotaciones agrícolas: mujeres



Fuente: FAO (2017d).

8.6.1 Optimismo económico y degradación de la tierra

La degradación de la tierra es un problema global clave debido a sus impactos adversos sobre el medio ambiente, la productividad agrícola y el bienestar humano. El paradigma actual de la gestión de la tierra suele considerar que las pérdidas causadas por la degradación y la mala gestión de esta pueden compensarse aumentando los insumos en la agricultura, expandiéndose a nuevas zonas y gestionando las tierras mediante estrategias de comando y control, como la sustitución de los bosques nativos por plantaciones, por ejemplo, en Chile e Indonesia. Este enfoque también considera que los problemas nutricionales y otros problemas sociales asociados desaparecerán gradualmente a medida que se expanda la producción agrícola (Rosegrant *et al.* 2001). Sin embargo, los científicos sociales y medio ambientales advierten que la mejora constante de la agrotecnología puede ofrecer a los gestores agrícolas una falsa sensación de seguridad (Eswaran, Lal y Reich 2001).

Es improbable que las tendencias actuales satisfagan las futuras demandas de alimentos, energía, madera y otros servicios de los ecosistemas, teniendo en cuenta incluso las proyecciones moderadas de disponibilidad de recursos de la tierra. Para 2050, es probable que la demanda de alimentos en todas las categorías sea un 50% mayor que la actual debido a los cambios en la dieta asociados al aumento de los ingresos y al crecimiento de la población (Tilman *et al.* 2011; Alexandratos *et al.* 2012). A nivel global, los rendimientos no están aumentando con la suficiente rapidez para satisfacer la demanda sin una expansión significativa de la superficie agrícola (Ray *et al.* 2012; Ray *et al.* 2013; Bajželj *et al.* 2014). Esto sería difícil de conciliar con la forestación a gran escala o el despliegue de la Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono (BECCS) a los niveles que se consideran necesarios para limitar el calentamiento global a menos de 2°C. Por ejemplo, Smith *et al.* (2015) estiman que la BECCS podría requerir entre 380 y 700 millones de hectáreas para finales de siglo, lo que representa hasta el 14% de la tierra agrícola mundial, para una trayectoria de 2°C.

Si se sigue por el camino actual, será difícil alcanzar el objetivo de neutralidad de la degradación de la tierra adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) en 2012. La neutralidad de la degradación de la tierra (NDT) se recoge en el ODS 15.3; su logro para 2030 se considera fundamental para alcanzar otros objetivos internacionales claves relacionados con la reducción de la pérdida de biodiversidad y la deforestación, la mejora del bienestar humano y la adaptación y mitigación del cambio climático. El cambio en el uso de la tierra, un clima más cálido, el estancamiento de los rendimientos y las prácticas agrícolas insostenibles siguen provocando una reducción de las reservas de carbono orgánico del suelo (Wiesmeier *et al.* 2016).

Aunque los científicos ofrecen estimaciones alarmantes sobre la disminución de la productividad de las tierras a nivel mundial y regional debido a la erosión del suelo y la desertificación (Nkonya, Mirzabaev y Von Braun eds. 2016), muchos economistas siguen creyendo que si la degradación de la tierra fuera un problema grave, las fuerzas del mercado lo habrían tenido en cuenta (Utuk y Daniel 2015). En otras palabras, los gestores agrícolas no hubieran dejado que sus tierras se degradaran hasta el punto de afectar a sus ingresos (Wiebe 2003). Las pérdidas de productividad acumuladas debidas a la degradación de la tierra parecen económicamente aceptables para la mayoría de los agentes agrícolas. En muchos casos, los agricultores pueden confiar en las políticas agrícolas del gobierno, por ejemplo, las subvenciones a los insumos y la maquinaria, para frenar las pérdidas asociadas a la degradación de la tierra (Jat, Sahrawat y Kassam 2013).

Sin embargo, estas políticas no son sostenibles ni en los países en desarrollo ni en los desarrollados. Las fluctuaciones del mercado de los insumos agrícolas podrían ser más volátiles que los precios de la producción. Entre 2005 y 2008, los precios de los fertilizantes subieron mucho más rápido (un 400%) que los del maíz (un 100%), alcanzando niveles

récord en 2008. En este caso, una subvención a los insumos sería ineficiente, ya que fomentaría el uso no rentable de los mismos (**Figura 8.27**) (Baltzer y Hansen 2011). El mismo estudio indica que, en Malawi, la proporción de subvenciones pasó del 79% al 91% o del 3,4% al 6,6% del PIB en 2008-2009.

En el África subsahariana (ASS), la contribución de los subsidios para fertilizantes hacia las estrategias nacionales de seguridad alimentaria sigue siendo muy controvertida (Druilhe y Barreiro-Hurlé 2012). El éxito de la Revolución Verde asiática se basó en dos cultivos alimentarios principales cultivados bajo riego, el trigo y el arroz. En los países del ASS se observa una respuesta del rendimiento a la aplicación de fertilizantes en algunos cultivos, como por ejemplo, el maíz, pero no en la mayoría de los demás cultivos básicos cultivados en zonas de secano, como son la yuca, el plátano y el ñame. En estos contextos, el uso de fertilizantes no es rentable en condiciones de mercado, especialmente en algunas zonas remotas donde los precios de la producción son demasiado bajos. Para ser eficientes, los programas agrícolas deben complementarse con otras inversiones gubernamentales en infraestructura, educación, salud y desarrollo rural (Druilhe y Barreiro-Hurlé 2012) (**Figura 8.28**).

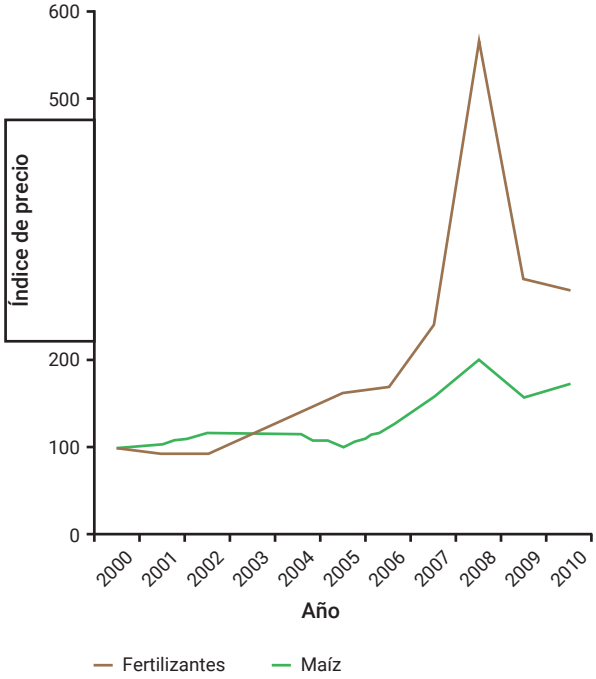
Una reducción de las subvenciones agrícolas en los países ricos habría sido positiva para los países pobres, aunque el efecto dependería de sus características económicas, comerciales y de pobreza (Boysen, Jensen y Matthews 2016). Mientras tanto, la disponibilidad de subsidios en los países ricos no supone un incentivo para adoptar estrategias innovadoras de conservación del suelo.

Durante mucho tiempo, el precio de mercado de los cultivos ha sido la norma para determinar la política de uso de la tierra. Sin embargo, se observa una nueva tendencia de creciente competencia en sus valores financieros y económicos. La especulación y el acaparamiento de tierras pueden distorsionar el valor económico real generado por estas. Con la creciente escasez de tierras, la tendencia a considerarlas como una "mercancía" no hace más que reforzarse (ELD 2013). Con lo cual, a medida que aumenten los precios de la tierra, incrementará la venta de tierras de cultivo a extranjeros con fines puramente especulativos. En consecuencia, las tierras podrían quedar ociosas durante algún tiempo, lo que provocaría una menor producción agrícola, pero también un importante costo social en caso de que esta práctica se generalice.

En la UE, las presiones inflacionistas están alimentando la especulación con la tierra y la adquisición de terrenos agrícolas. Esta rápida inflación se ha atribuido al aumento de "nuevos inversores" en tierras de cultivo, algunos de ellos con poca relación con la agricultura o la ganadería. Este proceso ha sido calificado por los activistas franceses como de "artificialización de la tierra": la pérdida de tierras agrícolas de primera calidad, la expansión de las ciudades, el desarrollo urbano, el turismo y otros emprendimientos comerciales (Borras, Franco y van der Ploeg 2013). La especulación y la "artificialización" de la tierra contribuyen a la concentración de las tierras agrícolas en la UE, al aumentar las exigencias y los obstáculos para que los futuros agricultores se dediquen a la agricultura (Kay, Peuch y Franco 2015)

Uno de los indicadores de la creciente mercantilización y comercialización de la tierra fue el reciente auge de la producción de biocombustibles. La relativa abundancia de tierras baratas y adecuadas en los países pobres y el comercio cada vez más

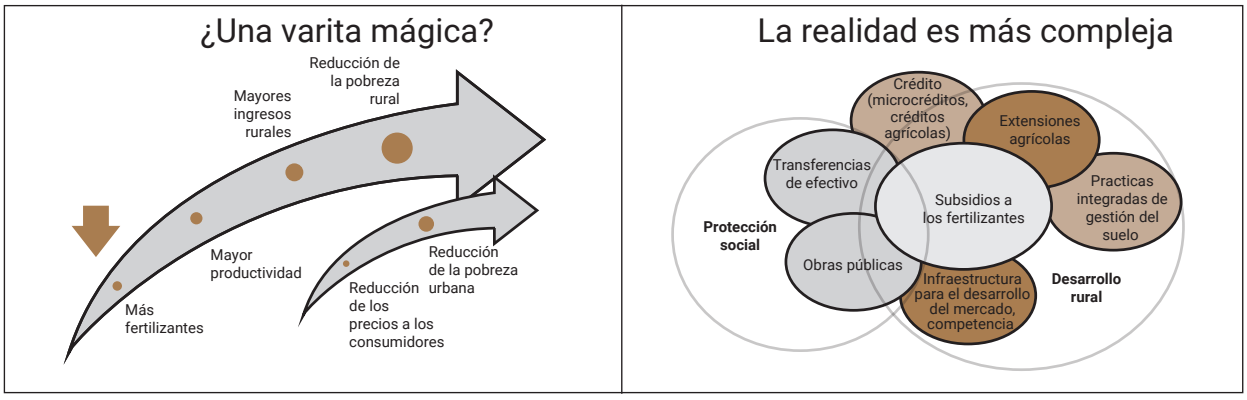
Figura 8.27: Precios de los fertilizantes y del maíz, 2000-2010



Los precios son índices reales en dólares ($) de los precios del mercado mundial.

Fuente: Baltzer y Hansen (2011).

Figura 8.28: ¿Dónde deben incluirse los subsidios?



Fuente: Druilhe y Barreiro-Hurlé (2012).

liberalizado y regímenes de inversión los convirtieron en un destino atractivo para invertir en tierras agrícolas destinadas a biocombustibles (Schoneveld y German 2014). Según algunos expertos, el auge de la producción de biocombustibles fue un factor importante en la crisis alimentaria mundial de 2007-2008 (Chakrabortty 2008).

8.6.2 Desafíos para alcanzar los ODS

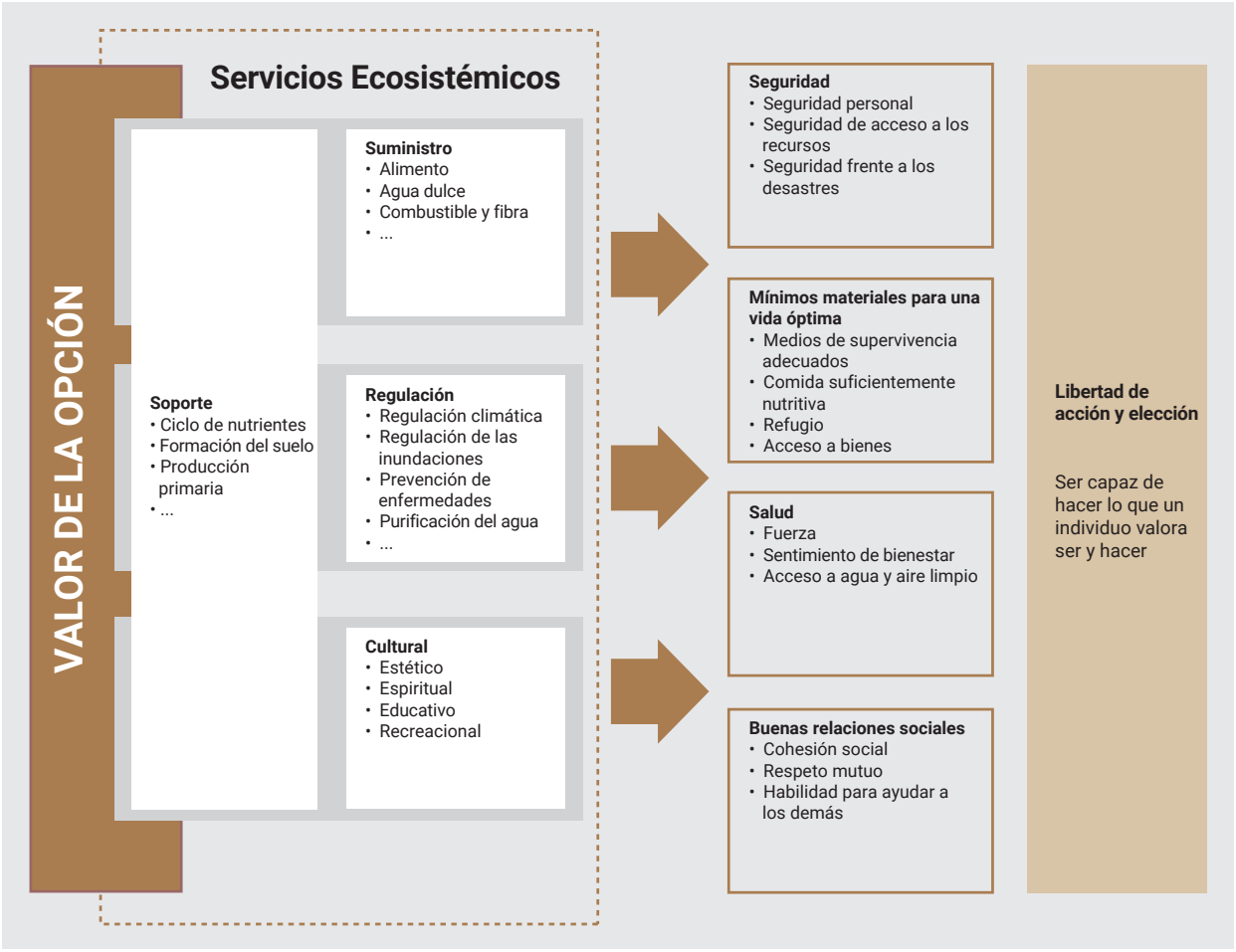
Estimar todos los beneficios económicos de la tierra no es fácil ni sencillo (UNEP 2016b). El marco de los servicios ecosistémicos puede contribuir a las evaluaciones integrales de los ecosistemas al dividir los servicios ecosistémicos proporcionados por la tierra en categorías que son interdependientes y pueden valorarse por separado (**Figura 8.29**).

La gestión actual de la tierra no puede evitar la pérdida de capital natural mientras, al mismo tiempo, preserva los servicios de los ecosistemas (por ejemplo, la retención de la humedad, el ciclo de los nutrientes), lucha contra el cambio climático (por ejemplo, el secuestro de carbono), proporciona una producción sostenible de alimentos, aborda la seguridad energética y del agua y promueve un acceso justo a la tierra (ELD 2013).

La equidad intergeneracional no se tiene necesariamente en cuenta en las estrategias actuales de gestión de la tierra, y las ganancias de productividad actuales se valoran más que la producción sostenible para el futuro. Además, la política de uso de la tierra puede no reflejar las teleconexiones que vinculan la producción y el consumo en todo el mundo. Según los enfoques actuales de la política agraria, la mayoría de los problemas que no pueden abordarse mediante el aumento de los insumos se dejan automáticamente fuera del ámbito de la política agraria. Sin embargo, este enfoque es inadecuado, ya que muchos problemas sociales, de género, de pobreza y de salud están directa o indirectamente asociados a las formas convencionales de gestión de los recursos de la tierra y a su comercio en todo el mundo.

El optimismo económico favorece la ampliación de las explotaciones debido a su eficacia económica y a la dificultad de incorporar los impactos económicos de la degradación de los recursos de la tierra. Sin embargo, maximizar el potencial de los pequeños agricultores, incluidas las mujeres y los pueblos indígenas, es esencial para la seguridad alimentaria y la nutrición adecuada y para alcanzar muchos ODS. Mundialmente, existen cerca de 570 millones de explotaciones agrícolas y el 84% de ellas operan en menos de 2 hectáreas de tierra (International

Figura 8.29: La prestación de servicios ecosistémicos a partir del capital natural: vínculos entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano



Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2003).

Food Policy Research Institute [IFPRI] 2016). Las pequeñas fincas juegan distintos papeles: miles de millones de personas obtienen sus ingresos, empleo y alimentos de estas tierras. También acogen a la mayor parte de la población subalimentada del mundo. La FAO estima que, si se elimina la desigualdad de género en el acceso a los recursos de la tierra, la producción agrícola podría aumentar entre un 2,5% y un 4%. Además, llevaría a una reducción del 12%-17% en el número de personas desnutridas en los países en desarrollo (IFPRI 2016). En las sociedades agrarias de bajos ingresos, el crecimiento agrícola es más eficaz para reducir el hambre y la pobreza que la promoción de cualquier otro sector de la economía (FAO 2015e). Si se quiere alcanzar la meta 2.3 de los ODS para 2030, la productividad agrícola de las pequeñas fincas debería aumentar simultáneamente con los ingresos de sus agricultores. Las políticas deben dirigirse, especialmente, a los productores de alimentos a pequeña escala más vulnerables, como por ejemplo, las mujeres y los pueblos indígenas, para que puedan tener un acceso garantizado al mercado y a otros medios de producción, incluidas sus necesidades materiales, informativas y financieras.

Está claro que minimizar las pérdidas y el desperdicio de alimentos tendrá importantes beneficios ambientales, sociales y económicos para apoyar la seguridad alimentaria mundial (UNEP 2015). En los casos en los que no se pueden evitar los residuos, deben explorarse las oportunidades de recuperar valor, como la conversión en compost, fertilizantes líquidos, biogás o productos de uso final de mayor valor, como proteínas para piensos o productos bioquímicos (Jayathilakan *et al.* 2012; Nguyen, Tomberlin y Vanlaerhoven 2015; UNEP 2015). Alcanzar la meta 12.3 de los ODS de reducir, para 2030, a la mitad las pérdidas y el desperdicio de alimentos per cápita en el mundo a nivel minorista y del consumidor y reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha, requerirá una intervención y un compromiso significativos, pero también diversas estrategias, ya que las razones de las pérdidas y el desperdicio ya mencionados, y el área dentro de la cadena de suministro de alimentos donde estas se producen, difieren entre los países desarrollados y en desarrollo (FAO 2015c).

Referencias

Addison, J., Friedel, M., Brown, C., Davies, J. y Waldron, S. (2012). A critical review of degradation assumptions applied to Mongolia's Gobi Desert. *The Rangeland Journal* 34(2), 125-137. https://doi.org/10.1071/RJ11013.

Aide, T.M., Clark, M.L., Grau, H.R., López-Carr, D., Levy, M.A., Redo, D. *et al.* (2013). Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001-2010). *Biotropica* 45(2), 262-271. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00908.x.

Alavanja, M.C.R., Samanic, C., Dosemeci, M., Lubin, J., Tarone, R., Lynch, C.F. *et al.* (2003). Use of agricultural pesticides and prostate cancer risk in the Agricultural Health Study cohort. *American Journal of Epidemiology* 157(9), 800-814. https://doi.org/10.1093/aje/kwg040.

Alden Wily, L. (2011). *The Tragedy of Public Lands: The Fate of The Commons Under Global Commercial Pressure.* International Land Coalition. http://www.landcoalition.org/sites/default/files/documents/resources/WILY_Commons_web_11.03.11.pdf.

Alexandratos, N. y Bruinsma, J., (2012). World agriculture: Towards 2030/2050. The 2012 Revision. Rome: Food and Agriculture Organization. http:// www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf.

Anyamba, A. y Tucker, C.J. (2005). Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981–2003. *Journal of Arid Environments* 63(3), 596-614. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.007.

Asociación Pro Derechos Humanos (Aprodeh), Broederlijk Delen, Colectivo de Abogados José Álvaro Restrepo, Centro de Documentación e Información Bolivia and Comisión Ecuménica de Derechos Humanos (2018). *Abusos De Poder Contra Defensores Y Defensoras De Los Derechos Humanos, Del Territorio Y Del Ambiente: Informe Sobre Extractivismo Y Derechos En La Región Andina.* Bogota. http://www.broederlijkdelen.be/sites/default/files/downloads/andesrapport_2018_lr.pdf.

Awumbila, M. (2017). *Drivers of Migration and Urbanization in Africa: Key Trends and Issues.* New York, NY: United Nations. http://www.un.org/en/development/desa/population/events/pdf/expert/27/presentations/III/presentation-Awunbila-final.pdf.

Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E. *et al.* (2014). Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change* 4, 924-929. https://doi.org/10.1038/nclimate2353.

Baltzer, K. y Hansen, H. (2011). *Evaluation Study Agricultural input subsidies in Sub-Saharan Africa.*

Copenhagen: Institute of Food and Resource Economics. https://www.oecd.org/derec/49231998.pdf.

Bartsch, S.M., Hotez, P.J., Asti, L., Zapf, K.M., Bottazzi, M.E., Diemert, D.J. *et al.* (2016). The global economic and health burden of human hookworm infection. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 10(9), e0004922. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004922.

Behnke, R. y Mortimore, M. (eds.) (2016). *The End of Desertification? Disputing Environmental Change in the Drylands*. Heidelberg: Springer Berlin. https://www.springer.com/gp/ book/9783642160134.

Behrman, J., Meinzen-Dick, R. y Quisumbing, A. (2012). The gender implications of large-scale land deals. *Journal of Peasant Studies* 39(1), 49-79. https://doi.org/10.1080/03066150.2011.652621.

Benton, T.G., Vickery, J.A. y Wilson, J.D. (2003). Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution* 18(4), 182-188. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00011- 9.

Bergmann, L. y Holmberg, M. (2016). Land in motion. *Annals of the American Association of Geographers* 106(4), 932-956. https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1145537.

Bestelmeyer, B.T., Okin, G.S., Duniway, M.C., Archer, S.R., Sayre, N.F., Williamson, J.C. *et al.* (2015). Desertification, land use, and the transformation of global drylands. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13(1), 28-36. https://doi.org/10.1890/140162.

Binion, E. y Gutberlet, J. (2012). The effects of handling solid waste on the wellbeing of informal and organized recyclers: A review of the literature. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 18(1), 43-52. https://doi.org/10.1179/1077352512Z.0000000001.

Bisaro, A., Kirk, M., Zdruli, P. y Zimmermann, W. (2014). Global drivers setting desertification research priorities: Insights from a stakeholder consultation forum. *Land Degradation & Development* 25(1), 5-16. https://doi.org/10.1002/ldr.2220.

Borras, S., Franco, J. y van der Ploeg, J. (2013). Land concentration, land grabbing and people's struggles in Europe: Introduction to the collection of studies. En *Land Concentration, Land Grabbing and People's Struggles in Europe.* Amsterdam: Transnational Institute. chapter 1. 6-30. https://www.tni.org/files/download/land_in_europe-jun2013.pdf

Borras, S.M., Franco, J.C., Gómez, S., Kay, C. y Spoor, M. (2012). Land grabbing in Latin America and the Caribbean. *The Journal of Peasant Studies* 39(3-4), 845-872. https://doi.org/10.1080/03066150.2012.679931.

Boysen, O., Jensen, H.G. y Matthews, A. (2016). Impact of EU agricultural policy on developing countries: A Uganda case study. *The Journal of International Trade & Economic Development* 25(3), 377-402. https://doi.org/10.1080/09638199.2015.1069884.

Brenner, N. y Schmid, C. (2014). The 'Urban Age' in Question. *International Journal of Urban and Regional Research* 38(3), 731-755. https://doi.org/10.1111/1468-2427.12115.

Butler, R. (2017). *Amazon destruction*. [https://rainforests.mongabay.com/amazon/amazon_destruction.html.

Carlson, K.M., Curran, L.M., Asner, G.P., Pittman, A.M., Trigg, S.N. y Marion Adeney, J. (2012). Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. *Nature Climate Change* 3, 283-287. https://doi.org/10.1038/nclimate1702.

Cassidy, E.S., West, P.C., Gerber, J.S. y Foley, J.A. (2013). Redefining agricultural yields: From tonnes to people nourished per hectare. *Environmental Research Letters* 8(3). https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/034015.

Chakrabortty, A. (2008). 'Secret report: Biofuel caused food crisis'. *The Guardian* 3 July 2008 https://www.theguardian.com/environment/2008/jul/03/biofuels.renewableenergy.

Chatham House (2017). *Exploring interdependencies in global resource trade.* [Chatham House https://resourcetrade.earth/.

Cherlet, M., Reynolds, J., Hutchinson, C., Hill, J. y von Maltitz, G. (eds.) (2018). *World Atlas of Desertification: Rethinking Land Degradation and Sustainable Land Management.* 3rd edn. Luxembourg. https://wad.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/atlas_pdf/JRC_WAD_fullVersion.pdf.

Chin, A. (2018). Notes from the field: The value of observational data and natural history. *Pacific Conservation Biology* 24(1). https://doi.org/10.1071/PCv24n1_ED.

Creutzig, F. (2017). Govern land as a global commons. *Nature* 546(7656), 28-29. https://doi.org/10.1038/546028a.

Croppenstedt, A., Goldstein, M. y Rosas, N. (2013). Gender and agriculture inefficiencies, segregation, and low productivity traps. *World Bank Research Observe* 28(1), 79-109. http://hdl.handle.net/10986/19493.

de Jong, R., de Bruin, S., de Wit, A., Schaepman, M.E. y Dent, D.L. (2011). Analysis of monotonic greening and browning trends from global NDVI time-series. *Remote Sensing of Environment* 115(2), 692-702. https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.10.011.

de Ruiter, H., Macdiarmid, J.I., Matthews, R.B., Kastner, T., Lynd, L.R. y Smith, P. (2017). Total global agricultural land footprint associated with UK food supply 1986–2011. *Global Environmental Change* 43, 72-81. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.01.007.

Dekker, H.A.L. (2016). *The Invisible Line: Land Reform, Land Tenure Security, and Land Registration.* Routledge. https://www.crcpress.com/The-Invisible-Line-Land-Reform-Land-Tenure-Security-and-Land-Registration/Dekker/p/book/9781138258709.

Development Initiatives (2017). *Global Nutrition Report 2017: Nourishing the SDGs.* Bristol. https://www.gainhealth.org/wp-content/uploads/2017/11/GNR-Report_2017.pdf.

Ding, H., Veit, P.G., Blackman, A., Gray, E., Reytar, K., Altamirano, J.C. *et al.* (2016). *Climate Benefits, Tenure Costs. The Economic Case for Securing Indigenous Land Rights in the Amazon.* World Resources Institute (WRI) Washington, DC. http://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/Climate_Benefits_Tenure_Costs.pdf.

D'Odorico, P., Carr, J.A., Laio, F., Ridolfi, L. y Vandoni, S. (2014). Feeding humanity through global food trade. *Earth's Future* 2, 458-469. https://doi.org/10.1002/2014EF000250.

Doss, C., Kieran, C. y Kilic, T. (2017). *Measuring Ownership, Control, and Use of Assets.* World Bank Policy Research Working Paper. Washington, DC: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/934731500383137028/pdf/WPS8146.pdf.

Druilhe, Z. y Barreiro-hurlé, J. (2012). *Fertilizer Subsidies in Sub-Saharan Africa.* Rome: Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/3/a-ap077e.pdf.

Eskander, S.M.S.U. y Barbier, E.B. (2017). Tenure security, human capital and soil conservation in an overlapping generation rural economy. *Ecological Economics* 135, 176-185. https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2017.01.015.

Eswaran, H., Lal, R. y Reich, P.F. (2001). *Land degradation: An overview*. [United States Department of Agriculture https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/?cid=nrcs142p2_054028.

European Commission (2011). *Our Life Insurance, Our Natural Capital: An EU Biodiversity Strategy To 2020.* Brussels. http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP_resolution_april2012.pdf.

European Space Agency (2015). *Land cover*. [https://www.esa-landcover-cci.org/ (Consultado: 7 de noviembre de 2018).

Fader, M., Rulli, M.C., Carr, J., Dell'Angelo, J., D'Odorico, P., Gephart, J.A. *et al.* (2016). Past and present biophysical redundancy of countries as a buffer to changes in food supply. *Environmental Research Letters* 11, 055008. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/5/055008.

Fensholt, R., Langanke, T., Rasmussen, K., Reenberg, A., Prince, S.D., Tucker, C. *et al.* (2012). Greenness

in semi-arid areas across the globe 1981–2007 — an Earth Observing Satellite based analysis of trends and drivers. *Remote Sensing of Environment* 121, 144-158. https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.01.017.

Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. (2007). Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use. *Journal of Industrial Ecology* 12(5-6), 806-807. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2008.00091_4.x.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M. *et al.* (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337-342. https://doi.org/10.1038/nature10452.

Food and Agriculture Organization and Intergovernmental Technical Panel on Soils (2015). *Status of the World's Soil Resources.* Rome: Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf.

Food and Agriculture Organization, International Fund for Agricultural Development, United Nations Children's Fund, World Food Programme and World Health Organization (2017). *The State of Food Security and Nutrition in the World.* Rome. http://www.fao.org/3/a-I7695e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). *How to Feed the World in 2050.* Rome. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *Gender and Land Rights: Understanding Complexities, Adjusting Policies.* Rome. http://www.fao.org/docrep/012/al059e/al059e00.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). *The Role of Women in Agriculture.* ESA Working Paper. Rome: Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/docrep/013/am307e/am307e00.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2012). *Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security of Tenure.* Rome. http://www.fao.org/docrep/016/i2801e/i2801e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources. Summary Report.* Rome. http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015a). *Global Forest Resources Assessment 2015.* Rome: Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/3/a-i4808e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015b). *Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction.* Rome: Food and Agriculture Organization. http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015c). *Food Wastage Footprint and Climate Change.* Rome. http://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015d). *Healthy Soils are the Basis for Healthy Food Production.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i4405e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015e). *FAO and the 17 Sustainable Development Goals.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i4997e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to Food Security and Nutrition for all.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017a). *The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017b). *Food and agriculture data.* http://www.fao.org/faostat/en/#home.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017c). *FAO Food Price Index*. [Food and Agriculture Organization http://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/ (Consultado: 19 de diciembre de 2017).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017d). *Gender and land rights database.* http://www.fao.org/gender-landrights-database/en/ (Consultado: 11 de abril de 2018).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *Land & water*. [http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/gladis/en/.

Fritz, M., Vonk, J.E. y Lantuit, H. (2017). Collapsing Arctic coastlines. *Nature Climate Change* 7, 6-7. https://doi.org/10.1038/nclimate3188.

Ghebru, H. y Stein, H. (2013). *Links Between Tenure Security and Food Security: Evidence from Ethiopia.* Washington, DC: International Food Policy Research Institute. http://www.ifpri.org/cdmref/p15738coll2/id/127861/filename/128072.pdf.

Gnonlonfin, G.J.B., Hell, K., Adjovi, Y., Fandohan, P., Koudande, D.O., Mensah, G.A. *et al.* (2013). A review on aflatoxin contamination and its implications in the developing world: A sub-saharan African perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53(4), 349-365. https://doi.org/10.1080/10408398.2010.535718.

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F. *et al.* (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327(5967), 812-818. https://doi.org/10.1126/science.1185383.

Godfray, H.C.J. y Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369(1639), 20120273-20120273. https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273.

Gold, S., Trautrims, A. y Trodd, Z. (2015). Modern slavery challenges to supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal* 20(5), 485-494. https://doi.org/10.1108/SCM-02- 2015-0046.

Gourdji, S.M., Sibley, A.M. y Lobell, D.B. (2013). Global crop exposure to critical high temperatures in the reproductive period: Historical trends and future projections. *Environmental Research Letters* 8(2). https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024041.

Government of Canada (2017). *Federal contaminated sites inventory.* [https://www.tbs-sct.gc.ca/fcsi-rscf/home-accueil-eng.aspx.

Graesser, J., Aide, T.M., Grau, H.R. y Ramankutty, N. (2015). Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters* 10(3), 034017. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017.

Groenewegen, P.P., van den Berg, A.E., de Vries, S. y Verheij, R.A. (2006). Vitamin G: effects of green space on health, well-being, and social safety. *BMC Public Health* 6(149), 149. https://doi.org/10.1186/1471-2458-6-149.

Günther, F., Overduin, P.P., Sandakov, A.V., Grosse, G. y Grigoriev, M.N. (2013). Short- and long-term thermo-erosion of ice-rich permafrost coasts in the Laptev Sea region. *Biogeosciences* 10, 4297-4318. https://doi.org/10.5194/bg-10-4297-2013.

Gzik, A., Kuehling, M., Schneider, I. y Tschochner, B. (2003). Heavy metal contamination of soils in a mining area in South Africa and its impact on some biotic systems. *Journal of Soils and Sediments* 3(1), 29-34. https://doi.org/10.1007/BF02989466.

Haberl, H. (2015). Competition for land: A sociometabolic perspective. *Ecological Economics* 119, 424-431. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.10.002.

Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Martinez-Alier, J. y Winiwarter, V. (2011). A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation. *Sustainable Development* 19(1), 1-14. https://doi.org/10.1002/sd.410.

Han, D., Wiesmeier, M., Conant, R.T., Kühnel, A., Sun, Z., Kögel-Knabner, I. *et al.* (2018). Large soil organic carbon increase due to improved agronomic management in the North China Plain from 1980s to 2010s. *Global Change Biology* 24, 987-1000. https://doi.org/10.1111/gcb.13898.

Hardell, L. (2003). Environmental Organochlorine Exposure and the Risk for Breast Cancer. En *Silent Invaders : Pesticides, Livelihoods, and Women's Health.* Jacobs, M. y Dinham, B. (eds.). London: Zed Books. chapter 16. 342. http://press.uchicago.edu/ucp/books/book/distributed/S/bo20852234.html

Henders, S. y Ostwald, M. (2014). Accounting methods for international land-related leakage and distant deforestation drivers. *Ecological Economics* 99, 21-28. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.01.005.

Holden, S.T. y Ghebru, H. (2016). Land tenure reforms, tenure security and food security in poor agrarian economies: Causal linkages and research gaps. *Global Food Security* 10, 21-28. https://doi.org/10.1016/J.GFS.2016.07.002.

Holmes, M., Hughes, R., Jones, G., Sturman, V., Whiting, M., Wiltshire, J. *et al.* (2013). *A 2020 Vision for the Global Food System.* World Wide Fund for Nature. https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2013-04/2020vision_food_report_feb2013.pdf.

Howard, J.M. (2003). Measuring Gender Differences in Response to Pesticide Exposure. En *Silent Invaders : Pesticides, Livelihoods, and Women's Health.* Jacobs, M. y Dinham, B. (eds.). London: Zed Books. chapter 13. http://press.uchicago.edu/ucp/books/book/distributed/S/bo20852234.html

Hudson-Edwards, K. (2016). Tackling mine wastes. *Science* 352(6283), 288-290. https://doi.org/10.1126/science.aaf3354.

Inostroza, L., Baur, R. y Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. *Journal of Environmental Management* 115, 87-97. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.007.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Parte A: Aspectos mundiales y sectoriales. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.* Intergovernmental Panel on Climate Change. 1132. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment- report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018). *Summary for Policymakers of the Assessment Report on Land Degradation and Restoration of the Intergovernmental Science- Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.* Scholes, R.J., Montanarella, L., Brainich, E., Brainich, E., Barger, N., ten Brink, B. *et al.* (eds.). Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_3bi_ldr_digital.pdf?file=1&type=node&id=28335.

International Food Policy Research Institute (2016). *Global Food Policy Report.* Washington, DC: International Food Policy Research Institute. http://www.ifpri.org/cdmref/p15738coll2/id/130207/filename/130418.pdf.

Jat, R., Sahrawat, K. y Kassam, A. (eds.) (2013). *Conservation Agriculture: Global Prospects and Challenges.* Wallingford: CABI. https://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20133423246.

Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K. y Bawa, A.S. (2012). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: A review. *Journal of food science and technology* 49(3), 278-293. https://doi.org/10.1007/s13197-011-0290-7.

Jones, A., Panagos, P., Barcelo, S., Bouraoui, F., Bosco, C., Dewitte, O. *et al.* (2012). *The State of Soil in Europe.* Copenhagen: European Environment Agency. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC68418/lbna25186enn.pdf.

Kay, S., Peuch, J. y Franco, J. (2015). *Extent of Farmland Grabbing in the EU.* Brussels: European Parliament. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/540369/IPOL_STU(2015)540369_EN.pdf.

Kelley, C.P., Mohtadi, S., Cane, M.A., Seager, R. y Kushnir, Y. (2015). Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(11), 3241-3246. https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112.

Kelly, C., Ferrara, A., Wilson, G.A., Ripullone, F., Nolè, A., Harmer, N. *et al.* (2015). Community resilience and land degradation in forest and shrubland socio-ecological systems: Evidence from Gorgoglione, Basilicata, Italy. *Land Use Policy* 46, 11-20. https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2015.01.026.

Kennedy, C. y Hoornweg, D. (2012). Mainstreaming urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology* 16(6), 780-782. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00548.x.

Khan, S. y Hanjra, M.A. (2008). Sustainable land and water management policies and practices: A pathway to environmental sustainability in large irrigation systems. *Land Degradation & Development* 19(5), 469-487. https://doi.org/10.1002/ldr.852.

Khoury, C.K., Bjorkman, A.D., Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis, A. *et al.* (2014). Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111(11), 4001-4006. https://doi.org/10.1073/pnas.1313490111.

Kneebone, P. y Short, D. (2010). *Soil Contamination in West Africa.* London: Shift Soil Remediation. https://www.scribd.com/doc/71599035/Soil-Contamination-in-West-Africa.

Koh, L.P., Miettinen, J., Liew, S.C. y Ghazoul, J. (2011). Remotely sensed evidence of tropical peatland conversion to oil palm. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(12), 5127- 5132. https://doi.org/10.1073/pnas.1018776108.

Komatsu, H., Malapit, H.J.L. y Theis, S. (2018). Does women's time in domestic work and agriculture affect women's and children's dietary diversity? Evidence from Bangladesh, Nepal, Cambodia, Ghana, and Mozambique. *Food Policy* 79, 256–270. https://doi.org/10.1016/J. FOODPOL.2018.07.002.

Kosmas, C., Kairis, O., Karavitis, C., Ritsema, C., Salvati, L., Acikalin, S. *et al.* (2014). Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: Methodological approach. *Environmental Management* 54(5), 951-970. https://doi.org/10.1007/s00267-013-0109-6.

Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O. y Ward, P.J. (2012). Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Science of The Total Environment* 438, 477-489. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.092.

Lacerda, L.D., Bastos, W.R. y Almeida, M.D. (2012). The impacts of land use changes in the mercury flux in the Madeira River, Western Amazon. *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias* 84(1), 69-78. https://doi.org/10.1590/S0001-37652012000100007.

Lacerda, L.D.D. (2003). Updating global Hg emissions from small-scale gold mining and assessing its environmental impacts. *Environmental Geology* 43(3), 308-314. https://doi.org/10.1007/s00254-002-0627-7.

Lantuit, H., Overduin, P.P. y Wetterich, S. (2012). Arctic Coastal erosion: A review. *Tenth International Conference on Permafrost, Salekhard, Russia.* Salekhard, 25 June - 29 June 2012. http://epic.awi.de/30700/

Lawry, S., Samii, C., Hall, R., Leopold, A., Hornby, D. y Mtero, F. (2014). The impact of land property rights interventions on investment and agricultural productivity in developing countries: A systematic review *Campbell Systematic Reviews* 2014(1). https://doi.org/10.4073/csr.2014.1.

Lawry, S., Samii, C., Hall, R., Leopold, A., Hornby, D. y Mtero, F. (2017). The impact of land property rights interventions on investment and agricultural productivity in developing countries: A systematic review. *Journal of Development Effectiveness* 9(1), 107. https://doi.org/10.1080/19439342.2016.1160947.

Le, Q.B., Nkonya, E. y Mirzabaev, A. (2016). Biomass Productivity-Based Mapping of Global Land Degradation Hotspots. En *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development.* Nkonya, E., Mirzabaev, A. y von Braun, J. (eds.). Cham: Springer International Publishing. chapter 4. 55-84. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%

2F978-3-319-19168-3_4.pdf

Lèbre, É. y Corder, G. (2015). Integrating industrial ecology thinking into the management of mining waste. *Resources* 4(4), 765-786. https://doi.org/10.3390/resources4040765.

Liew, Z., Wang, A., Bronstein, J. y Ritz, B. (2014). Job exposure matrix (jem)-derived estimates of lifetime occupational pesticide exposure and the risk of parkinson's disease. *Archives of Environmental and Occupational Health* 69(4), 241-251. https://doi.org/10.1080/19338244.2013.778808.

Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R. y Searchinger, T. (2013). *Reducing Food Loss and Waste.* Washington, DC: World Resources Institute (WRI) http://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/reducing_food_loss_and_waste.pdf.

Lobell, D.B. y Gourdji, S.M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity. *Plant Physiology* 160(4), 1686-1697. https://doi.org/10.1104/pp.112.208298.

Lobell, D.B., Schlenker, W. y Costa-Roberts, J. (2011). Climate trends and global crop production since 1980. *Science* 333(5042), 616-620. https://doi.org/10.1126/science.1204531.

Lovejoy, T.E. y Nobre, C. (2018). Amazon tipping point. *Science Advances* 4(2). https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2340.

MacDonald, G.K., Brauman, K.A., Sun, S., Carlson, K.M., Cassidy, E.S., Gerber, J.S. *et al.* (2015). Rethinking agricultural trade relationships in an era of globalization. *BioScience* 65(3), 275-289. https://doi.org/10.1093/biosci/biu225.

Machovina, B., Feeley, K.J. y Ripple, W.J. (2015). Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. *Science of The Total Environment* 536, 419-431. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.022.

Malapit, H.J.L., Kadiyala, S., Quisumbing, A.R., Cunningham, K. y Tyagi, P. (2015). Women's empowerment mitigates the negative effects of low production diversity on maternal and child nutrition in Nepal. *The Journal of Development Studies* 51(8), 1097–1123. https://doi.org/10.1080/00220388.2015.1018904.

McGrath, J.M. y Lobell, D.B. (2013). Regional disparities in the CO_2 fertilization effect and implications for crop yields. *Environmental Research Letters* 8(1). https://doi.org/10.1088/1748- 9326/8/1/014054.

Met Office Hadley Centre and World Food Program (2018). *Food insecurity: Climate change – met office.* [https://www.metoffice.gov.uk/food-insecurity-index/ (Consultado: 11 de abril de 2018).

Metternicht, G.I. y Zinck, J.A. (2003). Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. *Remote Sensing of Environment* 85(1), 1-20. https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00188-8.

Millennium Ecosystem Assessment (2003). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment.* Washington, DC: Island Press. http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf.

Millennium Ecosystem Assessment (2004). *Living Beyond Our Means: Natural Assets and Human Well-being.* Washington, DC. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.429.aspx.pdf.

Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C. y Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security* 14, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001.

Msangi, S. y Rosegrant, M. (2011). World Agriculture in a Dynamically Changing Environment: IFPRI´s Long-Term Outlook for Food and Agriculture. En *Looking Ahead in World Food and Agriculture: Perspectives to 2050.* Conforti, P. (ed.). Rome: Food and Agriculture Organization. 57-94. http://www.fao.org/docrep/pdf/012/ak542e/ak542e05.pdf

Muchomba, F.M. (2017). Women's land tenure security and household human capital: Evidence from Ethiopia's land certification. *World Development* 98, 310-324. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.04.034.

Murguía, D.I. (2015). *Global Area Disturbed and Pressures on Biodiversity by Large-Scale Metal Mining.* Kassel: Kassel University Press. http://www.uni-kassel.de/upress/online/OpenAccess/978-3-7376-0040-8.OpenAccess.pdf.

Murtaza, G. (2013) *Economic aspects of growing rice and wheat crops on salt-affected soils in the Indus Basin of Pakistan*. Institute of Soil and Environmental Sciences, University of Agriculture

Narh, P., Lambini, C., Sabbi, M., Pham, V. y Nguyen, T. (2016). Land sector reforms in Ghana, Kenya and Vietnam: A comparative analysis of their effectiveness. *Land* 5(2), 8. https://doi.org/10.3390/land5020008.

Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R. *et al.* (2010). *Food Security, Farming, and Climate Change to 2050: Scenarios, Results, Policy Options.* Research reports IFPRI. Washington, DC: International Food Policy Research Institute. http://www.ifpri.org/cdmref/p15738coll2/id/127066/filename/127277.pdf.

Newbigging, A.M., Yan, X. y Le, X.C. (2015). Cadmium in soybeans and the relevance to human exposure. *Journal of Environmental Sciences (China)* 37, 157-162. https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.09.001.

Nguyen, T.T.X., Tomberlin, J.K. y Vanlaerhoven, S. (2015). Ability of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste. *Environmental Entomology* 44(2), 406-410. https://doi.org/10.1093/ee/nvv002.

Nicholson, S.E. (2013). The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability. *International Scholarly Research Notices*(453521). https://doi.org/10.1155/2013/453521.

Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P. y Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health* 4(148). https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148.

Nkonya, E., Mirzabaev, A. y Von Braun, J. (eds.) (2016). *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development*: Springer. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-19168-3#about.

Nolte, K., Chamberlain, W. y Giger, M. (2016). *International Land Deals for Agriculture: Fresh Insights from the Land Matrix; Analytical Report II.* Bern: Centre for Development and Environment, University of Bern. https://landmatrix.org/media/filer_public/ab/c8/abc8b563-9d74-4a47-9548-cb59e4809b4e/land_matrix_2016_analytical_report_draft_ii.pdf.

Oliver, M.A. y Gregory, P.J. (2015). Soil, food security and human health: A review. *European Journal of Soil Science* 66(2), 257-276. https://doi.org/10.1111/ejss.12216.

Olsson, L., Eklundh, L. y Ardö, J. (2005). A recent greening of the Sahel - Trends, patterns and potential causes. *Journal of Arid Environments* 63(3), 556-566. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.03.008.

Overduin, P.P., Strzelecki, M.C., Grigoriev, M.N., Couture, N., Lantuit, H., St-Hilaire-Gravel, D. *et al.* (2014). Coastal changes in the Arctic. *Geological Society, London, Special Publications* 388(1), 103-129. https://doi.org/10.1144/SP388.13.

Paresi, M., Melchiorri, M., Siragusa, A. y Kemper, T. (2016). *Atlas of the Human Planet 2016: Mapping Human Presence on Earth with the Global Human Settlement Layer.* European Commission. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC103150/atlas%20of%20the%20human%20planet_2016_online.pdf.

Pataki, D.E., Carreiro, M.M., Cherrier, J., Grulke, N.E., Jennings, V., Pincetl, S. *et al.* (2011). Coupling biogeochemical cycles in urban environments: Ecosystem services, green solutions, and misconceptions. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9, 27-36. https://doi.org/10.1890/090220.

Pautasso, M., Döring, T.F., Garbelotto, M., Pellis, L. y Jeger, M.J. (2012). Impacts of climate change on plant diseases-opinions and trends. *European Journal of Plant Pathology* 133(1), 295-313. https:// doi.org/10.1007/s10658-012-9936-1.

Pearce, F. (2016). *Common Ground: Securing Land Rights and Safeguarding the Earth.* Oxford: Oxfam, International Land Coalition and Rights and Resources Initiative. https://www.oxfamamerica.org/static/media/files/GCA_REPORT_EN_FINAL.pdf.

Place, F. (2009). Land tenure and agricultural productivity in Africa: A comparative analysis of the economics literature and recent policy strategies and reforms. *World Development* 37(8), 1326-1336. https://doi.org/10.1016/J.WORLDDEV.2008.08.020.

Plieninger, T., Dijks, S., Oteros-Rozas, E. y Bieling, C. (2013). Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level. *Land Use Policy* 33, 118-129. https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2012.12.013.

Porkka, M., Kummu, M., Siebert, S. y Varis, O. (2013). From food insufficiency towards trade dependency: A historical analysis of global food availability. *PLoS ONE* 8(12), e82714. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082714.

Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M.M. *et al.* (2014). Food Security and Food Production Systems. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Parte A: Aspectos mundiales y sectoriales. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, MA: Cambridge University Press. chapter 7. 485-533. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap7_FINAL.pdf

Pretty, J., Toulmin, C. y Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1), 5-24. https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0583.

Puma, M.J., Bose, S., Chon, S.Y. y Cook, B.I. (2015). Assessing the evolving fragility of the global food system. *Environmental Research Letters* 10, 024007. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/2/024007.

Qadir, M., Quillérou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R.J. *et al.* (2014). Economics of salt- induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum* 38(4), 282-295. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054.

Ramaswami, A., Boyer, D., Nagpure, A.S., Fang, A., Bogra, S., Bakshi, B. *et al.* (2017). An urban systems framework to assess the trans-boundary food-energy-water nexus: Implementation in Delhi, India. *Environmental Research Letters* 12(2), 025008. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5556.

Ramaswami, A., Weible, C., Main, D., Heikkila, T., Siddiki, S., Duvall, A. *et al.* (2012). A social-ecological-infrastructural systems framework for interdisciplinary study of sustainable city systems: An integrative curriculum across seven major disciplines. *Journal of Industrial Ecology* 16(6), 801-813. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00566.x.

Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., Foley, J.A. y Meybeck, A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE* 8(6), e66428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066428.

Ray, D.K., Ramankutty, N., Mueller, N.D., West, P.C. y Foley, J.A. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature Communications* 3(1293), 1293. https://doi.org/10.1038/ncomms2296.

Reynolds, J.F., Grainger, A., Stafford Smith, D.M., Bastin, G., Garcia-Barrios, L., Fernández, R.J. *et al.* (2011). Scientific concepts for an integrated analysis of desertification. *Land Degradation & Development* 22(2), 166-183. https://doi.org/10.1002/ldr.1104.

Reynolds, J.F. y Smith, D.M. (eds.) (2002). *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?* 1st edn: Dahlem University Press. https://imedea.uib-csic.es/master/cambioglobal/Modulo_II_cod101606/M%C3%B3dulo%201.%20Presentaci%C3%B3n%20de%20la%20asignatura/reynolds%20do%20humans%20cause%20deserts.pdf.

Rights and Resources Initiative (2015). *Who Owns the World's Land? A Global Baseline of Formally Recognized Indigenous and Community Land Rights.* Washington, D.C.: Rights and Resources Initiative. https://rightsandresources.org/wp-content/uploads/GlobalBaseline_web.pdf.

Robinson, L.W., Ericksen, P.J., Chesterman, S. y Worden, J.S. (2015). Sustainable intensification in drylands: What resilience and vulnerability can tell us. *Agricultural Systems* 135, 133-140. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.005.

Rosegrant, M.W., Paisner, M.S., Siet, M. y Witcover, J. (2001). *2020 Global Food Outlook.* Washington, DC: International Food Policy Research Institute. http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/ collection/p15738coll2/id/57811#img_view_container.

Roser, M. y Ritchie, H. (2018). Yields and land use in agriculture. OurWorldInData.org https://ourworldindata.org/yields-and-land-use-in-agriculture.

Safriel, U.N. (2007). The Assessment of Global Trends in Land Degradation. En *Climate and Land Degradation.* Sivakumar M.V.K. y Ndiang'ui, N. (eds.). Heidelberg: Springer Berlin. chapter 1. 1-38. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-72438-4_1

Schaffartzik, A., Haberl, H., Kastner, T., Wiedenhofer, D., Eisenmenger, N. y Erb, K.H. (2015). Trading land: A review of approaches to accounting for upstream land requirements of traded products. *Journal of Industrial Ecology* 19(5), 703-714. https://doi.org/10.1111/jiec.12258.

Schinasi, L. y Leon, M. (2014). Non-hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11(4), 4449-4527. https://doi.org/10.3390/ijerph110404449.

Schlenker, W. y Roberts, M.J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(37), 15594-15598. https://doi.org/10.1073/pnas.0906865106.

Schoneveld, G.C. y German, L. (2014). Translating legal rights into tenure security: Lessons from the new commercial pressures on land in Ghana. *The Journal of Development Studies* 50(2), 187-203. https://doi.org/10.1080/00220388.2013.858129.

Seto, K.C., Fragkias, M., Güneralp, B. y Reilly, M.K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS ONE* 6, e23777. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023777.

Seto, K.C., Reenberg, A., Boone, C.G., Fragkias, M., Haase, D., Langanke, T. *et al.* (2012). Urban land teleconnections and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(20), 7687-7692. https://doi.org/10.1073/pnas.1117622109.

Sharmina, M., Hoolohan, C., Bows-Larkin, A., Burgess, P.J., Colwill, J., Gilbert, P. *et al.* (2016). A nexus perspective on competing land demands: Wider lessons from a UK policy case study. *Environmental Science & Policy* 59, 74–84. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.02.008.

Smith, P., Davis, S.J., Creutzig, F., Fuss, S., Minx, J., Gabrielle, B. *et al.* (2015). Biophysical and economic limits to negative CO2 emissions. *Nature Climate Change* 6, 42-50. https://doi.org/10.1038/nclimate2870.

Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F. y Roger-Estrade, J. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research* 118, 66-87. https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015.

Solecki, W. y Marcotullio, P.J. (2013). Climate Change and Urban Biodiversity Vulnerability. En *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment.* Dordrecht: Springer Netherlands. chapter 25. 485–504. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-94-007-7088-1_25.pdf

Sonter, L.J., Herrera, D., Barrett, D.J., Galford, G.L., Moran, C.J. y Soares-Filho, B.S. (2017). Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications* 8, 1013. https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w.

Sonter, L.J., Moran, C.J., Barrett, D.J. y Soares-Filho, B.S. (2014). Processes of land use change in mining regions. *Journal of Cleaner Production* 3 494-501. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.084.

Sturm, R. y Cohen, D. (2014). Proximity to urban parks and mental health. *Journal of Mental Health Policy and Economics* 17(1), 19-24. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4049158/.

Taylor, M.P., Camenzuli, D., Kristensen, L.J., Forbes, M. y Zahran, S. (2013b). Environmental lead exposure risks associated with children's outdoor playgrounds. *Environmental Pollution* 178, 447-454. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.054.

Taylor, P.C., Cai, M., Hu, A., Meehl, J., Washington, W., Zhang, G.J. *et al.* (2013a). A decomposition of feedback contributions to polar warming amplification. *Journal of Climate* 26(21), 7023-7043. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00696.1.

Thangavel, P. y Sridevi, G. (2017). Soil Security: A Key Role for Sustainable Food Productivity. En *Sustainable Agriculture towards Food Security.* Dhanarajan, A. (ed.). Singapore: Springer Singapore. 309-325. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-6647-4_16

The Economics of Land Degradation (2013). *Economics of Land Degradation Initiative: A Global Strategy for Sustainable Land Management; The Rewards of Investing in Sustainable Land Management* Bonn. https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/15701/1/ELD%20Initiative_2013%20-%20The%20rewards%20of%20investing%20in%20sustainable%20land%20management%20%20Interim%20Report_Web-Version4.pdf.

The Economics of Land Degradation (2015). *Report for Policy Makers - Key Facts and Figures.* Bonn. http://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/Key_facts_and_figures_-_Report_for_policy_and_decision_makers2015.pdf.

The Global Food Security Programme (2015). *Final Project Report from the UK-US Taskforce on Extreme Weather and Global Food System Resilience.* Wiltshire. https://www.foodsecurity.ac.uk/publications/extreme-weather-resilience-global-food-system.pdf.

The Land Matrix Global Observatory (2018). *Land Matrix.* https://landmatrix.org/en/.

The Royal Society (2008). *Sustainable Biofuels: Prospects and Challenges.* Policy Document. London: The Royal Society. https://royalsociety.org/~/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2008/7980.pdf.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. y Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108(50), 20260-20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108.

Tomei, J. y Ravindranath, D. (2018). Governing Land in the Global South. En *Routledge Handbook of the Resource Nexus.* Bleischwitz, R., Hoff, H., Spataru, C., van der Voet, E. y VanDeveer, S.D. (eds.). Routledge. https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9781315560625-22

Unger, E.-M., Zevenbergen, J. y Bennett, R. (2017). On the need for pro-poor land administration in disaster risk management. *Survey Review* 49(357), 437-448. https://doi.org/10.1080/00396265.2016.1212160.

United Nations (2007). *United Nations Declaration on the Rights of Indigenous People. (A/RES/61/295).* [https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/declaration-on-the- rights-of-indigenous-peoples.html.

United Nations (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision.* United Nations. New York, NY: United Nations. https://esa.un.org/Unpd/Wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf.

United Nations (2015). *World Population Prospects: the 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables.* United Nations. New York, NY: United Nations. https://esa.un.org/Unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf.

United Nations (2016). *Global Sustainable Development Report.* New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2328Global%20Sustainable%20development%20report%202016%20(final).pdf.

United Nations Convention to Combat Desertification (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification: In Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification Particularly in Africa.* Bonn https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/An%20explanatory%20leaflet.pdf

United Nations Convention to Combat Desertification (2017). *Global Land Outlook.* Bonn: United Nations Convention to Combat Desertification. https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20English_Full_Report_rev1.pdf.

United Nations Environment Programme (2010). *Latin America and the Caribbean: Environmental Outlook.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8663/-Global_environment_outlook_Latin_America_and_the_Caribbean_GEO_LAC_3-2010Latinin_America_and_the_Caribbean_-_Environment_Outlook_3.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2015). *Global Waste Management Outlook.* Nairobi. http://apps.unep.org/publications/index.php?option=com_pub&task=download&file=011782_en.

United Nations environment Programme (2016a). *Global Gender and Environment Outlook: The Critical Issues.* Nairobi. http://web.unep.org/sites/default/files/ggeo/ggeo_summary_report_final.pdf.

United Nations Environment Programme (2016b). *Unlocking the Sustainable Potential of Land Resources: Evaluation Systems, Strategies and Tools.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7710/-Unlocking_the_sustainable_potential_of_land_resources_Evaluating_systems_strategies_and_tools-2016Unlocking_Land_Resources_full_report.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

United States Environmental Protection Agency (2016). *Superfund: National priorities list (NPL).* [https://www.epa.gov/superfund/superfund-national-priorities-list-npl.

Utuk, I.O. y Daniel, E.E. (2015). Land degradation : A threat to food security : A global assessment. *Journal of Environment and Earth Science* 5(8), 13-22. https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/22020/22057.

Van Liedekerke, M., Prokop, G., Rabl-Berger, S., Kibblewhite, M. y Louwagie, G. (2014). *Progress in Management of Contaminated Sites in Europe.* European Commission. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC85913/lbna26376enn.pdf.

van Vliet, J., Eitelberg, D.A. y Verburg, P.H. (2017). A global analysis of land take in cropland areas and production displacement from urbanization. *Global Environmental Change* 43, 107-115. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.02.001.

Veit, P. y Reytar, K. (2017). 'By the Numbers: Indigenous and Community Land Rights'. 20 March 2017 https://www.wri.org/blog/2017/03/numbers-indigenous-and-community-land-rights

Verma, R. (2014). Land grabs, power, and gender in east and southern Africa: So, what's new? *Feminist Economics* 20, 52-75. https://doi.org/10.1080/13545701.2014.897739.

Watts, M. (2007). *Pesticides and Breast Cancer: A Wakeup Call.* Penang: Pesticide Action Network Asia and the Pacific. http://files.panap.net/resources/Pesticides-and-Breast-Cancer-A-Wake-Up-Call.pdf.

Watts, M. (2013). *Breast Cancer, Pesticides and You.* Penang: Pesticide Action Network Asia and the Pacific http://files.panap.net/resources/Breast-cancer-pesticides-and-you.pdf.

Watts, M. y Williamson, S. (2015). *Replacing Chemicals with Biology.* Penang: Pesticide Action Network Asia and the Pacific. https://www.panna.org/sites/default/files/Phasing-Out-HHPs-with-Agroecology.pdf.

White, B., Park, C. y Mi Young, J. (2015). The Gendered Political Ecology of Agrofuels Expansion. En *The Political Ecology of Agrofuels.* Engels, D. y Pye, O. (eds.). London: Routledge. chapter 4. 53-69. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781317747444/chapters/10.4324%2F9781315795409-4

White, M.P., Alcock, I., Wheeler, B.W. y Depledge, M.H. (2013). Would you be happier living in a greener urban area? A fixed-effects analysis of panel data. *Psychological Science* 24(6), 920-928. https://doi.org/10.1177/0956797612464659.

Wiebe, K. (2003). *Linking Land Quality, Agricultural Productivity, and Food Security.* Agricultural Economic Report. Washington, DC: United States Department of Agriculture. https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/41563/18547_aer823fm_1_.pdf?v=41061.

Wiesmeier, M., Poeplau, C., Sierra, C.A., Maier, H., Frühauf, C., Hübner, R. *et al.* (2016). Projected loss of soil organic carbon in temperate agricultural soils in the 21st century: Effects of climate change and carbon input trends. *Scientific Reports* 6(32525). https://doi.org/10.1038/srep32525.

Wild, C.P. y Gong, Y.Y. (2010). Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue. *Carcinogenesis* 31(1), 71-82. https://doi.org/10.1093/carcin/bgp264.

Wilson, G., Quaranta, G., Kelly, C. y Salvia, R. (2016). Community resilience, land degradation and endogenous lock-in effects: Evidence from the Alento region, Campania, Italy. *Journal of Environmental Planning and Management* 59(3), 518-537. https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1024306.

Wilson, G.A., Kelly, C.L., Briassoulis, H., Ferrara, A., Quaranta, G., Salvia, R. *et al.* (2017). Social memory and the resilience of communities affected by land degradation. *Land Degradation & Development* 28(2), 383-400. https://doi.org/10.1002/ldr.2669.

World Health Organization (2017). *Urban Green Space Interventions and Health.* Copenhagen: World Health Organization. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/337690/FULL-REPORT- for-LLP.pdf?ua=1.

World Health Organization and United Nations Environment Programme (1990). *Public Health Impact of Pesticides used in Agriculture.* Geneva: World Health Organization. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39772/9241561394.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

World Resources Institute (2018). *Global forest watch.* [https://www.globalforestwatch.org/ (Consultado: 10 de junio de 2018).

World Wildlife Fund (2018). *Deforestation:* Overview: [World Wildlife Fund https://www.worldwildlife.org/threats/deforestation.

Xu, D., Kang, X., Qiu, D., Zhuang, D. y Pan, J. (2009). Quantitative assessment of desertification using Landsat data on a regional scale - a case study in the Ordos Plateau, China. *Sensors* 9(3), 1738- 1753. https://doi.org/10.3390/s90301738.

Zewdie, W. y Csaplovies, E. (2015). Remote Sensing based multi-temporal land cover classification and change detection in northwestern Ethiopia. *European Journal of Remote Sensing* 48(1), 121-139. https://doi.org/10.5721/EuJRS20154808.

Zhu, Z., Piao, S., Myneni, R.B., Huang, M., Zeng, Z., Canadell, J.G. *et al.* (2016). Greening of the earth and its drivers. *Nature Climate Change* 6, 791-795. https://doi.org/10.1038/nclimate3004.



Capítulo 9

Agua dulce



© Shutterstock/Mikadun

Autores coordinadores principales: Erica Gaddis (Utah Department of Environmental Quality), Anna Maria Grobicki (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]), Rowena Hay (Umvoto), Gavin Mudd (RMIT University), Walter Rast (Meadows Center for Water and the Environment, Texas State University)

Becarios GEO: Beatriz Rodríguez-Labajos (Universitat Autònoma de Barcelona), Jaee Sanjay Nikam (Arizona State University)

Resumen ejecutivo

El agua dulce moviliza y amplifica los riesgos para la salud humana y el medio ambiente que se encuentran asociados con las actividades humanas (*establecido, pero incompleto*). El ciclo global del agua incorpora los impactos del crecimiento demográfico, la agricultura, el desarrollo económico, la urbanización, la industrialización, la deforestación y el cambio climático, los cuales a su vez afectan la calidad y cantidad del agua dulce. En la actualidad, por lo tanto, el agua dulce es tanto un bien público como un multiplicador de riesgos, ya que afecta la salud humana y los ecosistemas a través de los contaminantes y del cambio climático, los cuales a su vez tienen una afectación en la intensificación de las tormentas, las inundaciones, las sequías y la desertificación de la tierra. Así, resulta urgente mejorar la gobernanza en todos los aspectos del ciclo del agua para prevenir, mitigar y gestionar estos crecientes riesgos. {9.2}

La disponibilidad per cápita de agua dulce en el ciclo hidrológico global está disminuyendo a causa del crecimiento demográfico, así como de las necesidades agrícolas, industriales y energéticas asociadas (*establecido, pero incompleto*), de la misma forma que los continentes se están volviendo más secos en muchos lugares debido a los impactos del cambio climático. {9.2}

Un número cada vez mayor de personas corre el riesgo de enfrentarse a "desastres de evolución lenta", tales como la escasez de agua, las sequías y las hambrunas, los cuales en ocasiones provocan un aumento de las migraciones y de los conflictos sociales (*bien establecido*) {4.2}. La creciente gravedad y frecuencia de las catástrofes relacionadas con el agua suponen un riesgo cada vez mayor para la estabilidad social y económica, así como para los ecosistemas y los bienes y servicios ecosistémicos que sustentan la vida. Está demostrado que la escasez de agua provoca una mayor competencia por los recursos disponibles, situación que se refleja en la inseguridad alimentaria, los precios y el comercio (*establecido, pero incompleto*). {9.2}

Las aguas subterráneas abarcan un volumen de agua dulce mucho mayor que el de las aguas superficiales, lo cual resulta cada vez más importante para la seguridad hídrica en muchos países y regiones (*establecido, pero incompleto*). Algunos acuíferos importantes a nivel subregional y regional se ven amenazados por una gestión deficiente, dando lugar a niveles insostenibles de extracción, contaminación de las aguas subterráneas y problemas de intrusión salina. {9.4}

Aproximadamente, 1,4 millones de personas mueren anualmente por enfermedades relacionadas con el consumo de agua potable contaminada por patógenos y un saneamiento inadecuado, mientras que muchos otros millones más terminan enfermos (*bien establecido*). Unos 2.300 millones de personas aún no tienen acceso a un saneamiento adecuado. Según estimaciones, la cantidad total de enfermedades a nivel mundial podría reducirse hasta en un 10% si mejorara la calidad y el acceso al agua potable, así como el saneamiento, la higiene y la gestión integrada de los recursos hídricos. {9.5}

Las enfermedades y muertes humanas causadas por infecciones resistentes, especialmente, a los antibióticos y, en general a los antimicrobianos, están aumentando rápidamente y se prevé que se convertirán en una de las principales causas de muerte en todo el mundo para el año 2050 (*bien establecido*). Estos antibióticos llegan al medio ambiente acuático procedentes de una amplia gama de fuentes, incluyendo los residuos humanos tratados y no tratados, la agricultura, la ganadería y la acuicultura. Actualmente, las bacterias resistentes a los antibióticos se encuentran, tanto en el agua de origen, como en el agua potable tratada en todo el mundo. {9.5}

Los nuevos contaminantes que no se eliminan fácilmente con las actuales tecnologías de tratamiento de aguas residuales son motivo de preocupación como, por ejemplo, ciertos productos farmacéuticos veterinarios y humanos, pesticidas, desinfectantes antimicrobianos, retardantes de llama, metabolitos de los detergentes y microplásticos (*bien establecido*). De especial preocupación resultan las sustancias químicas que alteran el sistema endocrino ya que estas se encuentran ampliamente distribuidas en el sistema de agua dulce de todos los continentes y sus impactos a largo plazo en la salud humana incluyen el subdesarrollo fetal, el neurodesarrollo infantil y la infertilidad masculina. {9.7}

La rápida desaparición de los ecosistemas de agua dulce supone un alto índice de pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos (*bien establecido*). Dentro de los espacios naturales más afectados se encuentran los humedales dada la creciente urbanización, la expansión agrícola y la deforestación. Aproximaciones recientes estiman que entre 1997 y 2011, el 40% de los humedales del mundo desaparecieron y que el ritmo de pérdida de estos aún continúa en aumento, junto con una disminución de la población de especies de agua dulce de un 81% durante el mismo período, siendo este el porcentaje de pérdida más alto para cualquier tipo de hábitat (*probable*). Se calcula que entre 1996 y 2011 el costo económico anual de las pérdidas de ecosistemas de humedales fue de 2,7 billones de dólares. {9.6}

Las turberas (un tipo de humedal) almacenan más carbono que todos los bosques del mundo juntos (*establecido, pero incompleto*). Este tipo de humedal, ubicado en el círculo polar y sus alrededores, se está viendo enfrentando a un descongelamiento del permafrost como consecuencia del cambio climático, provocando así un aumento en las emisiones de carbono. Igualmente, el aumento del drenaje y del uso agrícola de las turberas tropicales provoca incendios forestales y libera cantidades significativas de dióxido de carbono y metano como gases de efecto invernadero. En total, para 2015, alrededor del 15% de las turberas de todo el mundo fueron drenadas, contribuyendo en la actualidad a, aproximadamente, el 5% de las emisiones anuales de carbono a nivel mundial. {9.6}

Las metas del ODS 6 relativas al agua podrán alcanzarse mediante el compromiso de los sectores público, privado, no gubernamentales, de la sociedad civil y de actores locales con la práctica de una gestión eficaz, eficiente y transparente para la gobernanza de los recursos hídricos *(bien establecido)*. {9.9}

Promover la eficiencia en el uso del agua, su reciclaje y la recolección de agua lluvia es cada vez más importante para garantizar una mayor seguridad hídrica y una asignación más equitativa para los diferentes usuarios y usos *(bien establecido)*. {9.9}

El sector agrícola, el mayor consumidor de agua dulce del mundo, necesita mejoras sustanciales en la eficiencia del uso del agua y en la productividad (*bien establecido*). Los sectores industrial y minero también tienen una gran responsabilidad en objetivo de aumentar la eficiencia en el uso del agua, el reciclaje y la reutilización, así como para limitar su contaminación. {9.9}

Actualmente existe una capacidad limitada para controlar los impactos a largo plazo de la sobreexplotación y la contaminación de los acuíferos en muchos lugares (*establecido, pero incompleto*), con lo cual, el seguimiento, la modelización y la gestión de los sistemas acuíferos son esenciales para garantizar una gestión sólida de estos, así como de los recursos sólidos integrados. La salinización de los acuíferos, producto del hundimiento de los deltas, es un problema complejo de las cuencas y de la urbanización costera (ODS 11), sin embargo, la intrusión salina en los acuíferos costeros puede controlarse mediante la gestión de su recarga (*bien establecido*). {9.9}

Un uso eficiente del agua requiere que el diseño urbano de las infraestructuras hídricas sea sensible a estas, incluyendo el desarrollo conjunto de las aguas superficiales y subterráneas y la promoción de un sistema de recarga acuífera (*bien establecido*). Además de invertir en el tratamiento y el reciclaje de las aguas residuales, estos enfoques apoyan el manejo de la cantidad y la calidad del agua y promueven la reducción del riesgo de sequía y la resistencia de los suministros hídricos urbanos. Al mismo tiempo, el suministro de agua potable y los servicios de saneamiento para todos, así como el control de las fugas de los suministros de agua a granel, siguen siendo retos en muchas ciudades del mundo. {9.9}

9.1 Introducción y temas prioritarios

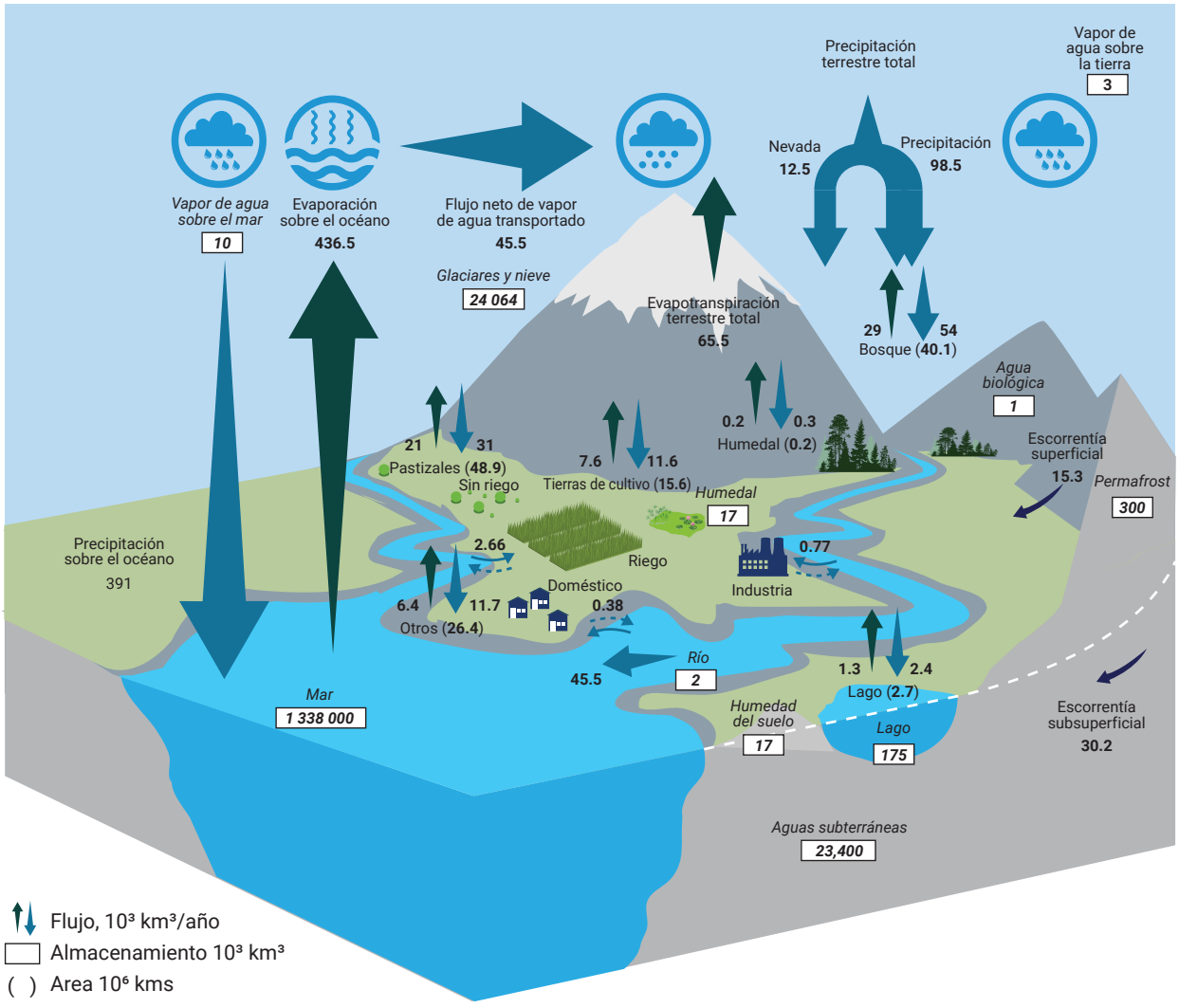
El agua dulce es esencial para la salud y el bienestar de las personas, los animales, las plantas y los ecosistemas acuáticos y terrestres. El ciclo global del agua es el componente más importante de los sistemas meteorológicos y climáticos, sin embargo, está presentando una aceleración debido al cambio climático (**Figura 9.1**) (Stocker y Raible 2005; Huntington 2006; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2016, p.5-6). La proporción de agua dulce total disponible en forma de agua superficial en ríos, lagos y humedales es del 0,4% y su reducción es drástica. Asimismo, el aumento de las inundaciones y las sequías (Huntington 2006) y la pérdida de glaciares (Gao *et al.* 2011; Yao *et al.* 2012; Rodell *et al.* 2018) provocan impactos directos e indirectos en la salud humana y de los ecosistemas (por ejemplo, Holloway 2003, p. 2; Liu *et al.* 2005; Wang, Wang y Tong 2016; Liu *et al.* 2018).

El agua está presente en la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que es crucial para la seguridad alimentaria (ODS 2), la salud y el bienestar (ODS 3), la seguridad energética (ODS 7), la sostenibilidad de las ciudades (ODS 11), el consumo y la producción responsable (ODS 12), el impacto climático (ODS 13), la vida bajo el agua (ODS 14) y la biodiversidad terrestre (ODS 15). De igual forma, la mayoría de los demás ODS no pueden alcanzarse sin un suministro adecuado de agua dulce de buena calidad (United Nations Water [UN-Water] 2016, p.9), de ahí que el sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) destaque los vínculos entre el agua (ODS 6) y la salud (ODS 3). La degradación de la calidad del agua repercute en la salud humana y de los ecosistemas (United Nations Environment Programme [UNEP] 2017), tanto es así que casi 1,7 millones de personas mueren anualmente por enfermedades diarreicas que hubieran podido prevenirse (Lozano *et al.* 2013; Sevilimedu *et al.* 2016, p. 637).

9.2 Presiones sobre el agua dulce

Las múltiples presiones sobre el agua provocadas por las fuerzas motrices del cambio ambiental (véase el Capítulo 2) se manifiestan en el rápido deterioro de la cantidad y la calidad del agua dulce en diferentes regiones. Esta situación se ve agravada a nivel regional por las presiones derivadas de los continuos conflictos, las migraciones humanas y los efectos acumulados de la creciente frecuencia y gravedad de las sequías, de las inundaciones y mareas

Figura 9.1: Flujos y almacenamientos hidrológicos mundiales (expresados en 1.000 km³ por año), con ilustración de los ciclos naturales y antropogénicos



Fuente: Oki y Kanae (2006).

de tempestad (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014). Los impactos de las catástrofes naturales y aquellas provocadas por el hombre se ven agravados por el uso insostenible del agua dulce y de los ecosistemas relacionados, reduciendo la resiliencia de estos últimos (Sheffer *et al.* 2001; Holling y Gunderson 2002). Datos satelitales recientes muestran que las masas de agua dulce están desapareciendo rápidamente en muchas zonas de agricultura de regadío debido a la combinación entre cambio climático y su excesiva extracción (Rodell *et al.* 2018).

9.2.1 Cambio climático

El ciclo hidrológico global está íntimamente ligado a nuestros cambios climáticos, pues a medida que el planeta se calienta, el ciclo del agua se acelera, provocando múltiples cambios en los patrones de precipitación que ejercen presión sobre los ecosistemas de agua dulce (Oki y Kanae 2006). Actualmente, la cantidad de agua salada está aumentando en relación con el agua dulce, debido al calentamiento global, a los cambios en el uso de la tierra, el derretimiento de las reservas de hielo y nieve, el bombeo de aguas subterráneas, la desecación de los continentes y el aumento del nivel del mar (Bates *et al.* Eds. 2008).

Hoy en día, mientras que ciertas zonas reciben menos precipitaciones que en el pasado, otras reciben más y la mayoría de las regiones experimentan patrones cada vez más impredecibles y variables de temperatura y precipitación. Las regiones polares y de alta montaña se están calentando mucho más rápido que otras partes del mundo, con consecuencias imprevisibles (véase la Sección 4.3.2). Durante 1981-2010 se registró un incremento récord del 12% en el número de precipitaciones a nivel global (Lehmann, Coumou y Frieler 2015). En contraste, existe evidencia que muestran un aumento en la severidad de la sequía en Europa (Vicente-Serrano *et al.* 2014), con registros históricos que también dan muestras de un aumento de la aridez en muchas zonas desde la década de 1950 (Dai 2011).

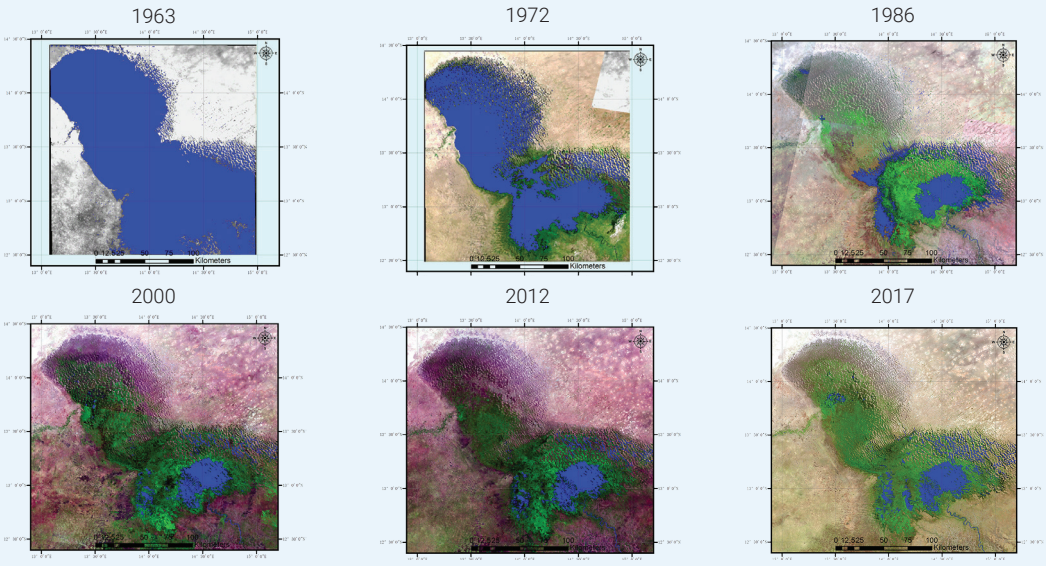
El cambio climático global influye en los efectos meteorológicos y climáticos a escala local, así como en los usos y desvíos insostenibles del agua, lo que provoca impactos dramáticos como la reducción de las masas de agua dulce (por ejemplo, el lago Chad, véase el **Recuadro 9.1**; el mar de Aral; la desaparición de los humedales de la República Islámica de Irán [por ejemplo, el Lago Urmia] y las marismas iraquíes; e incluso el Mar Caspio (Rodell *et al.* 2018).

Recuadro 9.1: Impactos del cambio climático en la desaparición de lagos y humedales

Los lagos y los humedales son importantes para regular los ciclos del agua, por ejemplo, mediante la creación de climas locales más moderados (Kodama, Eaton y Wendler 1983; Laird et al. 2001; Saaroni y Ziv 2003; McInnes 2016; Dai *et al.* 2018). 2018). Su calentamiento es mayor durante el día, con una pérdida nocturna de calor más lenta que la de la superficie terrestre, reduciendo así las temperaturas extremas en sus cuencas. Mediante la evaporación, proporcionan vapor de agua y precipitaciones durante el invierno, mientras que refrescan y estabilizan el clima local en verano. Está comprobado que los humedales urbanos proporcionan un efecto de enfriamiento local de al menos 1°C a 3°C (Filho *et al.* 2017).

El cambio climático altera los ciclos del agua en lagos, humedales y otros sistemas de agua estancada (lénticos), reduciendo la cantidad de agua dulce y la superficie de la masa de agua. Un clima más cálido aumenta la evaporación de las masas de agua y de las tierras adyacentes, sin embargo, una atmósfera más cálida también tarda más tiempo en saturarse de agua para producir posteriormente precipitaciones. Así, la humedad evaporada de una masa de agua puede llegar a desaparecer antes de que una precipitación en su propia cuenca llegue a presentarse, la cual termina convirtiéndola más seca, con menos escorrentía hacia la masa de agua y los ríos y humedales asociados, a la vez que aumenta la necesidad de agua para el uso de riego agrícola. Estos factores aceleran colectivamente la reducción de una masa de agua, como se ilustra en el caso del lago Chad (abajo), que ha perdido el 90% de su superficie, con una enorme pérdida de su biodiversidad, especialmente de peces, y la subsiguiente pérdida de medios de subsistencia para los millones de personas que dependen del lago. La utilización del agua por parte de los seres humanos se estima que es responsable del 50% de su reducción, mientras que el cambio climático lo constituye el resto (Coe y Foley 2001; Gao *et al.* 2011). Los cambios producidos por el microclima dan paso a un ciclo que contribuye aún más a la desecación y desertificación del continente e intensifica los impactos del cambio climático global.

Figura 9.2: La reducción del Lago Chad



Fuentes: Hansen *et al.* (2013); Guzinski *et al.* (2014).

Un exceso de precipitaciones provoca contaminación, erosión del suelo, avalanchas y corrimientos de tierra los cuales, junto con las inundaciones, los tornados y los ciclones, son responsables de una gran cantidad de daños físicos en las infraestructuras, pérdidas de vidas y lesiones. La escasez de lluvias provoca sequías, incendios forestales extremos, tormentas de arena, degradación del suelo y aumento de la competencia por las fuentes de agua, lo que a menudo conduce a una merma acelerada y a la pérdida de estos bienes. En conjunto, estas realidades y riesgos tienen graves implicaciones sociopolíticas, económicas, ambientales y ecológicas, lo que hace indispensable una mejor gestión y gobernanza de los recursos de agua dulce.

9.3 Agua y uso de la tierra

Las ciudades en expansión y la intensificación de la agricultura están agotando cada vez más las aguas superficiales y los acuíferos; los humedales están siendo drenados y muchos ríos, lagos y estanques están desapareciendo en las regiones que cuentan con escasez hídrica. Los cambios en el uso de la tierra provocan un endurecimiento de la superficie de las zonas naturales, reduciendo la infiltración y la recarga de los acuíferos, al tiempo que aumenta la escorrentía y la contaminación. La degradación de la tierra y la deforestación también provocan un aumento de la escorrentía, transportando los sedimentos erosionados desde los ríos hasta los océanos (véase la Sección 8.4.2). En las zonas que experimentan una deforestación a gran escala, la probabilidad de que se produzcan precipitaciones disminuye, mientras que aumenta la erosión del suelo (Birkinshaw *et al.* 2011; Ellison, Futter y Bishop 2012).

Así, la agricultura es responsable, en promedio, del 70% de las extracciones mundiales de agua (UN-Water 2017), al mismo tiempo que los procesos industriales y la generación de energía compiten cada vez más con la agricultura y con las ciudades por el agua disponible. Sin embargo, gran parte de la demanda de agua para fines energéticos es para usos no consuntivos, por ejemplo, refrigeración (UNEP 2012a).

Así, las interconexiones entre el agua, la seguridad energética y la seguridad alimentaria han identificado tensiones y compensaciones entre ellas que requieren un cuidadoso escrutinio y consideración (Rosengrant *et al.* 2009). Este nexo adquiere especial importancia al considerar factores impulsores como la urbanización, la población, el crecimiento económico, la tecnología y la innovación (Bleischwitz *et al.* 2018).

9.4 Estado y tendencias mundiales del agua dulce

9.4.1 Cantidad de agua

Las variaciones geográficas, junto con el cambio climático, dan lugar a una distribución desigual de las precipitaciones y de las fuentes de agua dulce, en la que destacan los desiertos y las selvas tropicales como extremos en materia de disponibilidad hídrica (**Figura 9.1** y **Figura 9.4**). Las aguas subterráneas son las principales fuentes de agua potable para la mayoría de la población mundial, sobre todo en las regiones áridas y durante las sequías. Se calcula que los recursos renovables de agua subterránea disponibles en África son más de 100 veces superiores al total de los recursos renovables anuales de agua superficial (MacDonald *et al.* 2012, p.5). Sin embargo, el agua de los acuíferos más profundos está limitada por los costos de exploración y extracción, mientras que la extracción de "aguas subterráneas fósiles" muy antiguas es insostenible al no ser un recurso renovable.

9.4.2 Extracciones de agua

La demanda humana y ambiental de agua varía espacial y culturalmente en las zonas rurales y urbanas. Aunque una media del 70% de las extracciones de agua en todo el mundo se destina al sector agrícola, esta cifra varía mucho entre las distintas regiones y países (Hoekstra y Mekonnen 2012, p. 3232; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2016; UN-Water 2017). Por ejemplo, el sudeste asiático utiliza más del 80% del agua dulce disponible para la agricultura (FAO 2016).

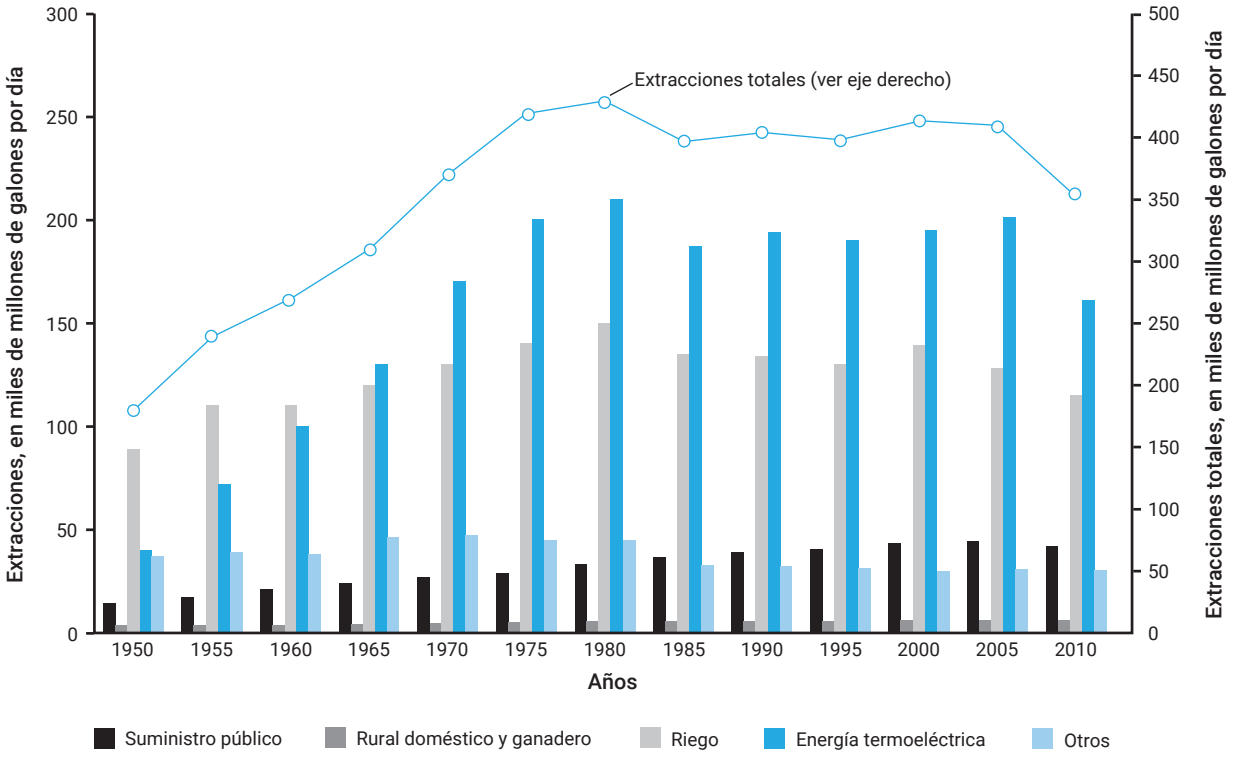
La región de América del Norte tiene el mayor uso de agua dulce per cápita (Hoekstra y Mekonnen 2012, p.3232; UNEP 2016a, p.71), no obstante que el aumento en la eficiencia en el uso de esta está ayudando a reducir su demanda, a pesar del alto crecimiento demográfico y económico (UNEP 2016a, p.71). Las extracciones de agua por parte de todos los sectores en los Estados Unidos (**Figura 9.3**) ilustra el elevado uso hídrico para la refrigeración en la producción de electricidad.

Las aguas subterráneas son cada vez más importantes a nivel mundial y representan extracciones estimadas de unos 982 km^3 (Margat y van der Gun 2013), lo que equivale a casi el 33% de las extracciones totales de agua (Seibert *et al.* 2010, p.1863; Famiglietti 2014, p.945). Dado que la tecnología convencional de extracción de aguas subterráneas es fácilmente accesible para los propietarios, esta actividad se encuentra altamente descentralizada, así por ejemplo, el agua subterránea que se encuentra confinada en las cuencas artesianas (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [BGR] 2008) puede accederse a profundidades de hasta 2 km, y a menudo constituye un recurso hídrico estratégico, especialmente durante las sequías (por ejemplo, Great Artesian Basin, Australia [GABCC] 2016); Table Mountain Group, Sudáfrica) (Hay y Hartnady *et al.* 2001; Weaver *et al.* 2002; Blake *et al.* 2010).

Entre las industrias que extraen agua de los acuíferos se encuentran la agricultura industrial, la minería, la energía y las bombas de calor geotérmicas, la eliminación y/o el almacenamiento de residuos peligrosos (por ejemplo, vertederos, residuos nucleares), la inyección de fluidos (por ejemplo, la extracción de petróleo y gas mediante fracturación hidráulica o "fracking" y la reinyección de aguas residuales asociadas), así como las actividades de construcción subterránea. Estas presiones están conduciendo inexorablemente a una mayor competencia/interacción entre las distintas industrias, con consecuencias a veces imprevistas.


© Shutterstock/Eric Buermeyer

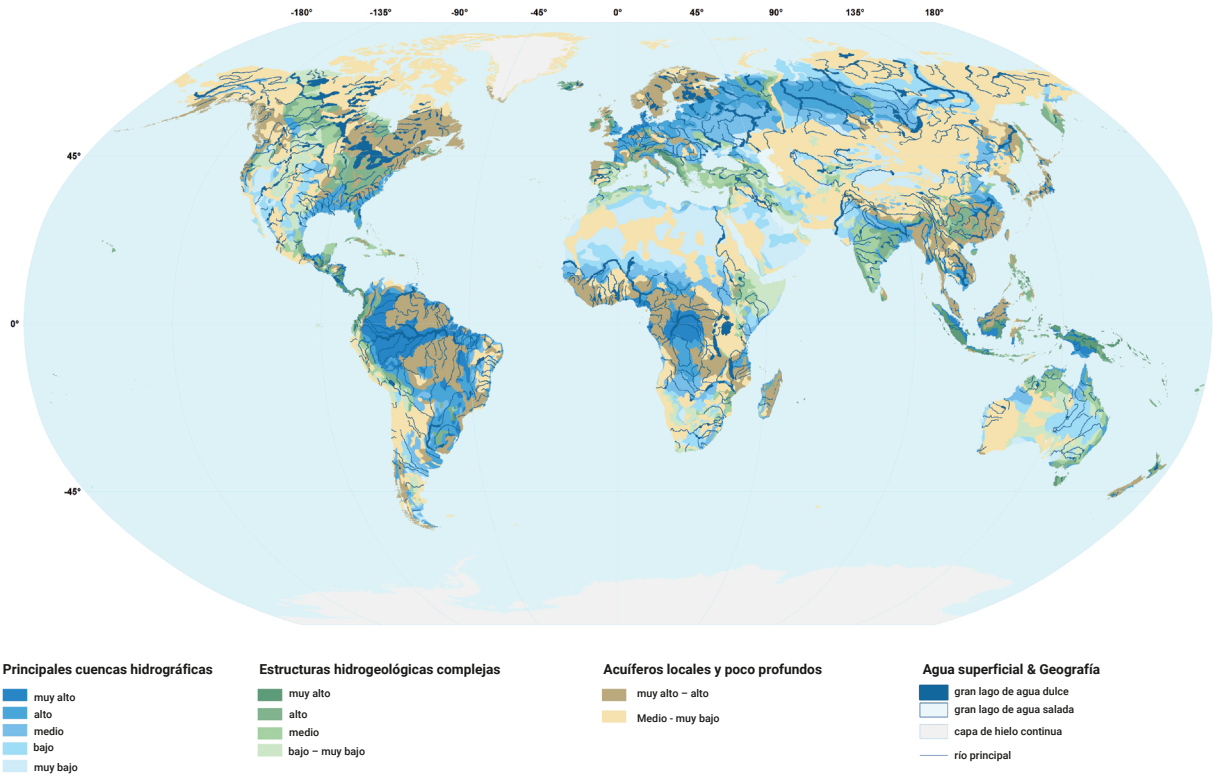
Figura 9.3: Extracciones de agua de todas las fuentes en los Estados Unidos (1950-2010)



Nota: 1.000 millones de galones = 3,8 millones de m^3.

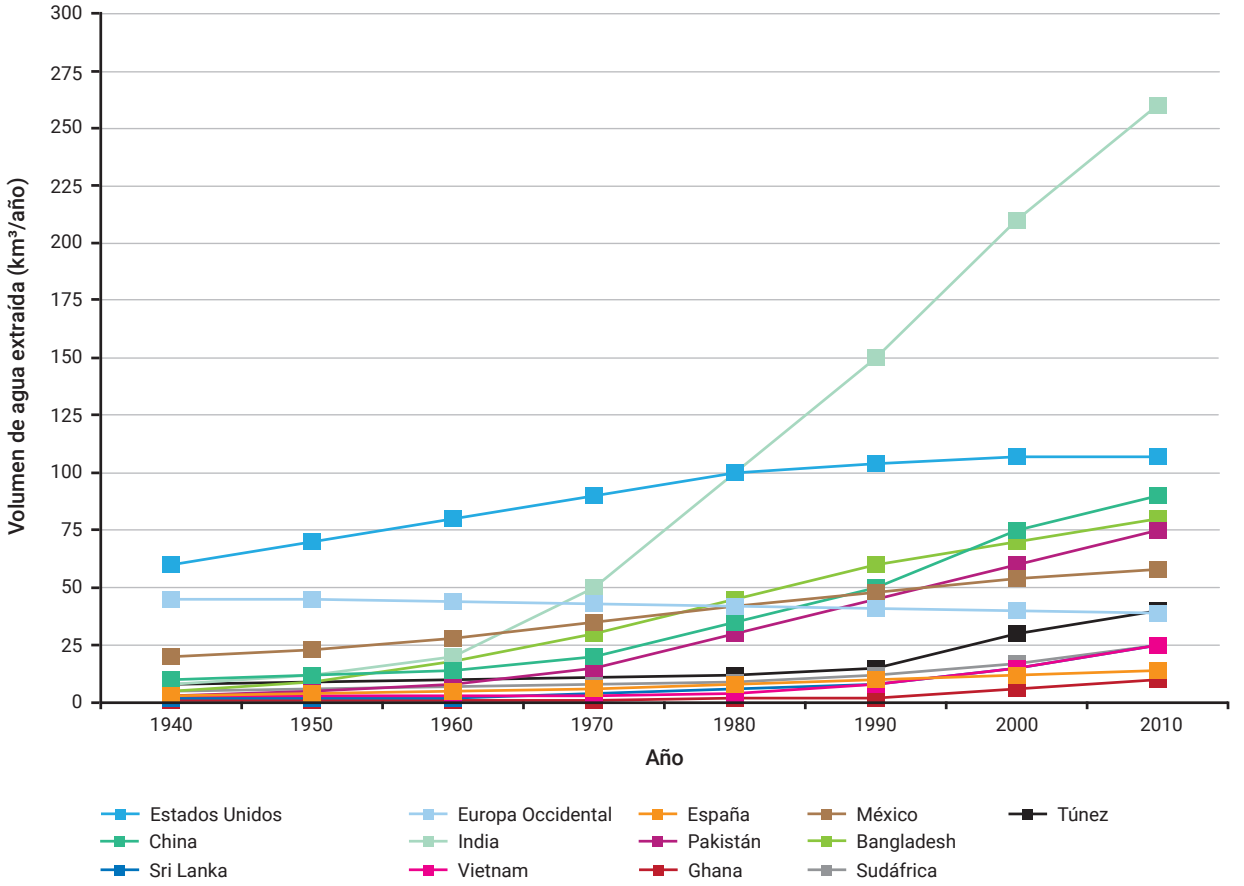
Fuente: Maupin *et al.* (2014, p. 46).

Figura 9.4: Mapa hidrogeológico mundial que ilustra varios acuíferos y recursos de agua subterránea



Fuente: BGR y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (2008).

Figura 9.5: Tendencias mundiales en el aumento del uso de las aguas subterráneas



Fuente: Shah (2014, p. 12).

El uso de las aguas subterráneas se ha estabilizado en algunas regiones, mientras que en otras está aumentando (**Figura 9.5**), como en Asia, el Pacífico y Asia Occidental, zona en la cual cerca de dos tercios de las aguas dulces es utilizada. Alrededor del 75% de los habitantes de la Unión Europea (UE) dependen de las aguas subterráneas para beber (European Commission 2008, p.7), y el uso de estas, comparado con el de las aguas superficiales, ha aumentado considerablemente hasta alcanzar 1,3 billones de m^3 al año en toda América del Norte (Famiglietti y Rodell 2013, p.1301). En América Latina, la extracción de aguas subterráneas representa el 30% de las extracciones de agua (Campuzano *et al.* 2014, p.38) y se estima que el 75% de la población africana depende de estas (Altchenko y Villholth 2013, p. 1498). Sin embargo, hay que señalar que las estimaciones sobre las extracciones y el uso de las aguas subterráneas varían mucho, lo que constituye una brecha de datos crítica.

El aumento del uso de las aguas subterráneas para la agricultura ha provocado un aumento de las tasas de agotamiento en los principales acuíferos de las zonas áridas y semiáridas (UNEP 2012b). Las tasas de bombeo, que durante décadas han superado la recarga natural a largo plazo, han dado lugar a que algunos de los acuíferos más grandes sean "explotados" de forma insostenible (Famiglietti 2014, p.946), de los cuales cinco, de los siete más grandes del mundo, se encuentran en Asia y el Pacífico (UNEP 2016b, p.84).

La extracción excesiva de agua subterránea ha provocado el hundimiento del terreno en algunas ciudades costeras como, por ejemplo, Bangkok; Ciudad Ho Chi Minh; Yakarta; Manila (UNEP 2016b, p. 87). La sobreexplotación de los acuíferos también puede afectar a los ecosistemas de humedales. La fracturación hidráulica (fracking) para la extracción de petróleo y gas es motivo de preocupación por sus impactos en las aguas subterráneas (véase el **Recuadro 9.2**). Las aguas subterráneas suelen estar infraexplotadas en algunas islas debido a la disponibilidad de aguas superficiales, mientras que otras islas pueden depender totalmente de ellas. Así, los impactos del cambio climático pueden conducir a una mayor dependencia y suponer una amenaza para las aguas subterráneas debido a la subida del nivel del mar. Por lo cual, resultan necesarios más estudios, ya que, por ejemplo, las islas están experimentando una creciente escasez de agua dulce (Famiglietti 2014, p.946).

9.4.3 La desaparición de los glaciares

El cambio climático está afectando la disponibilidad hídrica regional en todo el mundo, especialmente en las zonas que dependen del agua de deshielo de los glaciares. Los ríos que se originan en el Hindu-Kush del Himalaya se encuentran entre los sistemas más dependientes del agua de deshielo y son la fuente de diez grandes sistemas fluviales asiáticos entre los que se encuentran el Amu Darya, el Brahmaputra, el Ganges, el Indo, el Irrawaddy, el Mekong, el Salween, el Tarim, el Yangtse y el Amarillo, los cuales proporcionan agua al 20% de la población mundial (UNEP 2016b, p.81) (**Figura 9.7**).

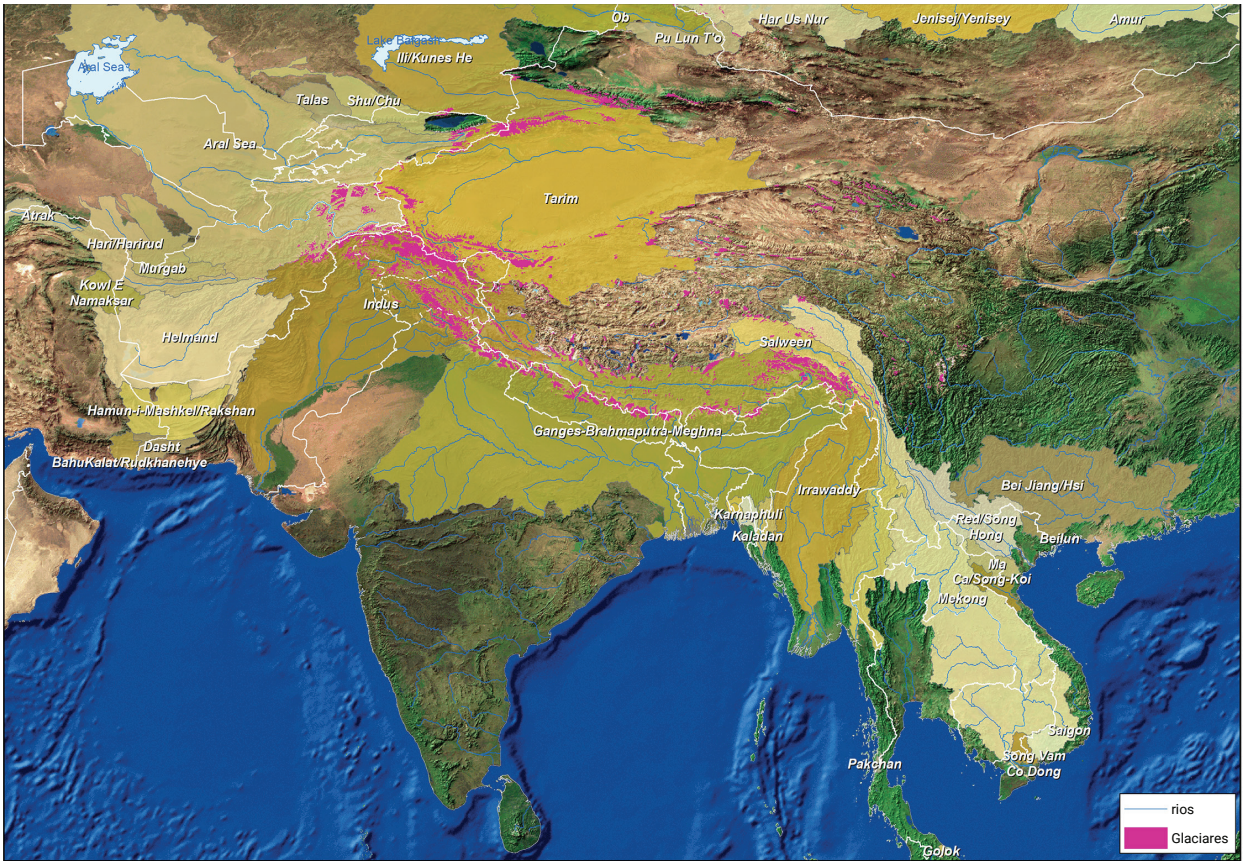
Recuadro 9.2: Impacto de la minería en la calidad del agua

La minería moderna genera grandes volúmenes de residuos como, por ejemplo, roca finamente molida producto de la extracción del mineral; y, de roca estéril como, por ejemplo, roca no mineralizada y mineral de baja calidad, los cuales a menudo contienen minerales de sulfuro de hierro tipo pirita. Su exposición con el medio ambiente de la superficie puede reaccionar con el agua y el oxígeno formando ácido sulfúrico, lo cual produce un drenaje ácido y metalífero (DAM), proceso que puede degradar la calidad del agua y afectar a la biodiversidad acuática. Las recientes rupturas de presas de relaves, por ejemplo, Mount Polley en Canadá y Samarco en Brasil, demuestran que los residuos mineros que se escapan al medio ambiente también pueden afectar significativamente a los ecosistemas acuáticos y a la biodiversidad, ya que las partículas de los relaves asfixian los lechos de los ríos, reducen la penetración de la luz y los niveles de oxígeno y afectan la geomorfología de los ríos (Mudd *et al.* 2013).

Figura 9.6: Ejemplos de arroyos superficiales afectados por el drenaje ácido y metalífero (DAM) y/o los vertidos de residuos. A la izquierda, el Arroyo urbano gravemente afectado por el DAM en la cuenca occidental de Witwatersrand, Johannesburgo, Sudáfrica; a la derecha, sedimento de relaves de la presa de Samarco

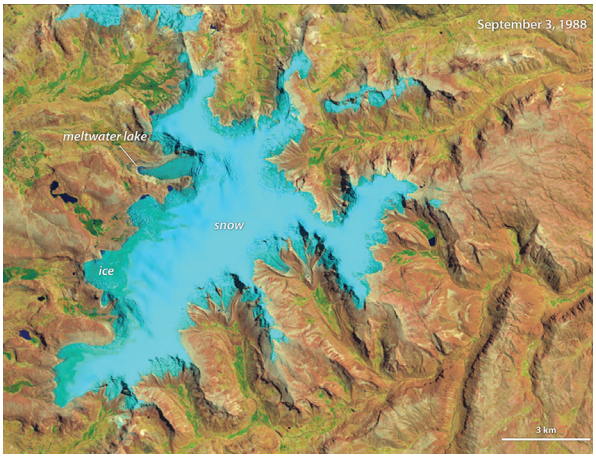


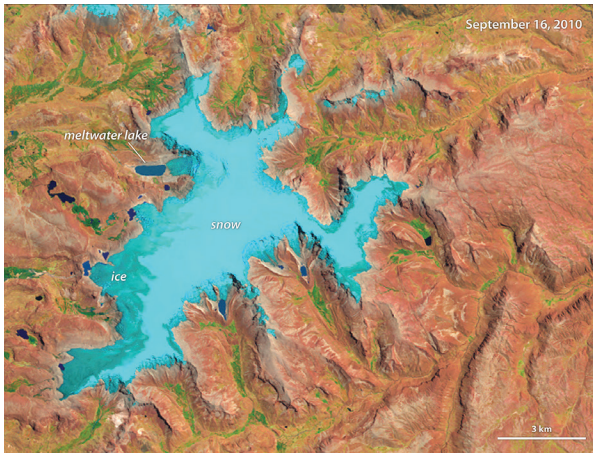
Figura 9.7: Los ríos que se originan en el Hindu-Kush del Himalaya se encuentran entre los sistemas más dependientes del agua de deshielo



Fuentes: PNUMA y Fondo para el Medio Ambiente Mundial [FMAM] 2018; Global Land Ice Measurements from Space [GLIMS] 2018.

Figura 9.8: Retroceso del casquete de hielo de Quelccaya en Perú entre 1988 (izquierda) y 2010 (derecha)





Fuente: Schoolmeester *et al*. (2018).

Los glaciares tropicales de los Andes aportan más del 80% del agua dulce disponible para las poblaciones y los ecosistemas de las regiones tropicales semiáridas de América Latina (UNEP 2013, p.1). Debido al cambio climático, su derretimiento se está dando a un ritmo acelerado (Chevallier *et al.* 2011; Rabatel *et al.* 2013), suscitando una preocupación respecto a la sostenibilidad del suministro de agua (**Figura 9.8**). El retroceso de los glaciares en los Alpes europeos se ha acelerado en las últimas dos décadas (Huss 2012, p.1132), mientras que los glaciares de Asia Central han perdido el 27% de su masa y el 18% de su superficie (Farinotti *et al.* 2015, p. 720; Yao *et al.* 2012).

9.4.4 Escasez de agua

La escasez de agua está definida como una cantidad inferior a 1.000 m^3 per cápita de agua dulce disponible y renovable al año (United Nations World Water Assessment Programme [WWAP] 2012, p.124). La diferenciación entre zonas de escasez económica de agua, es decir, cuando se carece de infraestructuras de almacenamiento, tratamiento y transporte de agua, y la escasez absoluta o física de agua se ilustra en la **Figura 9.9** (WWAP 2012).

El suministro sostenible de agua dulce procedente de fuentes superficiales y subterráneas es fundamental para las necesidades humanas y de los ecosistemas y, por tanto, para el logro de los ODS. Las extracciones excesivas de agua son a menudo la causa de su escasez. La falta de infraestructura, combinada con el rápido crecimiento demográfico, puede conducir a la escasez económica de agua, sin embargo, no siempre existe un acuerdo sobre si la causa de la escasez de agua es de naturaleza física, económica o incluso política. Lo cierto es que el volumen y la calidad del agua no siempre están disponibles en el momento o el lugar adecuados para un uso específico.

La escasez de agua es común en toda Asia Occidental y la región de Asia y el Pacífico, así como en las zonas áridas de África, América Latina, el oeste de los Estados Unidos y Oriente Medio. Entre los factores que suelen estresar los recursos hídricos se encuentran los grandes grupos poblacionales, la expansión e intensificación de la agricultura, la variabilidad de las precipitaciones, un rápido desarrollo, la creciente urbanización, la industrialización y el cambio climático. La desecación del Mar de Aral, en Asia Central, sigue siendo uno de los desastres ambientales hídricos más dramáticos del siglo XX. La mayoría de las proyecciones de los modelos climáticos globales prevén una disminución del 20% de las precipitaciones en los próximos 50 años en Asia Occidental, mientras que el aumento de las temperaturas, la evaporación y la humedad relativa influirán en la disponibilidad de agua (UNEP 2016c, p.12).

La desertificación es un problema acuciante en la región subsahariana de África, derivado del cambio climático y la migración interna (UNEP 2016d). Pese a la prevalencia de una escases física y económica de agua en toda África, los recursos hídricos superficiales y subterráneos destinados a satisfacer las necesidades humanas de subsistencia y desarrollo se consideran poco desarrollados (UNEP 2016d). En este contexto, muchos proyectos de infraestructuras hídricas de pequeña y mediana escala han logrado una buena adaptación para satisfacer la demanda local de agua.

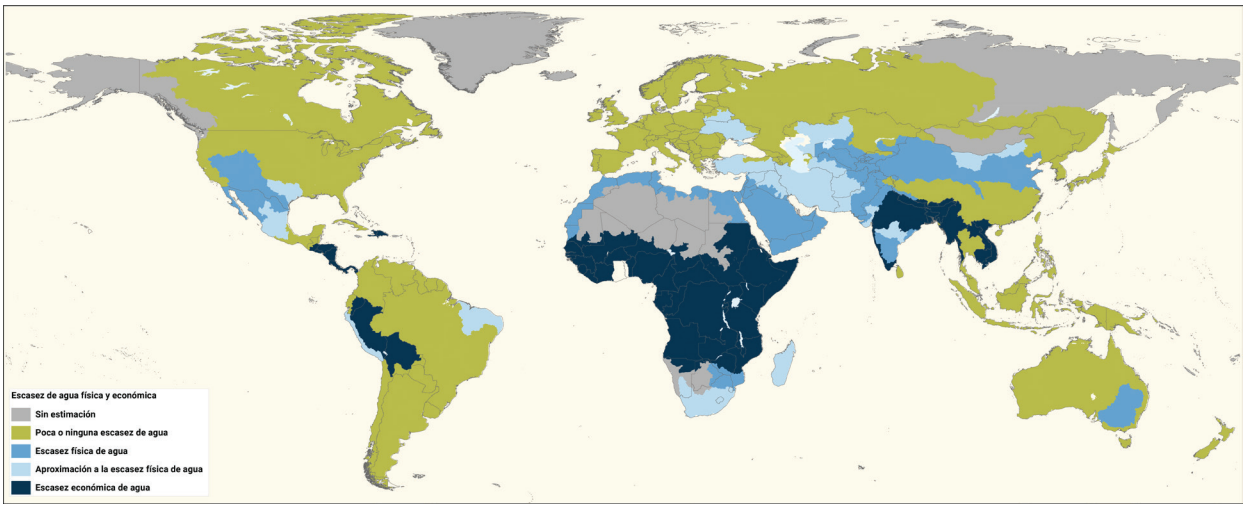
En algunas partes del mundo desarrollado, por ejemplo, Europa, América del Norte y Australia, la escasez de agua es un reto que suele abordarse mediante grandes proyectos de infraestructura hídrica, como presas, tuberías de larga distancia y plantas de desalinización. Teniendo en cuenta las tendencias de crecimiento demográfico previstas, ciertas regiones, como Oriente Medio, África y Asia, tienen que hacer frente a la escasez de agua de forma innovadora y acorde con la escala, incluyendo la gobernanza del agua, la recogida de aguas pluviales y el reciclaje de aguas residuales, mientras abandonan soluciones convencionales del pasado.

9.5 Calidad hídrica

Aunque los procesos naturales también generan contaminantes acuáticos, las actividades humanas relacionadas con el crecimiento demográfico, la urbanización, la expansión agrícola, el transporte y los vertidos de residuos humanos e industriales suelen ser las principales fuentes de contaminación (UNEP 2016e). Entre ellos se encuentran los patógenos, los nutrientes, los metales pesados y los productos químicos orgánicos (Anexo 9-1) procedentes de fuentes puntuales (vertidos domésticos, industriales o de tuberías de aguas residuales; fugas de fosas sépticas) y/o de fuentes no puntuales de captación (escorrentía de la superficie de la tierra procedente del uso agrícola difuso extensivo y de las zonas urbanas tras los eventos de lluvia y deshielo).

En general, la calidad del agua de muchos ríos de América Latina, África, Asia y el Pacífico ha disminuido desde la década de 1990, aunque la mayoría sigue estando en condiciones relativamente óptimas (UNEP 2016e). La calidad del agua de muchos ríos europeos, por su parte, ha mejorado desde la adopción, en el año

Figura 9.9: Escasez de agua física y económica a nivel mundial



Fuente: WWAP (2012, p. 125).

2000, de la Directiva Marco del Agua de la UE. Aproximadamente, el 50% de las aguas de los Estados Unidos incumplen las normas sobre protección de la vida acuática y más del 40% no cumplen las normas de uso recreativo (UNEP 2016a). La calidad del agua de muchos lagos y embalses está especialmente amenazada en todo el mundo debido a sus largos periodos de estancamiento y a su tendencia a acumular contaminantes (International Lake Environment Committee Foundation [ILEC] y UNEP 2016), entre los que se incluyen la escorrentía agrícola y urbana no puntual, el tratamiento *in situ* de las aguas residuales, la extracción de petróleo y gas y las actividades de fracking, mineras y las fuentes industriales. (Foster *et al.*2016). La contaminación natural ocurre en algunos casos como resultado de la salinidad del cloruro de sodio, arsénico, flúor, y la radiactividad en acuíferos de aguas subterráneas fósiles.

Los efectos e impactos en la salud humana de este último tipo de aguas no tratadas representan una preocupación especial (Morris *et al.* 2003; UNEP 2016e).

9.5.1 Patógenos

Las enfermedades transmitidas por el agua siguen siendo un reto importante en muchas ciudades y comunidades rurales de África, Asia, el Pacífico y América Latina (Anexo 9-1). Aunque la recogida y el tratamiento de los excrementos humanos ha reducido en gran medida el problema en los países desarrollados, los vertidos de aguas residuales siguen generando grandes cargas de patógenos. A pesar de que los parásitos pueden sobrevivir durante muchas semanas en los cuerpos de agua, los virus pueden sobrevivir al tratamiento del agua potable.



© Shutterstock/clicksabhi

Los patógenos siguen siendo una de las principales causas de muerte y enfermedad en los seres humanos, sobre todo en los países en desarrollo (http://www.who.int/water_sanitation_health/takingcharge.html). Por ejemplo, la levada mortalidad infantil está asociada a las enfermedades diarreicas derivadas del agua contaminada en África, Asia, el Pacífico y América Latina (Anexo 9-1). Entre las principales fuentes de patógenos se encuentran los desechos humanos y ganaderos inadecuadamente tratados y la combinación de los desbordamientos y fugas del alcantarillado. (**Figura 9.10**).

Muchos países en desarrollo hacen uso del riego con aguas residuales inadecuadamente tratadas o diluidas, lo que aumenta la productividad agrícola de muchas comunidades pobres, pero a menudo a expensas de los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Los estudios comparativos ponen de manifiesto la degradación del medio ambiente y las mayores tasas de enfermedades transmitidas por el agua en las zonas regadas con aguas residuales (tasa de prevalencia del 75% de gastroenteritis en niños de 8 a 12 años, frente al 13% en las zonas regadas con agua dulce) (Grangier, Qadir y Singh 2012).

La resistencia a los antibióticos y a los antimicrobianos es una de las principales preocupaciones sanitarias a nivel mundial, siendo la propagación en el medio ambiente de las bacterias y los genes de resistencia un componente crítico de los esfuerzos de control integrado (Berendonk *et al.* 2015). La principal fuente sigue siendo la excreción humana y animal, con la acuicultura que aumenta cada vez más los niveles en el medio acuático (Kümmerer 2009). La Organización Mundial de la Salud (OMS) prevé que la resistencia a los antimicrobianos se convertirá en una de las principales causas de muerte en todo el mundo para el año 2050 (Anexo 9-1). Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen diversas capacidades para eliminar las bacterias resistentes a los antibióticos y una capacidad limitada para eliminar los medicamentos de esa naturaleza (Pruden *et al.* 2013; Berendonk *et al.* 2015).

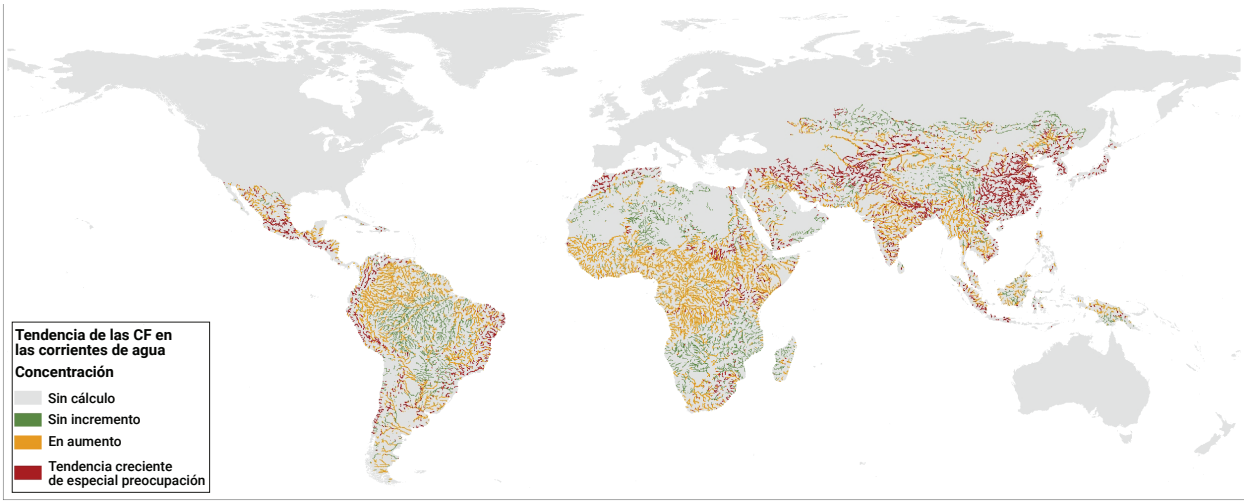
9.5.2 Nutrientes

La eutrofización, normalmente, supone durante un largo periodo de tiempo, el proceso natural de envejecimiento de los lagos y humedales, con lo cual, estos se enriquecen con nutrientes y sedimentos, convirtiéndose en más productivos desde el punto de vista biológico (Anexo 9-1). Ampliamente, las actividades humanas pueden aumentar estas cargas de nutrientes, acelerando este proceso, con efectos perjudiciales para todo el ecosistema. Las floraciones de algas y el crecimiento de plantas acuáticas resultantes interfieren con muchos usos humanos del agua, afectando, en gran medida, el equilibrio y la diversidad de la flora, la fauna y las especies de algas acuáticas (OECD 1982; Research Center for Sustainability and Environment-Shiga University y ILEC 2014). Entre las principales fuentes de nutrientes se encuentran los vertidos de aguas residuales domésticas inadecuadamente tratadas, la escorrentía urbana y agrícola, la acuicultura y la maricultura. Las floraciones de algas pueden hacer que los lagos, embalses y ríos de corriente lenta se vuelvan turbios y de color verde, agotando el contenido de oxígeno del agua cuando las algas mueren y se descomponen. Algunas especies de algas verdeazules que resultan tóxicas para los peces y el ganado (O'Neil et al. 2012), también afectan la salud humana. También se ha encontrado una clara relación entre el cambio climático y la eutrofización de los lagos (Jeppersen *et al.* 2010).

Más de la mitad de las cargas totales de fósforo en las cinco regiones de la ONU Medio Ambiente proceden de la escorrentía de fertilizantes agrícolas inorgánicos (**Figura 9.11**). Los desechos del ganado utilizados como fertilizantes también pueden ser problemáticos porque su proporción de nitrógeno-fósforo es mayor que la que necesitan los cultivos, lo que puede saturar los suelos con fósforo, para luego, posiblemente, llegar a las masas de agua a través de la escorrentía de fuentes no puntuales. Es de anotarse que los aportes de nutrientes fluviales a las zonas costeras casi que se duplicaron entre 1970 y 2000 (Anexo 9-1). El Golfo de México presenta una "zona muerta" que suele abarcar cerca de 13.800 km^2 atribuidos al nitrógeno procedente de los campos de cereales del medio oeste de Estados Unidos, el cual es transportado por el río Misisipi, con la consiguiente descomposición de las algas que consumen el oxígeno del agua y sofocan la vida marina. En comparación con la década de 1950, actualmente hay casi cuatro veces más zonas muertas (400) en los océanos, incluyendo el Mar Mediterráneo (Pearce 2018).

Algunas de las principales zonas urbanas de Asia y el Pacífico sufren problemas de nitratos en las aguas subterráneas debido a las fugas de las alcantarillas y los pozos sépticos (Umezawa *et al.* 2009) y las zonas rurales de muchos países se ven afectadas por la excesiva aplicación de fertilizantes químicos (Novotny *et al.* 2010). Los efectos de los nitratos en las aguas subterráneas son desde hace tiempo un problema de salud pública, sobre todo, como factor causante de la metahemoglobinemia en los bebés (síndrome del "bebé azul").

Figura 9.10: Modelos de estimación sobre las tendencias de los niveles de bacterias coliformes fecales en los ríos durante 1990-1992 y 2008-2010



Los tramos fluviales de color naranja o rojo indican un aumento de las concentraciones entre estos períodos; los tramos fluviales de color rojo indican tendencias crecientes de especial preocupación

Fuente: UNEP (2016e).

Aunque más de la mitad de las aguas superficiales de la UE mejoraron durante el período 1992-2010 dado que los niveles medios de fosfato y nitrato de los ríos disminuyeron en un 57% y un 20%, respectivamente, muchas siguen sin cumplir los objetivos ambientales de la Directiva del Marco del Agua de la Unión Europea (European Union 2000).

9.5.3 Sedimentos

Los sedimentos son el resultado de la erosión de las superficies de suelo expuestas. Gran parte del suelo erosionado se deposita en las cuencas de todo el mundo, incluso en África, Asia y América Latina. La deforestación, las malas prácticas agrícolas y ganaderas, la recogida intensiva de leña, la minería, la urbanización y los asentamientos no planificados son las principales causas de la vulnerabilidad del suelo con respecto a la erosión y la escorrentía generada por las tormentas que arrastran el suelo a los cuerpos de hídricos situados aguas abajo (Anexo 9-1). Los contaminantes asociados a los sedimentos pueden tener impactos en la salud humana e interferir en los usos del agua y en el metabolismo y los hábitats de los organismos acuáticos (UNEP 2017). Los canales artificiales de las presas y el desarrollo urbano pueden cambiar las trayectorias de los flujos de sedimentos, provocar la erosión y reducir los sedimentos disponibles para construir riberas, deltas fluviales y playas a lo largo de las costas, provocando cambios en los ecosistemas acuáticos (Blum y Roberts 2009, Syvitski *et al.* 2009; Yang *et al.* 2011; Cloern y Jassby 2012; Adams *et al.* 2016; Yihdego, Khalil y Salem 2017).

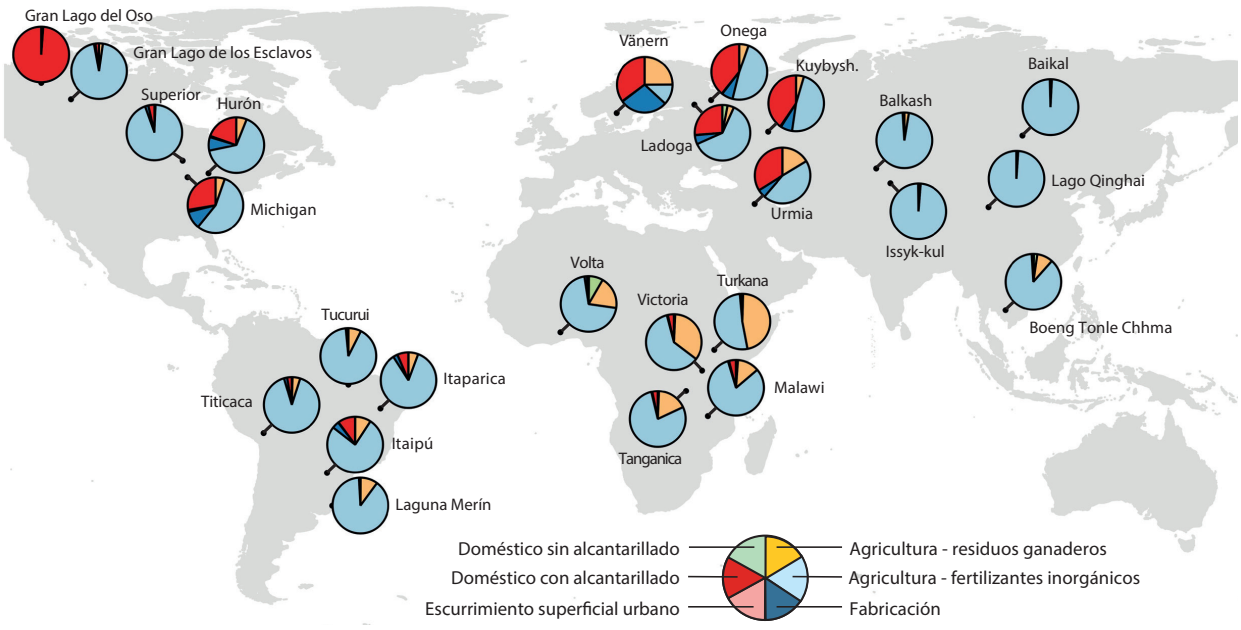
9.5.4 Contaminantes orgánicos

La biodegradación de los contaminantes orgánicos, como el estiércol líquido, los efluentes de las aguas residuales y los lodos de depuración, puede reducir las concentraciones de oxígeno en las masas de agua, provocando la muerte de peces y liberando metales pesados de los sedimentos del fondo en la columna de agua, un proceso caracterizado por una elevada demanda bioquímica de oxígeno (DBO) procedente de la descomposición microbiana de estos contaminantes. La descomposición de las algas también puede reducir el contenido de oxígeno en las masas de agua eutróficas, especialmente en los lagos y humedales.

A partir de los modelos de análisis, las concentraciones de DBO aumentaron en muchas partes de África, Asia y el Pacífico y América Latina durante el período 1990-2010 debido a los vertidos de aguas residuales industriales y domésticas y a la escorrentía agrícola y urbana, presentándose los mayores incrementos en los países de rápida urbanización e industrialización (Anexo 9-1). La contaminación por DBO en la mayoría de los países desarrollados ha disminuido significativamente, gracias a la mejora en el tratamiento de las aguas residuales (por ejemplo, la aplicación de la Directiva de la UE de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas).

Los contaminantes orgánicos sintéticos incluyen los pesticidas, los productos químicos industriales y los disolventes, así como los productos de cuidado personal y farmacéuticos. Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) son especialmente problemáticos porque no se biodegradan fácilmente en el medio acuático. Su uso se da en muchas aplicaciones industriales y agrícolas, pudiendo llegar a afectar la salud humana y la de los ecosistemas acuáticos, ya que persisten en los tejidos grasos de los seres humanos, los peces y otros organismos, al mismo tiempo que se acumulan en los sedimentos. El DDT, por ejemplo, presenta riesgos cancerígenos y teratogénicos para el ser humano, pese a lo cual aún continúan siendo usados en muchas regiones con el fin de controlar la malaria (Anexo 9-1). Otros compuestos sintéticos, incluidos aquellos que no son COP, siguen entrando en la cadena alimentaria ecológica en todo el mundo, mientras que otros, como las sustancias químicas que alteran el sistema endocrino, se consideran contaminantes de preocupación emergente (véase la Sección 9.5.7). Los insecticidas sistémicos neonicotinoides y fipronil, por ejemplo, son solubles en agua y pueden filtrarse en los sistemas de agua dulce y marinos. Los insecticidas neonicotinoides son tóxicos para la mayoría de los artrópodos e invertebrados, mientras que el fipronil es tóxico para los peces y algunas especies de aves (Anexo 9-1; van Lexmond *et al.* 2015; Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services 2017).

Figura 9.11: Fuentes de las cargas antropogénicas de fósforo total en los lagos (los cinco lagos más grandes por superficie en cada una de las cinco regiones de ONU Medio Ambiente), mostrando las contribuciones porcentuales medias en las cargas anuales entre 2008-2010



Fuente: PNUMA (2016e).

9.5.5 Metales pesados

Los metales pesados, empleados en diversos sectores industriales y agrícolas, muestran una amplia presencia en el medio ambiente. Su procedencia deriva de actividades industriales y mineras, de gran escala y a nivel artesanal, que han degradado gravemente el agua en algunos países de Asia, el Pacífico y Sudamérica (Da Rosa *et al.* 1997; Spitz y Trudinger 2008; Sikder *et al.* 2013; Anexo 9-1). Estos metales pueden bioacumularse en plantas cultivadas con agua de riego contaminada (Arunakumara, Walpola y Yoon 2013; Lu *et al.* 2015). Muchos de estos metales como el mercurio, plomo, cromo, cadmio, son tóxicos para los seres humanos y los organismos acuáticos (Kim *et al.* 2017).

África y América Latina son las regiones que más problemas afrontan de metales pesados asociados a la minería de uso intensivo hídrico (Anexo 9-1). De igual forma, el drenaje del agua de las minas activas y abandonadas puede causar una importante degradación del agua, así, por ejemplo, el mercurio y el arsénico utilizados en la minería del oro pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas. Entre los ejemplos de vertido de aguas mineras sin tratar en arroyos y ríos se encuentran el Monte Morgan (Australia) y el río Tisza (Hungría), lugares en los cuales se ha presentado una degradación de los embalses, del agua de riego agrícola y de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos. También se ha informado de la contaminación de las aguas subterráneas en Alberta, Canadá, a causa de la industria de las arenas bituminosas (Timoney y Lee 2009).

La contaminación de las aguas subterráneas con arsénico natural se produce en el sur de Asia y en otros países de Asia y el Pacífico (Rahman, Ng y Naidu 2009; Anexo 9-1). La movilización de esta sustancia también puede verse facilitada o agravada por actividades humanas como la minería de metales y la extracción de aguas subterráneas y, en algunos casos, por el uso de pesticidas a base de arsénico en la agricultura y la conservación de la madera. Aunque siguen existiendo algunos problemas, desde el año 2000, la contaminación por metales pesados en los países de la UE ha disminuido. Un ejemplo dramático de contaminación por metales pesados fue el de Flint, Michigan (Estados Unidos), cuando en 2014, se tomó la decisión de cambiar el suministro de agua potable para la ciudad el cual era proveniente del Lago Hurón y tomarlo del Río Flint, el cual contiene agua más corrosiva que liberó el plomo de las tuberías del sistema de distribución de agua de la ciudad, lo cual tuvo importantes repercusiones para la salud humana (Masten *et al.* 2016).

9.5.6 Salinidad

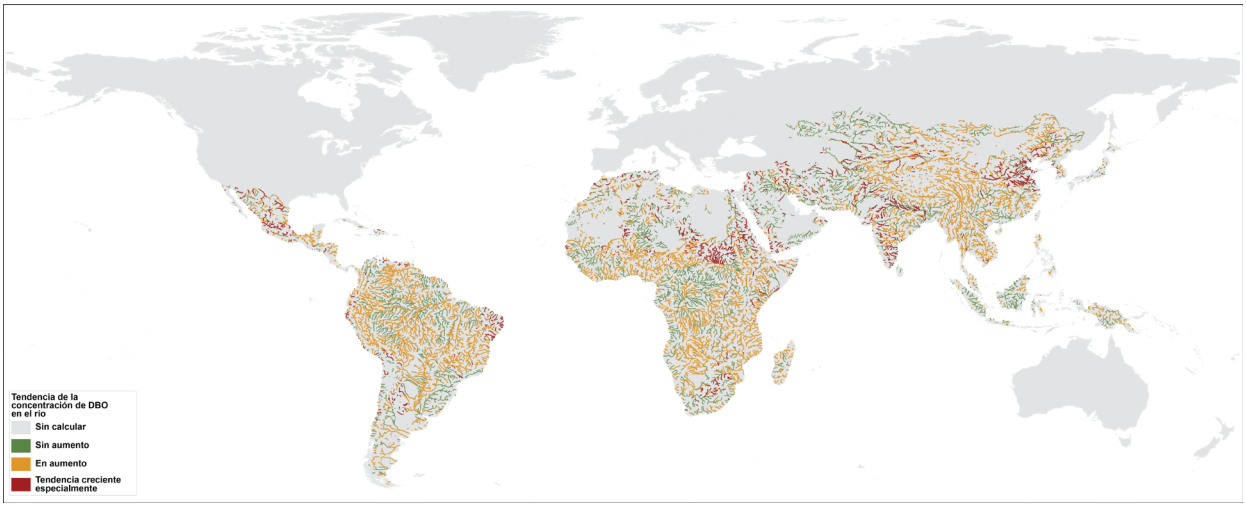
El aumento de la salinidad, medida que muestra la cantidad de minerales que se encuentran disueltos en el agua dulce, es consecuencia de los cambios en el uso de la tierra, el drenaje para el riego agrícola, la evaporación de los lagos y la intrusión del agua de mar, que suele ser más grave en las regiones áridas y semiáridas (Vengosh 2003). El exceso de salinidad hace que el agua no sea apta para muchos usos humanos y la mayoría de los organismos de agua dulce tienen una tolerancia limitada a esta (UNEP 2016e).

Los problemas de salinidad persisten en diversos grados en ríos de toda África, Asia y el Pacífico y América Latina, afectando al regadío agrícola como resultado de la acumulación de minerales naturales en el agua de riego, así como también al agua de uso industrial (Foster *et al.* 2018; Anexo 9-1), siendo entonces la salinización del agua superficial un problema importante en Asia Central. La intrusión de agua salina en los acuíferos costeros puede ser resultado de la extracción excesiva y la mala gestión, así como del aumento del nivel del mar. Además del sodio, las aguas con niveles elevados de magnesio son ejemplos emergentes de deterioro de la calidad del agua que conducen a limitaciones ambientales y de seguridad alimentaria en varios esquemas de riego (Qadir *et al.* 2018).

9.5.7 Contaminantes de preocupación emergente

Los contaminantes del agua de preocupación emergente incluyen ciertos productos farmacéuticos humanos y veterinarios, productos de cuidado personal, repelentes de insectos, desinfectantes antimicrobianos, retardantes de llama, metabolitos de detergentes, microplásticos y nanomateriales manufacturados ("nanopartículas") (**Figura 9.13**; Kolpin *et al.* 2002; UNESCO 2016; Yuan *et al.* 2018).

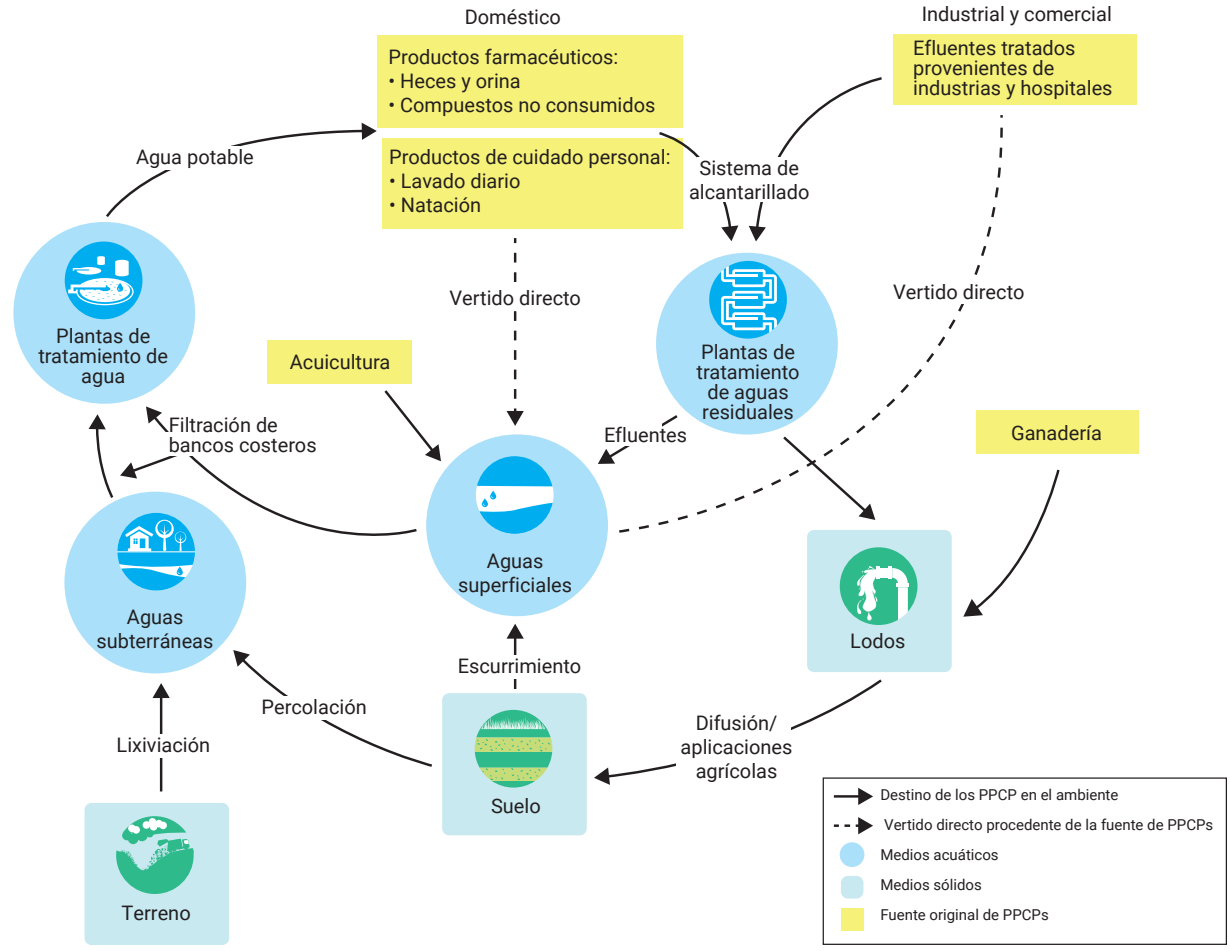
Figura 9.12: Estimaciones del modelo de tendencias sobre las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en los ríos entre 1990-1992 y 2008-2010



Tramos naranjas y rojos del río: concentraciones crecientes entre estos dos periodos; tramos rojos del río: tendencia de creciente preocupación.

Fuente: PNUMA (2016e).

Figura 9.13: Fuente y canales de ingreso de los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCP, por sus siglas en inglés) en las aguas superficiales y subterráneas, subrayando la necesidad de mejorar la detección de aquellos productos comúnmente encontrados y sus productos de transformación



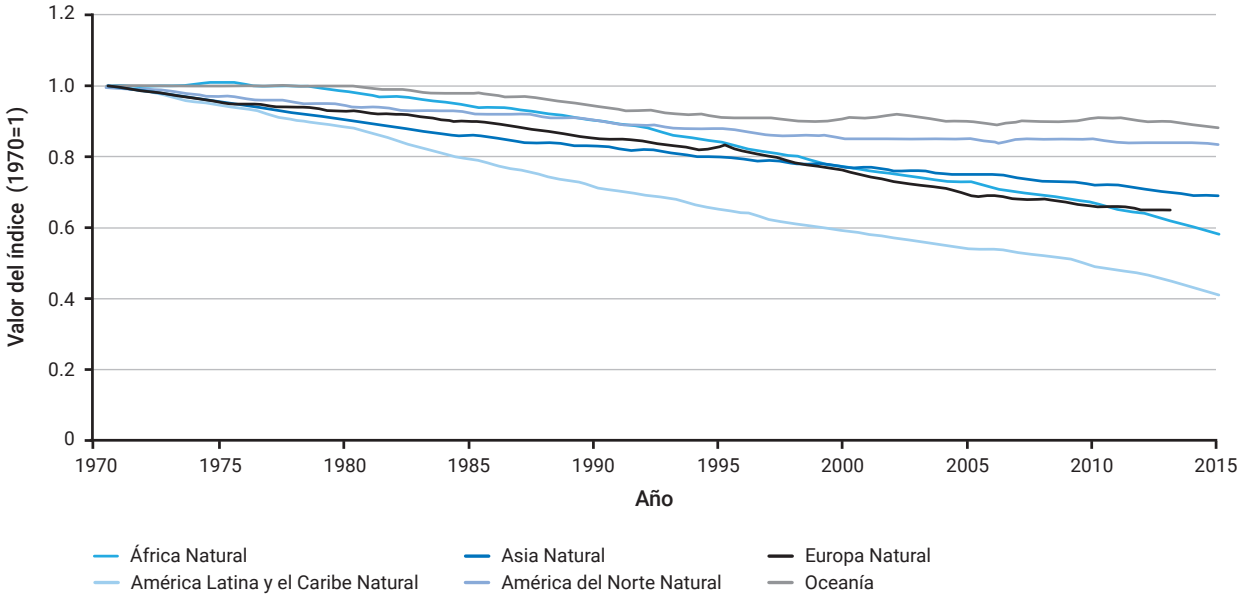
Fuente: Adaptado de Petrović *et al.* (2003); Mompelat *et al.* (2009); Yang *et al.* (2017).

El Servicio Geológico de los Estados Unidos detectó tales contaminantes en la mayoría de los arroyos muestreados en dicho país (Anexo 9-1; Kolpin *et al.* 2002). También se detectaron en todos los mares paneuropeos, así como en las aguas subterráneas (Sui *et al.* 2015; Corada-Fernández *et al.* 2017). Utilizadas en retardantes de fuego, repelentes de aceite y agua, muebles, ropa impermeable, envases para llevar y utensilios de cocina antiadherentes, las sustancias de poli y perfluoroalquilo (PFAS, por sus siglas en inglés) se encontraron en los sistemas de agua que abastecen a 16 millones de personas en 33 estados de Estados Unidos entre 2013 y 2015 (INTJ Input 2017). El tratamiento convencional de las aguas residuales domésticas e industriales no es eficaz para eliminar la mayoría de estos contaminantes.

Muchos de ellos son productos químicos que alteran el sistema endocrino (EDC, por sus siglas en inglés), atribuidos en parte a los desbordamientos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, en particular las que tienen sistemas combinados de alcantarillado. En estudios específicos realizados en Europa, la región de Asia y el Pacífico, Canadá y los Estados Unidos (Anexo 9-1; Sui *et al.* 2015), se demostró que sus impactos a largo plazo en la salud humana incluyen el subdesarrollo fetal, el neurodesarrollo infantil y la infertilidad masculina (Meeker 2012).

Los micro y nanoplásticos (nanomateriales manufacturados) resultantes de los microplásticos en los cosméticos, la fragmentación de los grandes residuos plásticos, las partículas de desgaste de los neumáticos y el lavado de ropa de base sintética están afectando cada vez más a los ecosistemas de agua dulce y marinos (Anexo 9-1; Horton *et al.* 2017). De los 275 millones de toneladas (métricas) de residuos plásticos generados por 192 países en 2010, se estima que entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas acabaron en los océanos debido a una gestión inadecuada de los residuos sólidos. Estos se encuentran en las aguas dulces y oceánicas de todo el mundo, en los sedimentos de los ríos y deltas y en los estómagos de organismos que van desde el zooplancton hasta las ballenas (UNEP 2016g). Los microplásticos también pueden contener y absorber sustancias químicas tóxicas. Los residuos electrónicos son también cada vez más preocupantes debido a su abundancia generalizada y a los riesgos desconocidos para la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Figura 9.14: Estado y tendencias de los humedales en el mundo desglosados por regiones



Índice basado en la extensión total de la superficie de los humedales en 1970 = 1, según una búsqueda bibliográfica.

Fuente: Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA (UNEP-WCMC) (2017).

9.5.8 Otros problemas de calidad del agua

La contaminación de las aguas subterráneas a causa de las actividades de fracking de petróleo y gas, que utilizan grandes cantidades de productos químicos y descargan grandes volúmenes de "agua producida", es un problema en las Américas (Osborn *et al.* 2011; Vengosh *et al.* 2014; Anexo 9-1). Los metales pesados, el material particulado, diversos productos químicos orgánicos y los EDC se utilizan ampliamente en estas operaciones de petróleo y gas natural o se convierten en subproductos de las mismas (Webb *et al.*2011; Wang *et al.* 2017).

La acidificación de los lagos debida a la deposición atmosférica de las emisiones de combustibles fósiles causa problemas en las zonas que carecen de suelos o lechos de roca capaces de amortiguar dichas emisiones, como el noreste de Estados Unidos, el sureste de Canadá y algunas regiones escandinavas. Una mejora en la situación se ha dado para los lagos afectados de la región de las montañas Adirondack del noreste de Estados Unidos, donde las emisiones de óxido de azufre y nitrógeno han disminuido desde la década de 1970 (Anexo 9-1; Driscoll *et al.* 2016).

La contaminación térmica y los radionúclidos también representan problemas de calidad del agua. En el primer caso, la contaminación térmica, que suele ser el resultado del uso de agua dulce como refrigerante en las centrales eléctricas y en las actividades de fabricación industrial, puede degradar la calidad del agua al cambiar su temperatura ambiente. Los impactos pueden ser múltiples, entre ellos la reducción de la concentración de oxígeno disuelto, a la vez que aumentan las tasas de respiración de los organismos acuáticos que la utilizan. Algunas poblaciones de especies acuáticas pueden disminuir al no poder prosperar o reproducirse en aguas a mayor temperatura, mientras que otras pueden aumentar, cambiando potencialmente la dinámica general del ecosistema de una masa de agua. La contaminación radiactiva, normalmente en forma de emisiones accidentales de radionucleótidos procedentes de actividades nucleares, ha contaminado los sistemas de agua dulce continentales en algunas zonas, con consecuencias negativas para los organismos acuáticos y de otro tipo, incluidos los humanos, quienes hacen uso de estas masas de agua (Echols, Meadows y Orazion 2009).

9.6 Ecosistemas de agua dulce

9.6.1 Pérdida continua de humedales

Los ecosistemas de agua dulce (o humedales interiores) incluyen marismas, pantanos, turberas, bosques de humedales, ríos, lagos, estanques y cabeceras de cuenca. Estos ofrecen una serie de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y apoyo, como el suministro de agua y alimentos, forraje y materiales de construcción, secuestro de carbono y nutrientes, en hábitats únicos para especies en peligro de extinción (incluidas las aves migratorias), con una capacidad de amortiguación de inundaciones y sequías, ecoturismo y servicios culturales (WWAP 2018). Aunque los ecosistemas de agua dulce solo cubren el 0,8% de la superficie de la Tierra, estos albergan, aproximadamente, el 10% de todas las especies conocidas (World Wide Fund For Nature [WWF] 2016), encontrándose entre los hábitats más biodiversos del mundo. Sin embargo, son los ecosistemas más afectados por el cambio en el uso de la tierra, especialmente, por la creciente urbanización y expansión agrícola.

Según estimaciones, desde 1900, entre el 69% y el 75% de los humedales de todo el mundo se han perdido debido al rápido crecimiento de la población, la urbanización y la expansión agrícola (Davidson 2014). La magnitud de la pérdida desde 1970 difiere notablemente entre las regiones, siendo la tasa más lenta de pérdida la que se observa en Oceanía y Norteamérica. La estabilización de la tasa de pérdida en la última región se debe en parte a su actual política nacional de "no pérdida neta de humedales" (United States Fish y Wildlife Service 1994). Aunque los humedales construidos pueden compensar hasta cierto punto la eliminación de algunos humedales naturales, generalmente no suelen proporcionar el mismo nivel de funcionamiento ecosistémico, de resistencia y de biodiversidad, lo que pone de relieve la necesidad de proteger y conservar los humedales naturales (véase la Sección 9.4).

Los servicios ecosistémicos de todos los tipos de humedales se han valorado económicamente en un rango muy amplio que va de 300 a 887.828 dólares por hectárea al año, con un valor medio

de 12.163 dólares (de Groot *et al.* 2012). Dado lo anterior, resulta necesario realizar evaluaciones más específicas. Una valoración reciente de los servicios ecosistémicos de los pantanos y las llanuras aluviales atribuyó un valor global medio anual de 25 mil dólares por hectárea al año, excluyendo el valor del propio terreno (Costanza *et al.* 2014). Entre 1997 y 2011, la pérdida anual estimada para la economía mundial por la disminución de las zonas de pantanos y llanuras aluviales de 165 a 60 millones de hectáreas es de 2,7 billones de dólares (Costanza *et al.* 2014).

Pese a cubrir solo el 3% de la superficie terrestre del planeta, las turberas tienen un alto valor de secuestro de carbono, de ahí que contengan más carbono que toda la biomasa forestal mundial combinada (Joosten 2015). La turbera tropical más grande del mundo, Cuvette Centrale, cubre un área de 145.500 km^2 en la cuenca del río Congo y se estima que contiene 30 gigatoneladas de carbono acumulado durante los últimos 11.000 años (Dargie *et al.* 2017). El drenaje de las turberas para la agricultura, por ejemplo, para las grandes plantaciones de aceite de palma de Indonesia y Malasia, descompone la turba, emitiendo rápidamente carbono en forma de CO_2 y metano. Sin embargo, en los últimos 40 años, han sido drenadas el 15% de las turberas a nivel mundial, lo que supone, aproximadamente, el 5% de las emisiones mundiales de carbono (Joosten 2015).

Una vez que la turba es drenada se descompone rápidamente, se seca, se encoge y se hunde. Las turberas costeras tropicales se hunden en un promedio de 5 a 7 cm al año, por lo que son vulnerables a la salinización durante las mareas de tempestad. Durante los periodos secos y calurosos, el riesgo de incendio en las turberas es elevado (Jayachandran 2009), como lo demuestran los extensos incendios de turba que se produjeron en Indonesia y que exacerbaron la contaminación causada por el humo marrón en toda la región asiática en el verano de 2015 (Carmenta, Zabala y Phelps 2015).

El permafrost de las turberas boreales en el Círculo Polar Ártico y sus alrededores, se está descongelando y drenando debido al cambio climático, con efectos en los flujos de carbono locales y globales (Joosten 2015; Couture *et al.* 2018). Aparte del carbono adicional emitido, el deshielo del permafrost está dañando las infraestructuras y las viviendas, lo que afecta la calidad de vida de los habitantes del Ártico. Tanto para las turberas tropicales como para las boreales, la solución técnica más directa para hacer frente a las emisiones de carbono de las turberas drenadas es volver a humedecer la turba, devolviendo el nivel freático a la superficie del suelo, como se está haciendo actualmente a gran escala en Indonesia, Canadá, Suecia y Suiza (Zerbe *et al.* 2013).

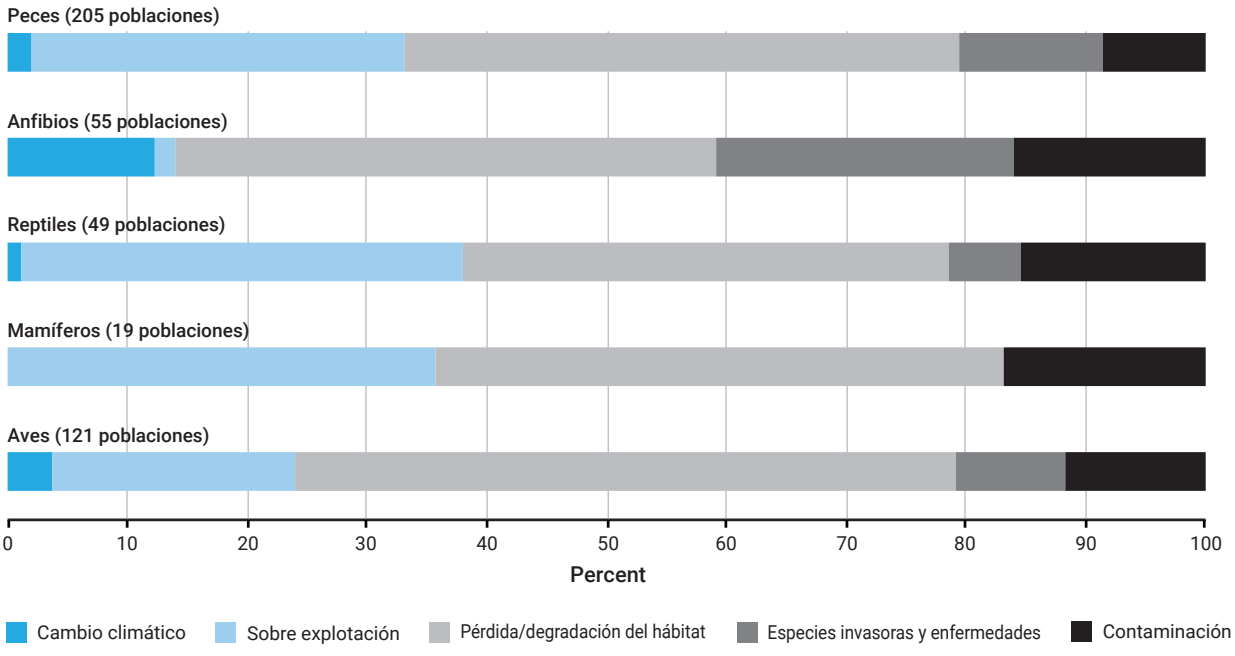
9.6.2 Pérdida de biodiversidad

Hay pruebas de que la abundancia de las poblaciones de flora y fauna se ha reducido significativamente, como consecuencia de la pérdida de humedales y de los impactos de la contaminación, en particular la eutrofización, la toxicidad química y los metales, así como por los peligros del plástico y otros residuos (WWF 2016). Aunque los humedales tienen la capacidad de filtrar y mejorar la calidad del agua, la continua descomposición de la materia orgánica y otros nutrientes puede llevar a un punto de inflexión en su calidad, más allá del cual un humedal ya no puede regenerarse por sí mismo, llevando a que los conjuntos de especies cambien notablemente.

La fragmentación de los ríos por la construcción de presas y la desviación de aguas, con la consiguiente pérdida y degradación de los hábitats de los humedales, tiene un impacto significativo en las poblaciones de peces, especialmente en las especies migratorias y endémicas. Téngase en cuenta que las poblaciones de peces también están siendo sobreexplotadas para su alimentación. En cuanto a las especies de anfibios, estas están experimentando un dramático declive debido a la pérdida de hábitat, a las especies invasoras, a las enfermedades y a la contaminación, seguidas por el cambio climático (WWF 2016) (véase la **Figura 9.15**). Los reptiles y muchas especies de aves se ven profundamente afectados por la pérdida de humedales, mientras que los mamíferos acuáticos, como las nutrias, también sufren extinciones locales por la pérdida de hábitat y la sobreexplotación.

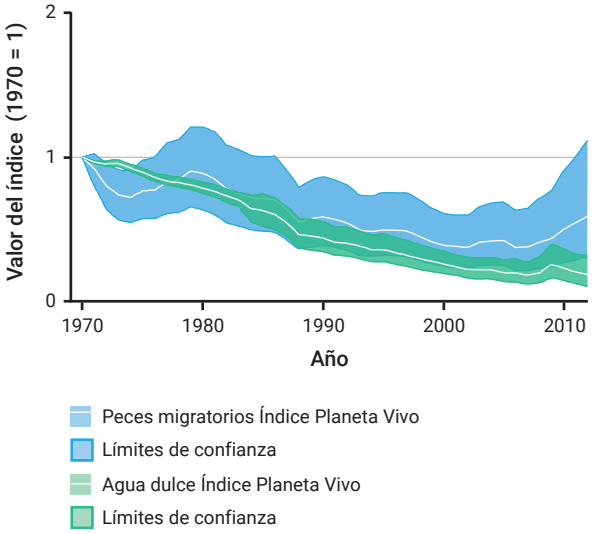
El Índice del Planeta Vivo (IPV) mide las tendencias de abundancia de las poblaciones de 881 especies de agua dulce monitorizadas

Figura 9.15: Diferencias taxonómicas en la frecuencia de amenazas para 449 poblaciones de agua dulce en declive en la base de datos del Índice Planeta Vivo (IPV)



Fuente: WWF (2016).

Figura 9.16: Los peces migratorios del Índice Planeta Vivo (IPV) muestran un descenso del 41% entre 1970 y 2012, con un reciente repunte y el IPV de agua dulce para 881 especies de agua dulce monitorizadas muestra un descenso del 81%.



Source: WWF (2016).

en todo el mundo a través de 3.324 poblaciones diferentes (véase el Capítulo 6). Análisis recientes indican un descenso del 81% del IPV en los ecosistemas de agua dulce entre 1970 y 2012, siendo el índice más alto monitorizado dentro de todos los tipos de hábitat (WWF 2016).

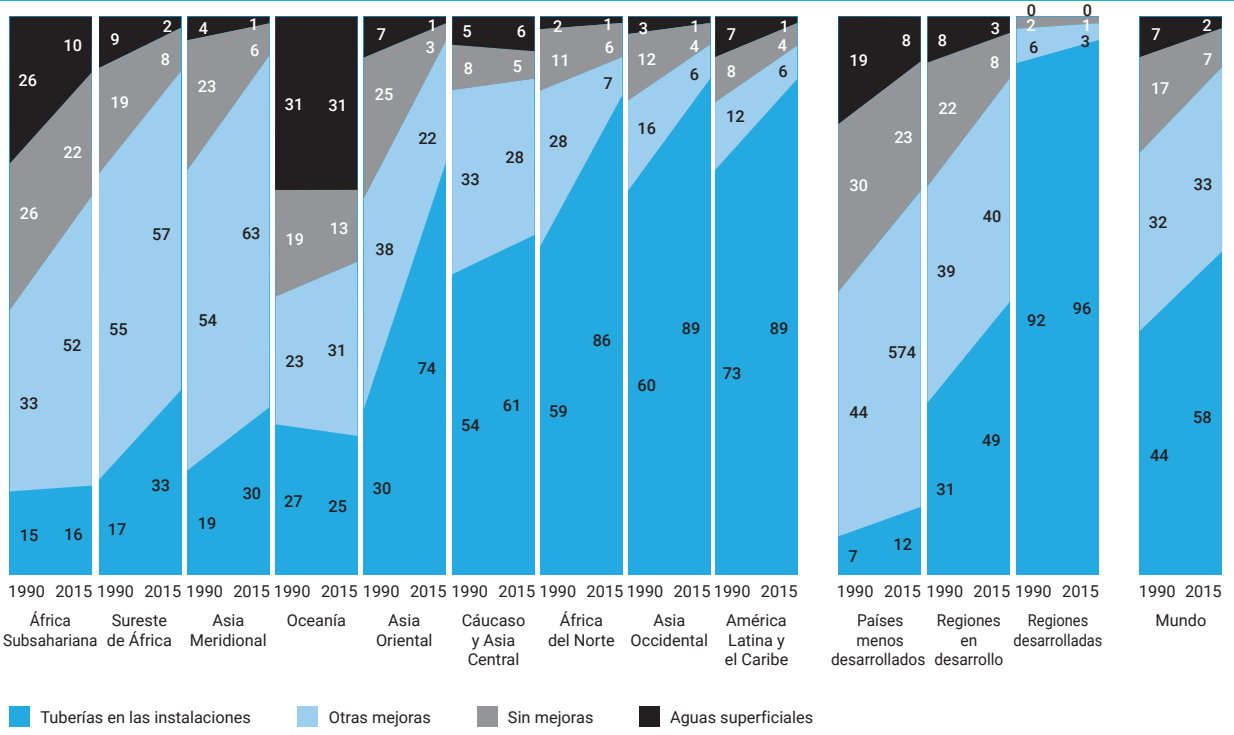
El IPV disminuyó un 41% durante este período para los peces migratorios, basándose en la medición de más de 162 especies de peces (**Figura 9.16**). A partir de 2008 se aprecia cierta mejora, en respuesta a la eliminación de represas, la instalación de escaleras para peces y la mejora del paso ascendente y descendente de los peces migratorios en muchos lugares. Las poblaciones de especies migratorias de aves y mamíferos en determinados humedales gestionados también están empezando a recuperarse, en respuesta a la conservación del hábitat y la repoblación. En cambio, la disminución de las especies de anfibios e invertebrados de los humedales, incluidos los insectos, es mucho mayor (WWF 2016).

9 .7 Infraestructura del agua

9.7.1 Suministro de agua potable: tratamiento y distribución

El suministro de agua potable segura y fiable es un objetivo permanente de las instituciones encargadas del desarrollo, que requiere la modernización de las infraestructuras envejecidas y la construcción de otras nuevas. En muchas partes del mundo, la infraestructura original se está deteriorando, lo que exige su modernización. Sin embargo, en algunas ciudades de América Latina y el Caribe, el suministro de servicios de agua potable no ha seguido el ritmo de la urbanización (UNEP 2016f; World Health Organization [WHO] y United Nations Children's Fund [UNICEF] 2016). En 2010, el Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM) de reducir a la mitad el número de personas sin acceso a agua potable se logró, aunque con un progreso desigual entre las poblaciones urbanas y rurales en todas las regiones (WHO y UNICEF 2015) (**Figura 9.17**).

Figura 9.17: Variaciones en las tendencias de cobertura del suministro de agua potable para distintas regiones



Fuente: OMS y UNICEF (2015).

En Asia y el Pacífico, el progreso en el suministro de agua potable fue significativo, ya que para el 2015, el 90% de la población tuvo acceso a un suministro de agua mejorado. En África, el suministro de agua potable aumentó del 56% en 1990 al 65% en 2013, principalmente, en las zonas urbanas en donde el 90% de la población utiliza fuentes de agua mejoradas (UNEP 2016d).

Para el 2015, en Asia Occidental también se presentaron mejoras significativas en el acceso al agua potable para un 89% de la población que contó con acceso a un suministro de agua mejorada. Sin embargo, la fiabilidad y la continuidad del servicio siguen siendo un reto, especialmente en las zonas de conflicto (UNEP 2016c; WHO y UNICEF 2016).

La calidad relativamente alta del agua potable de América del Norte y Europa Occidental contribuye a la buena salud pública, ya que estas regiones tienen algunas de las tasas más bajas a nivel mundial de enfermedades transmitidas por el agua. La mayoría de los países de estas regiones hacen parte del Protocolo sobre el Agua y la Salud de la Oficina Regional para Europa de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa/Organización Mundial de la Salud (OMS), y del Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales de 1992, un acuerdo multilateral por el cual los países se comprometen a trabajar activamente para reducir los brotes de enfermedades transmitidas por el agua (UNEP 2016a; UNEP 2016h).

El género es un factor importante en el suministro de agua, ya que las mujeres (en su mayoría) y los niños siguen soportando la mayor carga y los mayores riesgos de seguridad que supone la adquisición y el transporte físico de los recursos hídricos, desde la fuente hasta el lugar de uso. Esto se da de forma especial en los países en desarrollo, pese a que desde el año 2000, otros 1.500 millones de personas han conseguido acceder al agua potable (WHO y UNICEF 2017; WHO y UNICEF 2012) (**Figura 9.18**).

La demanda de tiempo para recoger agua, así como el trabajo físico que conlleva tienen implicaciones para los medios de subsistencia y la seguridad de las mujeres y las niñas. Este tiempo termina por competir con la escolarización de niñas en edad escolar (UNICEF y WHO 2012); reduciendo también la capacidad de las mujeres para participar en otras actividades, representando así una importante pérdida económica. Según estimaciones, las mujeres de la India pasan 150 millones de días de trabajo al año recogiendo y cargando el agua, lo que equivale a una pérdida de ingresos nacionales de 10.000 millones de rupias (aproximadamente, 160 millones de dólares al año). Las repercusiones positivas de que las mujeres puedan dedicar su tiempo a otras actividades deberían ser ampliamente consideradas, puesto que los estudios económicos indican que suelen reinvertir hasta el 90% de sus ingresos en sus familias, mejorando la salud y la nutrición familiar y aumentando el acceso a la escolarización de sus hijos (Unilever *et al.* 2015).



Figura 9.18: Resumen de los avances mundiales en la prestación de servicios básicos de agua potable y el desproporcionado impacto en las mujeres de las zonas que aún no tienen acceso a los servicios básicos de agua potable



Fuente: UNICEF y OMS (2012); OMS y UNICEF (2017)

9.7.2 Saneamiento y tratamiento de aguas residuales

La mejora del saneamiento, incluido el tratamiento y la adecuada eliminación de los desechos humanos, es una de las medidas más eficaces para mejorar la salud pública a nivel mundial (Sedlak 2014). Sin embargo, esto continúa siendo un reto en muchas partes del mundo (**Figura 9.19**). Las megaciudades en crecimiento, por ejemplo, especialmente en África y Asia, no cuentan con servicios de saneamiento adecuados para afrontar el aumento de la población, lo que contribuye a la defecación al aire libre y a un tratamiento y eliminación de aguas residuales deficiente o inexistente (UNEP 2016b; UNEP 2016d). Incluso en zonas con saneamiento mejorado, el uso a gran escala de pozos sépticos y campos de lixiviación al interior de muchos centros urbanos en expansión afecta los suministros de aguas abajo, así como a la calidad de las aguas subterráneas.

Aproximadamente, 1,4 millones de personas siguen muriendo anualmente por enfermedades tratables asociadas al agua potable que está contaminada por patógenos, a un saneamiento inadecuado, así como muchos otros millones más enferman (Lozano *et al.* 2013). Una estimación sugirió que para 2015, 2.300 millones de personas aún carecen de acceso a un saneamiento mejorado. Para ese mismo año, mientras que casi todos los países desarrollados habían alcanzado la "cobertura universal de saneamiento", solo cuatro de las nueve regiones en desarrollo cumplieron con dicho objetivo: Cáucaso y Asia Central, Asia Oriental, África del Norte y Asia Occidental. La proporción de población atendida con saneamiento mejorado fue, especialmente, baja en partes de Oceanía, África Subsahariana y Asia Meridional (WHO y UNICEF 2015).

En cuanto al acceso al saneamiento mejorado entre las zonas rurales y urbanas existen importantes desigualdades. Alrededor del 82% de la población urbana mundial tiene acceso a este, en comparación con solo el 51% de la población rural mundial (WHO y UNICEF 2015). Las instalaciones sanitarias públicas suelen estar reguladas a nivel local en la mayoría de los países. En aquellos casos en que las instalaciones son inadecuadas, con frecuencia lo son especialmente para las mujeres y las niñas, incluidas aquellas que están situadas en mercados, estaciones de transporte público y lugares en donde se celebran eventos públicos. En las escuelas, el saneamiento inadecuado tiene un efecto nocivo en la educación, especialmente, de las niñas que viven en barrios marginales y asentamientos informales en los cuales es mucho más gravosa la situación ya que se carece de acceso a instalaciones adecuadas de agua potable y saneamiento, o a una vivienda duradera, con suficiente superficie habitable y seguridad de tenencia.

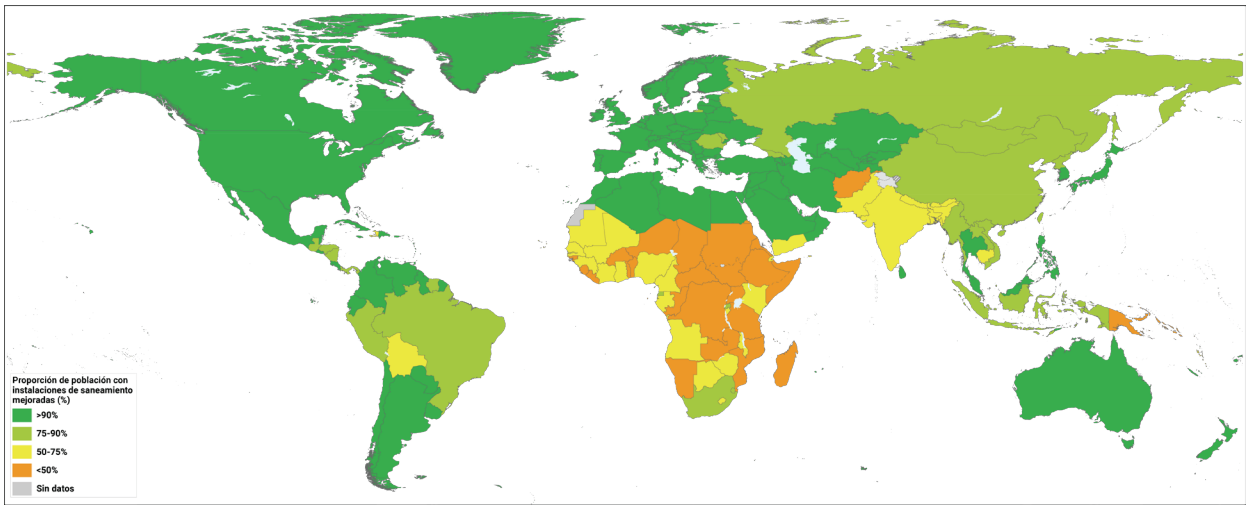
9.7.3 Presas y embalses para el almacenamiento de agua y la energía hidroeléctrica

Muchos países en desarrollo continúan construyendo presas para asegurar el suministro de agua para las comunidades, el riego agrícola y la generación de energía hidroeléctrica. Estas presas multifuncionales también pueden utilizarse para proteger a las comunidades situadas aguas abajo de las inundaciones, así como para satisfacer sus necesidades de caudal ecológico, por ejemplo, proporcionando pulsos de caudal para apoyar el desove de los peces. La energía hidroeléctrica es una fuente de energía clave, a menudo crítica para proporcionar energía a las bombas de agua potable, con un potencial de crecimiento adicional evidente en América Latina, África y Asia (Campuzano *et al.* 2014; UNEP 2016e). Además, el uso de embalses para sistemas de almacenamiento de energía hidráulica reversible se utiliza cada vez más para compensar la naturaleza fluctuante de otras fuentes de energía renovables (Rehman, Al-Hadhrami y Alam 2015; Barbour *et al.* 2016). Por otra parte, los esfuerzos por emplear tecnologías de energía hidroeléctrica de pasada han resultado prometedores en la región amazónica para suministrar electricidad a las comunidades rurales, mostrando menos impactos ambientales que las presas tradicionales (Sánchez, Torres y Kalid 2015).

En los últimos años, la construcción de presas en los países industrializados se ha ralentizado considerablemente. Muchas de las presas más antiguas se están desmantelando por razones económicas, es decir, por los elevados costos de explotación y mantenimiento de estas o por razones ambientales como, por ejemplo, los efectos sobre los peces migratorios, los ecosistemas aguas abajo y los patrones de sedimentación (O'Connor, Duda y Grant 2015; UNEP 2016e). Aun así, la densidad de presas continúa siendo mayor en los países industrializados (**Figura 9.20**).

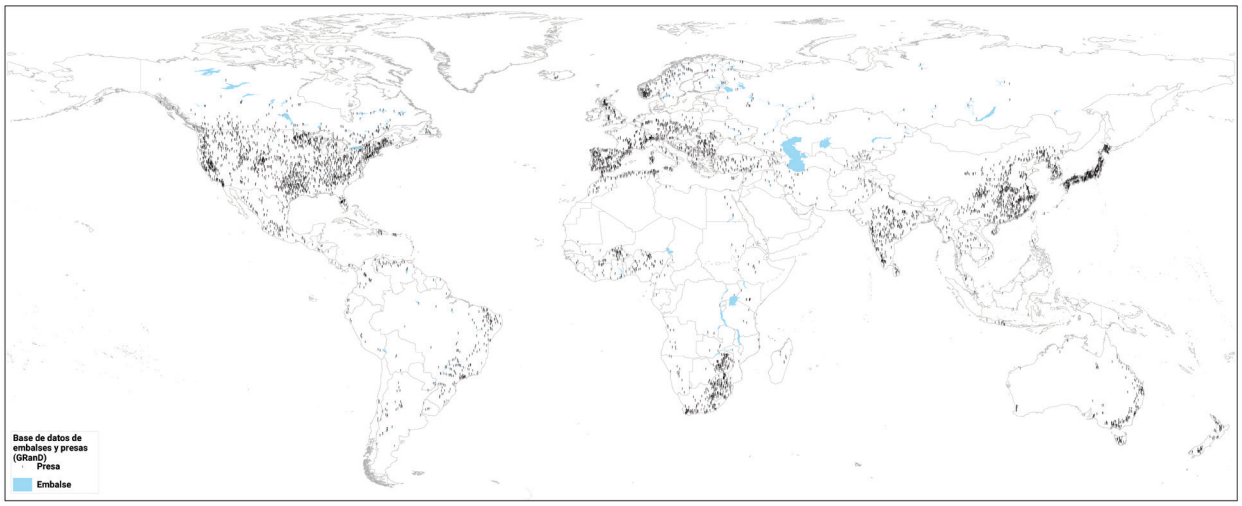
En la actualidad se han construido más de 1.270 presas en toda África para el riego, la producción de energía hidroeléctrica y el suministro de agua para uso doméstico, aunque actualmente solo se utiliza alrededor del 20% del potencial de generación de energía hidroeléctrica y la falta de recursos para mantener adecuadamente las presas ha dado lugar a una reducción de la capacidad de generación de energía en algunos lugares. El

Figura 9.19: Proporción de población con instalaciones de saneamiento mejoradas en 2015



Fuente: OMS y UNICEF (2015).

Figura 9.20: Localización de presas y embalses en todo el mundo. Los datos incluyen aquellas presas asociadas a los embalses con una capacidad de almacenamiento de más de 0,1 km³. Sin embargo, pueden no reflejar las grandes presas y embalses que se han construido en años más recientes



Fuente: Lehner *et al.* (2011).

aumento de la construcción de presas en algunos lugares, tales como, Ghana, Benín y Burkina Faso, ha provocado contaminación del agua, flujos irregulares, emisiones de metano y ecosistemas degradados, incluyendo el aumento de la sedimentación y especies de plantas y animales acuáticos invasores (Zarfl *et al.* 2014; UNEP 2016d). El aumento de la captura de sedimentos asociado a los embalses se ha relacionado con el hundimiento de las zonas deltaicas y la reducción de la fertilidad de la tierra, por ejemplo, en el delta del Volta Blanco (Boateng, Bray y Hooke 2012; Anthony 2015). La reciente construcción de grandes presas ha generado una importante controversia en muchas zonas, como África con la Gran Presa del Renacimiento Etíope (Yihdego, Khalil y Salem 2017); Turquía con los Balcanes y la cuenca del Mekong.

La sequía es un riesgo importante para la generación de energía hidroeléctrica. Brasil experimentó una de las sequías más debilitantes de su historia en 2015, lo que provocó una disminución de los niveles y caudales de los embalses, con muchas instalaciones hidroeléctricas al borde de la capacidad cero, causando escasez de agua en varias ciudades brasileñas importantes, incluida São Paulo (Poindexter 2015). El ejemplo brasileño demuestra la necesidad de prever las condiciones a las que deben hacer frente los sistemas de ingeniería, al tiempo que se esfuerzan por encontrar un equilibrio justo entre garantizar el suministro de agua y la minimización de los costos sociales o ambientales.

9.8 Impactos

9.8.1 Salud humana

La contaminación del agua y de los alimentos por materia fecal como resultado de un saneamiento y una higiene deficiente, conduciendo esto a un agua potable insalubre, es una de las principales causas de enfermedades gastrointestinales, en particular de diarrea. Entre las enfermedades y organismos asociados a la diarrea se encuentran el cólera, la fiebre tifoidea, la hepatitis A, la giardia y el cryptosporidium (Lozano *et al.* 2013).

El rotavirus que es la causa viral conocida más importante de la diarrea se está reduciendo mediante programas de vacunación (Burnett *et al.* 2017). La defecación al aire libre también provoca importantes enfermedades parasitarias que se transmiten a través del contacto con el suelo y el agua como, por ejemplo, ascaris, anquilostoma, caracoles de agua (McCarty, Turkeltaub y Hotez 2014; Lo *et al.* 2017).



Aunque las enfermedades relacionadas con higiene han disminuido en buena medida, las muertes por diarrea continúan siendo la segunda causa de muerte más frecuente, encontrándose para 2010, en cerca del 13% en niños de uno a cuatro años (Lozano *et al.* 2013). El África Subsahariana y el sur de Asia tienen las tasas de mortalidad más altas asociadas con agua, saneamiento e higiene (WHO 2017a). Las infecciones gastrointestinales crónicas, incluidas las producidas por parásitos, causan discapacidad, pérdidas económicas y deterioro cognitivo (Pinkerton *et al.* 2016; Lo *et al.* 2017). Dado que el agua dulce facilita el hábitat para la cría de mosquitos, malaria y dengue, la presencia de estas enfermedades es aún mayor para las personas que residen cerca de dichos hábitats, no obstante, el leve mejoramiento presentado gracias al uso generalizado de mosquiteros (Ebi *et al.* 2016; Hemingway *et al.* 2016). Las estimaciones recientes de la carga de morbilidad debida a las enfermedades diarreicas se resumen en la **Figura 9.21**.

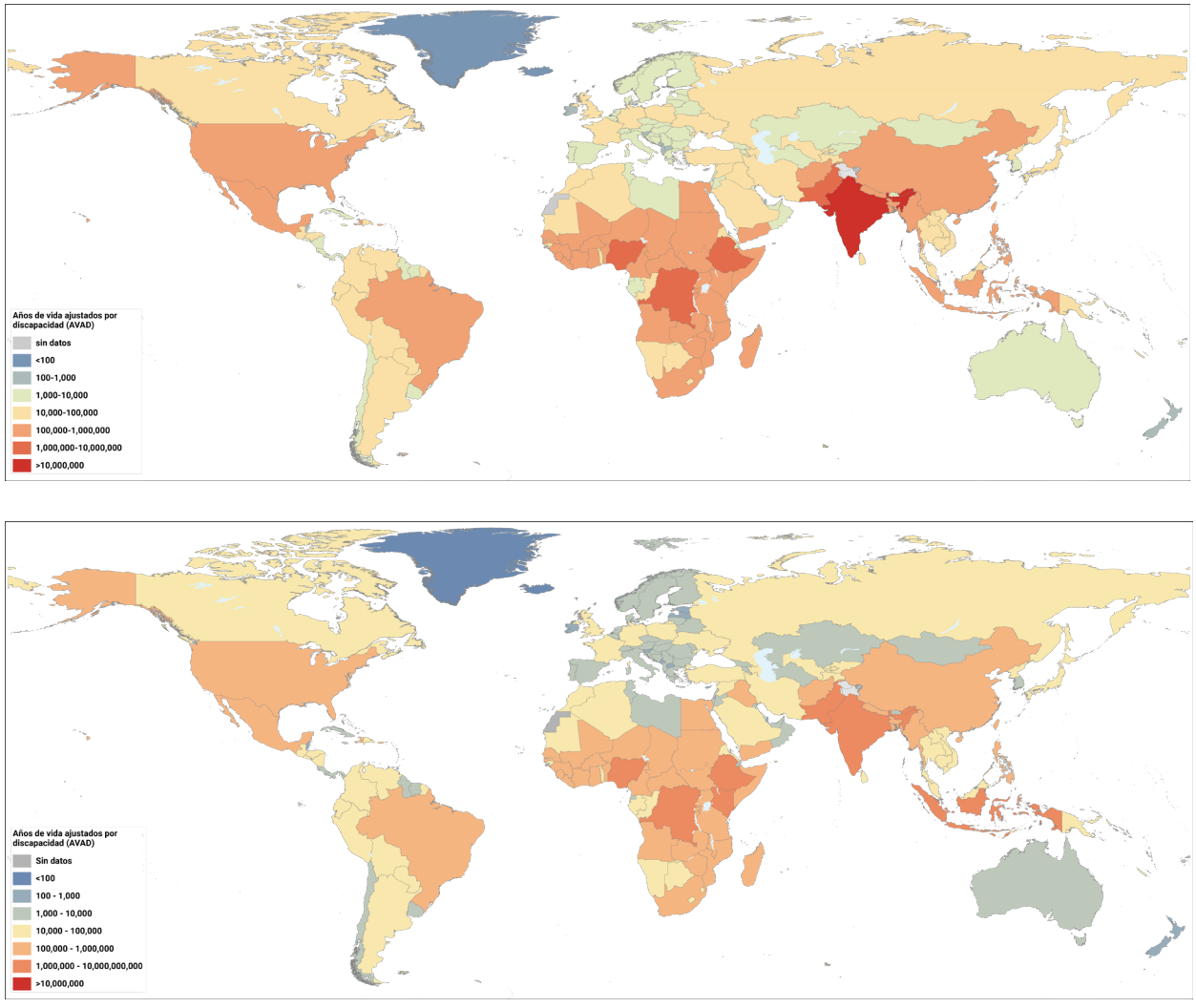
De acuerdo con dicha figura, el impacto en la salud causado por las enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento parece variar según el género, ya que es posible que las mujeres tengan menos acceso al saneamiento en comparación con los hombres y que pasen más tiempo en entornos en los que se practica la defecación al aire libre, lo que supone un mayor riesgo de exposición a parásitos. Los roles de género en la búsqueda de agua y cuidado de los niños pequeños, incluida la eliminación de sus heces, pueden aumentar aún más la exposición de las mujeres a las fuentes de infección. No obstante, una reciente revisión sistemática y un metaanálisis revelaron que, en general, la diarrea infecciosa era más frecuente en los varones, al igual que la esquistosomiasis. Sin embargo, el cólera continúa siendo más frecuente en las mujeres (Sevilimedu *et al.* 2016).

Los cambios previstos en el ciclo hidrológico asociados al cambio climático pueden exacerbar las enfermedades relacionadas con la salud ambiental, en particular, la diarrea (GBD 2015 DALYs y HALE Collaborators 2016; Mukabutera *et al.* 2016; Musengimana *et al.* 2016; Thiam *et al.* 2017).

9.8.2 Seguridad Alimentaria

Los usos agrícolas, principalmente el riego, suman el 70% de las extracciones mundiales de agua (FAO 2016). Las tierras de regadío, que representaban el 25% del total de las tierras de cultivo en 2012 (FAO 2016), constituyeron, sin embargo, la mitad de la

Figura 9.21: Morbilidad (años de vida totales ajustados por discapacidad, AVAD) a nivel mundial por enfermedades diarreicas en mujeres de todas las edades (gráfico superior) y hombres (gráfico inferior).



Fuente: GBD 2015 DALYs y HALE Collaborators 2016 (2016).

producción mundial de cultivos (FAO 2016). Los efectos del cambio climático en los patrones de temperatura y precipitación pueden impulsar demandas adicionales de riego, con lo cual, para 2070, la escasez de agua en muchas partes podría limitar el rendimiento de los cultivos (Elliott *et al.* 2014). Por ello, a nivel mundial se están realizando esfuerzos dirigidos a abordar los cambios hidrológicos previstos, incluyendo el cambio a tecnologías de riego más eficientes, al tiempo que el comercio de productos agrícolas ofrece oportunidades para mejorar la seguridad alimentaria y ajustar la escasez de agua mediante la importación de alimentos (United Nations 2017).

Se prevé que la calidad y la disponibilidad del agua de riego y de las tierras de regadío disminuirán de forma concomitante, lo que podría tener efectos negativos sobre la seguridad alimentaria y la salud humana. Alrededor de 34,2 millones de hectáreas de superficie de regadío se han visto afectadas por la salinización (Mateo-Sagasta y Burke 2012), lo que representa el 10% de la superficie total de regadío a nivel mundial (324 millones de hectáreas) (FAO 2017). Alrededor del 60% del agua de riego no llega a los cultivos debido a las fugas, los derrames y la evaporación (FAO 2017) y las pérdidas son, especialmente, altas en los países en desarrollo con una infraestructura de riego deficiente. Mejorar la eficiencia del riego podría suponer una diferencia sustancial. Por ejemplo, la región mediterránea podría ahorrar el 35% de este tipo de agua mediante mejoras en la eficiencia (Fader *et al.* 2016).

La seguridad alimentaria y la demanda de agua asociada se ven y se verán aún más afectadas por el crecimiento de la población (FAO 2016), por ejemplo, con un cambio en las preferencias alimentarias producto de un aumento de los ingresos, aumentará también la demanda de agua, ya que los productos ganaderos requieren más aportes hídricos que los cultivos. Está previsto que el consumo mundial de carne y productos lácteos aumente un 89% y un 81%, respectivamente, durante el período 2002-2050, con tasas de crecimiento más altas en los países en desarrollo (Thornton 2010). Sin embargo, el uso de cultivos tolerantes a la sequía o a las inundaciones será fundamental para mejorar la productividad de la industria agrícola con las cambiantes condiciones de suministro de agua (Zandalinas *et al.* 2018).

El concepto de comercio de agua virtual (es decir, la cantidad de agua implícita en los productos comercializados, desde los cultivos hasta los productos manufacturados) ilustra las ventajas comparativas de ciertos usos del agua, como la agricultura y la energía, en determinadas regiones (Gilmont *et al.* 2018). Si el agua es apropiadamente cotizada y asignada, las fuerzas del mercado pueden conducir a una eficiencia general al capitalizar estas ventajas, con el comercio de agua virtual redistribuyendo el agua de manera eficiente y ayudando parcialmente a abordar la desconexión entre los impactos del consumo y la producción (Mekonnen y Hoekstra 2011; Vörösmarty *et al.* 2015). Sin embargo, el agua no siempre tiene un precio y una valoración adecuada: el agua incorporada a los productos alimentarios está controlada por las empresas de la cadena de suministro y el comercio internacional, los cuales no tienen en cuenta los servicios ecosistémicos ni los costos de la degradación de las cuencas hidrográficas. El problema radica en la falta de sistemas de contabilidad para la administración hídrica en los sistemas de mercado y la utilización de subsidios e impuestos para mantener bajos los precios de los alimentos (Allan *et al.* 2015; Allan y Matthews 2016). Los agricultores se enfrentan a las presiones resultantes sobre los precios de los alimentos, restándoles poder para gestionar y mantener el agua y los ecosistemas (Allan y Matthews 2016)..

9.8.3 Seguridad humana

La degradación de la calidad del agua, su escasez física y económica y la pérdida de servicios ecosistémicos de agua dulce tienen un impacto significativo en la seguridad humana. Las inundaciones y las sequías afectan a un número cada vez mayor de personas vulnerables (IPCC 2014), con implicaciones de seguridad y migración que se ven agravadas en las cuencas transfronterizas.

La cooperación transfronteriza para hacer frente a la escasez de agua, las inundaciones y las sequías es un reto, pero permite una gestión y una adaptación más eficaz y eficiente al poner en común los datos, los modelos, los escenarios y los recursos disponibles y ampliar el espacio de planificación para ubicar las medidas de adaptación, incluidas las cuencas transfronterizas (United Nations Economic Commission for Europe and International Network of Basin Organizations 2015). La gestión de las aguas transfronterizas genera beneficios en el comercio internacional, en la adaptación al cambio climático, en el crecimiento económico, en la seguridad alimentaria y en la mejora de la gobernanza y la integración regional.

Alrededor de 286 cuencas fluviales transfronterizas internacionales que involucran a 151 países plantean desafiantes problemas de gestión (UNEP-DHI Partnership y UNEP 2016), al igual que los lagos y los embalses transfronterizos. Además, actualmente hay 366 acuíferos transfronterizos identificados y 226 "masas de agua subterránea" transfronterizas que subyacen en casi todas las naciones (International Groundwater Resources Assessment Centre y United Nations Educational Scientific and Cultural Organization - International Hydrological Programme 2015). Incluso, dentro de los países federados como, por ejemplo, Australia, India o los Estados Unidos, los problemas transfronterizos pueden ser igual de graves a nivel estatal/provincial. Aunque la gestión del agua ha conducido históricamente a resultados cooperativos, en lugar de conflictivos, todavía pueden producirse importantes conflictos entre las partes interesadas por la aplicación de acuerdos internacionales e interestatales. La intensificación de la contaminación del agua y la escasez de agua pueden provocar tensiones dentro de las naciones y entre ellas, aunque rara vez son el único desencadenante de los problemas, ya que el origen de los mismos suele ser una compleja mezcla de conflictos sociales y políticos, factores económicos, demográficos y ambientales, así como la ocupación militar y las guerras causadas por el agua (hegemonía).

9.9 Respuestas políticas

Las actividades humanas dominan actualmente los cambios en la biosfera y el funcionamiento del sistema de la Tierra (Green *et al.* 2015; Vörösmarty, Meybeck y Pastore 2015; Vörösmarty *et al.* 2015), "causando resultados complejos y a menudo no deseados, incluyendo cambios sin precedentes en la circulación global del agua" (Bhaduri *et al.* 2016).

Recuadro 9.3: Jordania se enfrenta a una crisis combinada de refugiados y agua

Jordania es uno de los países con mayor escasez de agua del mundo, ya que solo proporciona 150 m^3 de agua al año por persona, una cantidad muy inferior a los 1.000 m^3/habitante que denotan escasez de agua. Asimismo, este país acoge en la actualidad a más de 717.000 refugiados sirios e iraquíes, lo que aumenta la presión sobre el suministro de agua dulce. El exuberante oasis de Azraq, en Jordania, solía cubrir más de 6.000 hectáreas y mantener una gran variedad de vida vegetal y animal, incluidas las aves migratorias, además de ser la principal fuente hídrica para la capital jordana, Ammán. Sin embargo, para 1990, este oasis sufrió una sequía casi que total, debido a la sobreexplotación del acuífero subyacente. Para 2017, más de 35.000 refugiados vivían en el campo de refugiados de Azraq en el oasis (United Nations High Commissioner for Refugees [UNHCR] 2017), situación insostenible que contribuyó a un mayor estrés hídrico (Alhajahmad y Lockhart 2017).

Además de otros muchos retos a los que se enfrenta la sostenibilidad (Yihdego y Salem 2017), el "Futuro que queremos" adoptado por los Estados miembros de las Naciones Unidas en 2012 (Río+20) reconoce que "el agua es el núcleo del desarrollo sostenible" (United Nations General Assembly 2012 [66/288]; UNESCO y WWAP 2015). Sin embargo, las acciones urgentes a escala local para satisfacer las necesidades humanas de agua pueden desencadenar un mayor estrés ambiental regional y global, al igual que compensaciones (Bhaduri *et al.* 2016).

Con la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la Asamblea General de las Naciones Unidas acogió un objetivo específico para el agua (ODS 6), que incorpora ocho metas, en un marco holístico que vincula el suministro de agua potable, el saneamiento, la eficiencia en el uso del agua, su calidad y sostenibilidad. El marco incluye metas sobre la gestión integrada de los recursos hídricos y la cooperación transfronteriza y en esta sección se examinan diversos enfoques de gobernanza mundial y regional y así como las respuestas políticas para alcanzarlas. La eficacia de ejemplos concretos se analiza en el Capítulo 16.

9.9.1 Ampliación del acceso al agua potable y al saneamiento (Metas 6.1 y 6.2 de los ODS)

Muchas herramientas y respuestas políticas demostraron ser exitosas para aumentar el acceso al agua potable y a un mejor saneamiento durante el período de los ODM (2000-2015). Sin embargo, aunque las inversiones relacionadas con el agua y las herramientas políticas adecuadas siguen siendo una prioridad mundial, existen diferencias significativas entre los países y entre las zonas rurales y urbanas. La tecnología innovadora ha desempeñado un papel importante, con la introducción de letrinas mejoradas de pozo ventilado a cargo del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) en la década de 1980, así como de las bombas manuales de pequeño calibre que han demostrado su eficacia en muchas partes de África. De esta forma, se hace necesaria una serie de tecnologías que se adapten a las circunstancias particulares de cada comunidad y a los ambiciosos objetivos de las metas 6.1 y 6.2 de los ODS. Por ejemplo, la construcción de cisternas para la recogida de agua en las zonas rurales de Brasil redujo el tiempo dedicado a esta actividad en un 90% (Gomes y Heller, 2016). No obstante, aún queda mucho por hacer para reducir las brechas de acceso identificadas en la Sección 9.7.1.

Mecanismos de financiación

El agua potable y el saneamiento se reconocen como derechos humanos básicos con considerables beneficios económicos obtenidos mediante la inversión en suministros de agua y saneamiento. Estos beneficios pueden cuantificarse como una ganancia global estimada del 1,5% del producto interior bruto (PIB) mundial y un rendimiento de 4,3 dólares por cada dólar invertido. Esto es atribuible a la reducción de los costos de la atención de la salud humana, a una mayor productividad laboral y participación a partir de un mejor acceso a las instalaciones pertinentes (OMS 2017b).

Una financiación inadecuada, corrupción y el rápido crecimiento de la población siguen limitando la consecución de las metas de los ODS en materia de agua y saneamiento en los países de África, América Latina y Asia Occidental (UNEP 2016c; UNEP 2016d; UNEP 2016f). El déficit de financiación se está abordando en parte con la asignación de fondos nacionales, por ejemplo, en la Conferencia Panafricana de Implementación y Asociación sobre la Declaración del Agua de 2003 (African Union [AU] 2015; UNEP 2016d). En el caso de América Latina, los gobiernos han ampliado el acceso al agua potable para las poblaciones vulnerables haciendo uso de los fondos públicos (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean 2017; UNEP 2016f).

La OMS lanzó "TrackFin", una metodología para hacer un seguimiento de la financiación del agua, el saneamiento y la higiene a nivel nacional, lo que permite una formulación de políticas con mayor base empírica (UN-Water y WHO 2015).

Enfoques de mercado como herramientas políticas

El acceso al agua potable y al saneamiento se consideran, generalmente, bienes públicos financiados y/o suministrados por entidades gubernamentales o cuasi-gubernamentales. Sin embargo, la fijación de precios del agua para los usuarios que reflejan los costos de su tratamiento (tanto de capital como de operación) e incentivan su conservación (Giannakis *et al.* 2016), así como la inversión privada en esta, se han vuelto más comunes en algunas partes del mundo, mientras que siguen siendo controvertidas en otras (Harris *et al.* 2015).

Programas de regulación

Los programas de regulación en América del Norte, Europa y muchas partes de Asia se basan en reglamentos aplicables a múltiples niveles gubernamentales, centrados en el suministro de agua potable a través de los servicios públicos y el tratamiento adecuado de las aguas residuales antes de su vertido. Las normas sobre agua potable protegen la salud pública, especialmente la de las comunidades vulnerables. Así, un programa regulatorio sólido, centrado en permisos de vertido municipales y, específicamente, industriales que se puedan hacer cumplir, podría mejorar el enfoque político en muchas partes de África, Asia y América Latina (Masson, Walter y Priester 2013; Aguilar-Barajas *et al.* 2015; UNEP 2016f).

9.9.2 Mejorar la calidad del agua (Metas 6.3 y 15.1 de los ODS)

Esta meta se centra en reducir la contaminación, reducir a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas y aumentar el reciclaje y la reutilización del agua a nivel mundial, como medio para mejorar la calidad hídrica tanto para los usos humanos, abordados por el Plan de Seguridad del Agua de la OMS, como para la salud de los ecosistemas acuáticos.

En la región paneuropea, la base de los límites de los vertidos de aguas residuales, así como de la recogida, el vertido y el tratamiento de las mismas, se estableció mediante instrumentos jurídicos regionales, como el Convenio sobre la Protección y el Uso de los Cursos de Agua Transfronterizos y los Lagos Internacionales de 1992 (al que pueden adherirse todos los Estados miembros de las Naciones Unidas desde 2016), incluido su Protocolo sobre el Agua y la Salud y la Directiva sobre el Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas de la Unión Europea (WWAP 2017). La aplicación de estos a nivel nacional ha logrado beneficios para la calidad del agua más allá de los países que los aplican.

El conocimiento de la cantidad y la calidad de los contaminantes y dónde se liberan en el agua, sigue siendo un requisito previo para abordar la contaminación hídrica y sus impactos en la salud humana y ambiental (Sustainable Facilities Tool 2017). Algunos países (o regiones) abordan este objetivo mediante Registros de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (véase United Nations Economic Commission for Europe [UNECE] 1998). Sin embargo, en el camino hacia una economía circular (ODS 12), debería considerarse el análisis y la gestión del ciclo de vida completo.

9.9.3 Uso eficiente del agua y respuestas a su escasez (Meta 6.4 de los ODS)

Para hacer frente a la escasez de agua es necesario reducir su uso y mejorar su eficiencia, esto incluye su reutilización, el cambio a cultivos e industrias menos exigentes, su racionamiento, la mejora de las prácticas agrícolas y el uso del comercio de agua virtual que permitan contabilizar sus costos. Sin embargo, incluso una mayor eficiencia en el uso del agua, no siempre termina por satisfacer las necesidades de la comunidad, lo que requiere el desarrollo de fuentes de agua adicionales como, por ejemplo, la recogida de

agua lluvia, la desalinización y la interceptación de la niebla. El agua se transfiere a través de grandes distancias e incluso entre cuencas de drenaje en regiones áridas (por ejemplo, Salem 2009), con lo cual las estrategias de gestión y las mejoras tecnológicas aquí expuestas abordan la escasez y el estrés hídrico.

Eficiencia hídrica

Mejorar la eficiencia hídrica es fundamental en el nexo agua-alimentación-energía, teniendo en cuenta factores como el cambio climático, la población y el uso de la tierra (Fader *et al.* 2016). La eficiencia hídrica se refiere a la reducción del desperdicio de agua, en contraste con la conservación del agua, que se centra en la reducción de su uso. En este sentido, la creciente demanda de alimentos exige una mayor productividad por litro de agua. El aumento de la eficiencia hídrica también podría traducirse en una reducción del uso de agua para la producción de energía, suponiendo una transición gradual a fuentes energéticas no fósiles. La rápida urbanización requiere la protección de las fuentes de agua, la reducción de las pérdidas por reticulación y el aumento del agua almacenada.

En todos los sectores y regiones se ha logrado un aumento de la eficiencia gracias a las mejoras tecnológicas y de gestión. Por ejemplo, la agricultura, que es el mayor usuario de agua del mundo, representa el mayor potencial de eficiencia en el uso del agua, sin embargo, no existen datos globales suficientes para evaluar con precisión el estado general y las tendencias de la eficiencia en el uso del agua a nivel industrial y doméstico. La Iniciativa de Monitoreo Integrado de la ONU-Agua, iniciada en 2014, intenta abordar las lagunas de monitoreo global relacionadas con el agua (UN-Water 2017). Los datos existentes están sirviendo de base para la transición de los ODM a los ODS, pero es necesario mejorar la distribución espacial y la frecuencia de las mediciones para reforzar el seguimiento, la modelización y la gestión de los recursos hídricos.

Desalinización

La desalinización aborda la escasez de agua en las regiones áridas y en las grandes ciudades costeras, como en la Franja de Gaza en el mar Mediterráneo (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs [OCHA] 2017). Alrededor del 60% de la desalinización mundial se produce en países áridos de Asia occidental, como por ejemplo, Bahréin, Kuwait, Omán, Qatar, Arabia Saudí y Emiratos Árabes Unidos (Abuzeid 2014; Abuzeid *et al.* 2014; UNEP 2016c). También es cada vez más común en California, Estados Unidos y en el este de Australia, lugares que son propensos a años de frecuentes sequías (Little 2015; UNEP 2016a).

Los impactos de la desalinización incluyen una gran demanda energética, los riesgos asociados a las emisiones de gases de efecto invernadero, los efectos de los pesados vertidos de salmuera en los ecosistemas costeros (Jenkins *et al.* 2012), y el arrastre de organismos marinos a las infraestructuras (Dawoud y Al Mulla 2012). La industria de la desalinización está trabajando para mitigar estos impactos y los avances en la eficiencia de las membranas y la eficiencia energética podría reducir el costo en un 20% en los próximos cinco años, hasta un 60% en los próximos 20 años (Voutchkov 2016).

El racionamiento del agua

En condiciones de escasez de agua, las autoridades encargadas de temas hídricos y los gobiernos deben priorizar las asignaciones de esta naturaleza para sectores y usuarios específicos. Aunque los mecanismos de racionamiento suelen estar condicionados por los derechos legales sobre el agua, también puede haber medidas de emergencia que protejan al público y a la economía (véase también el **Recuadro 9.4**).

Reutilización del agua

La reutilización o recuperación del agua hace referencia al concepto de tratar las aguas residuales como un recurso, en lugar de como un residuo contaminado que se vierte al medio ambiente (UNESCO y WWAP 2015). El agua regenerada se utiliza más comúnmente en los países desarrollados para fines no potables como, por ejemplo, la agricultura, el riego de jardines y parques, así como para la refrigeración de centrales térmicas, los procesos industriales y la mejora de lagos y humedales naturales o artificiales (UNEP 2016a; UNEP 2016c). Singapur, por ejemplo, utiliza agua reciclada para uso potable indirecto y para uso directo no potable; Windhoek, Namibia, la utiliza para recargar los acuíferos que posteriormente alimentan el suministro de agua a granel. El reciclaje de las aguas residuales tratadas proporciona múltiples beneficios al disminuir las desviaciones de agua de los ecosistemas sensibles y reducir los vertidos de aguas residuales a las aguas superficiales, además de ser un suministro de agua fiable y controlado localmente y una oportunidad para crear empleos de carácter ecológico.

Recuadro 9.4: Cómo enfrentan las ciudades la escasez de agua

A finales de febrero de 2018, Ciudad del Cabo se enfrentó a la declaración del «Día Cero», un término acuñado para la fecha para entonces estimada en el 9 de julio- en la que se esperaba que la ciudad se quedaría sin agua, los grifos se secarían y todo el suministro municipal se desviaría a puntos de recogida de emergencia (Poplak 2018). Esta grave escasez de agua urbana en Ciudad del Cabo es significativa porque podría haber sido la primera gran ciudad moderna en quedarse, literalmente, sin agua a nivel municipal en el Día Cero, de no ser evitado por las suficientes lluvias ocurridas a principios de la temporada de invierno. En el pasado, ha habido casos de otras ciudades, como Barcelona, capital regional de Cataluña, que sufrió su peor sequía en 2008 desde que se iniciaron los registros hace 60 años, con los embalses reducidos a una cuarta parte de su capacidad normal (Keeley 2008). En 2015, la capital financiera de Brasil, São Paulo, una de las ciudades más pobladas del mundo, con más de 21,7 millones de habitantes, vivió un calvario similar al de Ciudad del Cabo cuando su principal embalse cayó por debajo del 4% de su capacidad (Gerberg 2015).

La situación en Ciudad del Cabo fue causada por una sequía de tres años, considerada como un evento hidrológico de, aproximadamente, 1 en 400 años, lo que provocó que los niveles de la presa de Theewaterskloof, mayor embalse de almacenamiento, cayeran al 11% de su capacidad (Poplak 2018). Sin embargo, es necesario entender esta consecuencia inmediata en el contexto de los esfuerzos por corregir las desigualdades históricas y superar las divisiones institucionales, así como la necesidad de innovar ante el cambio climático.

El análisis de los datos de consumo de agua de 400.000 hogares (Visser y Brühl 2018) ilustran cómo los capetonianos se unieron para evitar el Día Cero. Más de cuatro años de datos sobre el consumo de agua indican que el uso por parte de todos los tramos de consumo doméstico convergió, con el 63% de los hogares alcanzando el objetivo recomendado (menos de 10,5 kilolitros al mes) en julio de 2017, y el 30% de los hogares alcanzando el objetivo mensual inferior de 6 kilolitros por hogar, incluso antes de que entrara en vigor en febrero de 2018. Así, Ciudad del Cabo consiguió reducir a la mitad su consumo de agua en tres años, gracias a una visión común y al compromiso de sus habitantes. Un mensaje para Ciudad del Cabo, y posiblemente para el mundo, es que "la fe de la gente en la capacidad de los demás para salvaguardar el agua restante como parte de un recurso común, es fundamental" (Visser y Brühl 2018).

El uso de aguas residuales tratadas para el riego agrícola puede fertilizar los cultivos y beneficiar la producción, al tiempo que evita que los nutrientes y la materia orgánica entren en los sistemas de agua dulce. Sin embargo, las aguas residuales insuficientemente tratadas pueden introducir patógenos, metales, nutrientes excesivos, COP y contaminantes emergentes, así como plantear graves riesgos para los trabajadores y las comunidades circundantes. Para que la reutilización de las aguas residuales sea segura, es esencial aumentar la reglamentación, invertir en el tratamiento y evaluar los riesgos (WHO 2006).

En Asia Occidental, los Emiratos Árabes Unidos, reutilizan actualmente todas las aguas residuales tratadas (290 millones de m^3 al año), mientras que Arabia Saudí reutiliza 166 millones de m^3. Esta agua regenerada se reutiliza para la producción agrícola en el oasis de Al Hassa, en Arabia Saudí, luego de mezclarla con aguas subterráneas (UNEP 2016c).

Una gestión eficaz considera toda una cuenca hidrográfica como un sistema socioecológico que integra la agricultura, la silvicultura, la industria y los usos domésticos y comerciales en el contexto del ecosistema. Esto ha mejorado la disponibilidad hídrica, el saneamiento y el tratamiento de aguas residuales en muchos países (ODS 6.5 y 6.6) (UNEP 2016a; UNEP 2016f; UNEP 2016h). La gestión de las cuencas fluviales europeas permite hacer un reconocimiento de diversas presiones al tiempo que clasifica los resultados del seguimiento y hace cumplir los objetivos ambientales, por ejemplo, la Comisión Internacional para la Protección del Río Danubio 2008. También se han producido avances sustanciales en la gestión de las cuencas fluviales transfronterizas (por ejemplo, mediante la Comisión Europea 1992; Comisión Europea 2000). Para avanzar en la gobernanza de las aguas superficiales y subterráneas es necesario cooperar desde el nivel multinacional hasta el local, con el apoyo de la gestión de datos e información en tiempo real (Cross *et al.* 2016).

9.9.4 La gobernanza del agua (Meta 6.5 de los ODS)

La definición comúnmente aceptada sobre la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) hace referencia a "un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinada del agua, la tierra y los recursos relacionados, para maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales" (Global Water Partnership 2000). La GIRH reconoce el agua como un recurso natural fundamental para la sociedad y la economía y como un componente integral de todos los ecosistemas. Si bien aún continúan los debates sobre los méritos del enfoque de la GIRH (por ejemplo, Jeffrey y Gearey 2006; Mukhtarov y Gerlak 2014), este constituye el principal concepto político que en la actualidad se encuentra vigente en más de cien países (Conca 2006; UNEP 2012a). La GIRH es una herramienta progresiva para la reforma que requiere de una fuerte voluntad política para el cambio y de la inserción contextual en problemas políticos específicos. Sin embargo, la GIRH no constituye una panacea para todas las complejidades de la gobernanza del agua (Ingram 2013). Los Principios de Gobernanza del Agua de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) son pertinentes para la GIRH, ya que hacen hincapié en la confianza entre las partes interesadas, convirtiéndolo en un enfoque complementario que reconoce la capacidad de amortiguación de los lagos, los humedales y los sistemas de aguas estancadas y que integra la gestión de las cuencas hidrográficas (GCH), centrándose en la "mejora gradual, continua y holística de la gobernanza de las cuencas por parte de los interesados" (Research Center for Sustainability and Environment-Shiga University y ILEC 2014).

La meta del ODS 6.5 insta a todos los países a implementar, para 2030, la GIRH en todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza. Los posibles impactos transfronterizos sobre los recursos hídricos también se abordan a menudo en los procedimientos del Convenio de Espoo y su Protocolo de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE).

Para facilitar las evaluaciones y la gestión de los sistemas hídricos transfronterizos, la ONU Medio Ambiente, en colaboración con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y sus asociados, preparó una evaluación mundial sobre el estado de los lagos, los ríos, los acuíferos y los sistemas de aguas subterráneas de las islas pequeñas, los grandes ecosistemas marinos y los océanos abiertos, denominado Programa de Evaluación de Aguas Transfronterizas (TWAP, por sus siglas en inglés) (UNEP 2011). El Centro Internacional para la Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos (IGRAC, por sus siglas en inglés), socio del TWAP, desarrolló un sistema de gestión de la información sobre las aguas subterráneas con el fin de combatir la escasez de datos cuantitativos estandarizados en tiempo real sobre los principales parámetros de dichas aguas y subrayó la falta de una gobernanza adecuada respecto de todos los niveles.

La evolución reciente del derecho internacional del agua ha reforzado, considerablemente, la base jurídica de las aguas superficiales y subterráneas compartidas (lénticas) y corrientes (lóticas). En 1997, por ejemplo, entró en vigor la Convención sobre el Derecho de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines Distintos de la Navegación (UN Watercourses Convention); en 1992, el Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales (UNECE Water Convention, modificado en 2013) fue abierto a todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas; y el Proyecto de Artículos sobre el Derecho de los Acuíferos Transfronterizos de la Comisión de Derecho Internacional de 2008 fue recomendado a los gobiernos por la Asamblea General de las Naciones Unidas. Las dos convenciones, que ahora funcionan en conjunto a nivel mundial, actúan como un importante catalizador para la revisión de los acuerdos existentes y la negociación de nuevos acuerdos sobre ríos, lagos y acuíferos a escala de cuenca. Sin embargo, la financiación para apoyar la aplicación de los acuerdos existentes sigue siendo un reto. Estos acuerdos se complementan con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar 2016) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Convention on Biological Diversity [CBD] 1992), que abordan la protección de los ecosistemas relacionados con el agua. Los instrumentos a nivel regional para la gestión del agua incluyen la Directiva Marco del Agua de la UE (European Union 2000).

9.9.5 Gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas

El agotamiento de las aguas subterráneas puede provocar el agotamiento de los caudales (Hunt 1999; Kendy y Bredehoeft 2006), mientras que la desviación de los caudales puede limitar la recarga de las aguas subterráneas. La gestión de estas dos fuentes como entidades separadas surge del escaso conocimiento de los sistemas de aguas subterráneas y sus relaciones espaciales y temporales con las aguas superficiales, situación que actualmente no se justifica (Famiglietti 2014; McNutt 2014). Las experiencias actuales ponen de relieve el valor de la gestión conjunta y el uso de las aguas superficiales y subterráneas como "una sola agua" (Sticklor 2014), amortiguando, tanto las sequías como las inundaciones. Por lo cual, una gestión adecuada tendría en cuenta el impacto potencial a largo plazo de la extracción sostenida de aguas subterráneas en los ecosistemas dependientes de estas, en zonas áridas o semiáridas.

La recarga de almacenamiento y recuperación de acuíferos (Pyne 1995) o la recarga gestionada de acuíferos (Dillon *et al.* 2009) se están convirtiendo en herramientas importantes de lucha en contra de la escasez crónica de agua, por ejemplo, en el

estado de Arizona, Estados Unidos (Lacher *et al.* 2014; Scanlon *et al.* 2016; Stefan y Ansems 2017). Con esto, el almacenamiento de agua subterránea podría desempeñar un papel importante en zonas semiáridas y áridas de África (Botsuana, Sudáfrica) durante episodios de lluvias intensas y/o cuando se agotan las opciones de almacenamiento y transferencia de agua superficial (Tredoux, van der Merwe y Peters 2009; Bugan *et al.* 2016). India es uno de los países en los cuales se está probando la captura y el almacenamiento de las lluvias monzónicas en acuíferos agotados (International Water Management Institute 2016).

Adicionalmente, los principios de diseño urbano respetuosos del agua son fundamentales para la eficiencia en el uso de la misma, la reutilización (Wong 2011; Fisher-Jeffes, Carden y Armitage 2017) y la gestión de las inundaciones (Dai *et al.* 2018). Esto puede suponer, por ejemplo, el almacenamiento de las aguas pluviales y residuales recuperadas del entorno urbano en acuíferos. Este enfoque es, especialmente, eficaz para mitigar el hundimiento y la intrusión salina en los acuíferos de las ciudades costeras (Ortuño *et al.* 2010; Bugan *et al.* 2016).

El **Recuadro 9.5** ilustra el desarrollo conjunto de aguas superficiales y subterráneas sin inducción de la intrusión salina en Hermanus, ciudad costera de Sudáfrica. Este es un caso destinado a mitigar los riesgos de sequía mediante el equilibrio en el almacenamiento de aguas superficiales y subterráneas.

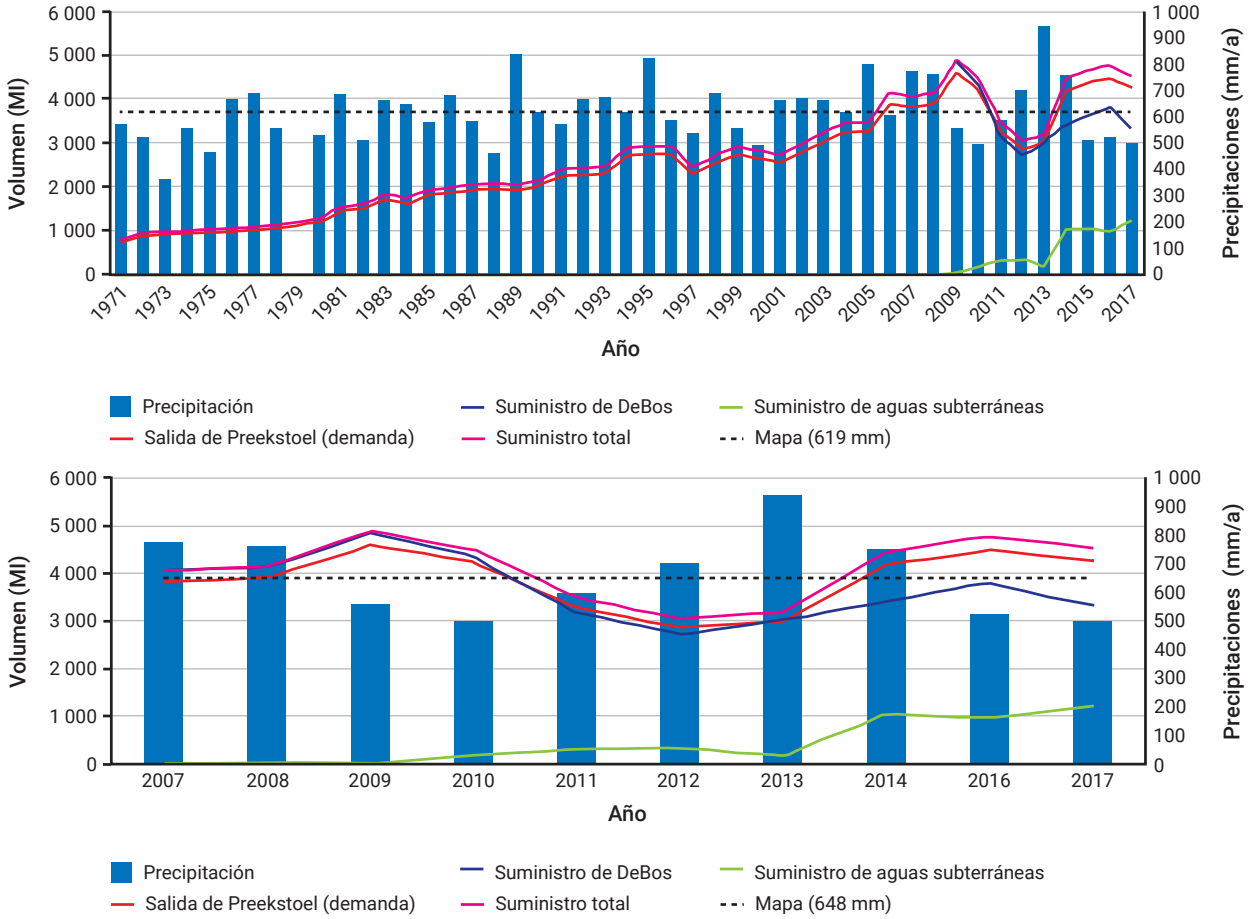
Recuadro 9.5: Hermanus, cerca de Ciudad del Cabo, provincia del Cabo Occidental, Sudáfrica. Un estudio de caso sobre el desarrollo y la gestión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas

Las aguas subterráneas se utilizaron para la construcción de viviendas privadas y el riego de jardines entre 1971 y 2001. La demanda de agua de la zona de Hermanus se cubrió con la presa de DeBos (línea azul, que coincide con la línea púrpura de suministro total de la **Figura 9.22**). En 2002, se pusieron en marcha 7.750 kilolitros/año de agua subterránea (línea verde) y en 2009 se añadieron 24.191 kl/año, tal y como ilustra el suministro total (línea púrpura) que separa de la afluencia de la presa de DeBos (línea azul), y adiciona el agua subterránea (línea verde) que mantiene la línea de suministro por encima de la línea roja de demanda.

En 2010, el incremento de las aguas subterráneas fue especialmente eficaz en mantener la oferta por encima de la demanda, cuando el suministro de la presa de DeBos (línea azul) no pudo satisfacerla (línea roja). La demanda de agua se cubrió con el suministro de agua superficial de la presa, aumentado tres veces los pozos. En 2009 se introdujeron restricciones hídricas en previsión de la reducción del suministro de agua de superficie y posteriormente fueron levantadas.

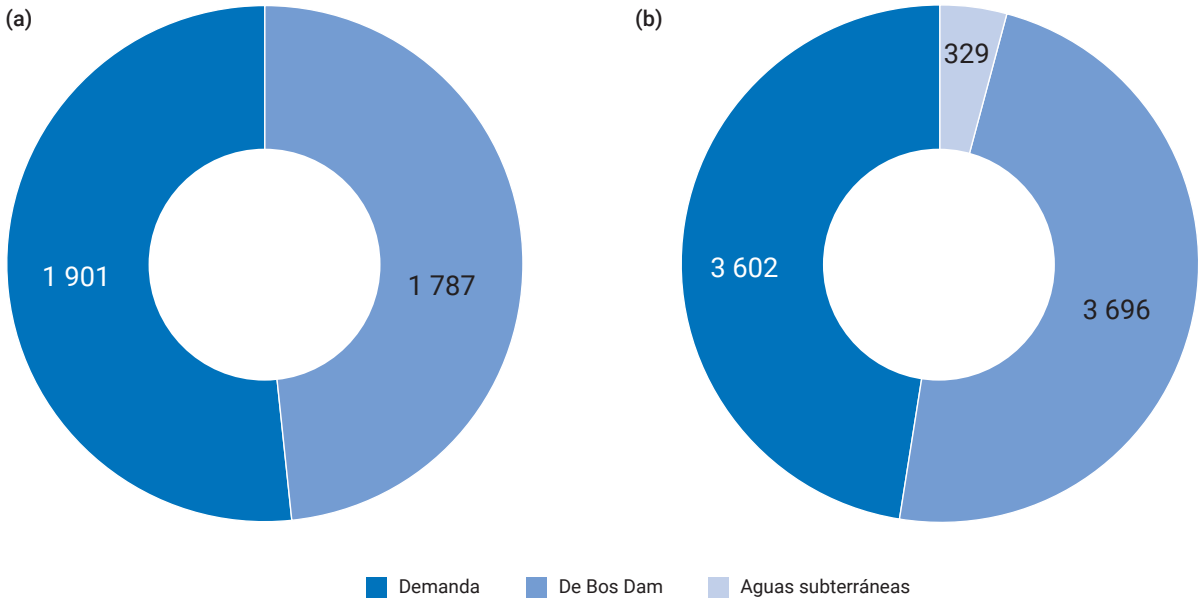
A diferencia de otras ciudades de la provincia del Cabo Occidental que sufren una grave sequía, los residentes de la zona de Gran Hermanus fueron avisados solo hasta el 27 de febrero de 2018, que sería necesario introducir restricciones de agua de nivel 1B a partir del 1 de marzo de 2018; aunque las tarifas del agua solo se aumentarían una vez que la presa hubiera descendido al 40% de su nivel. Para esa fecha la presa de DeBos contaba con una ocupación del 46,5%. (Overstrand Municipality 2018).

Figura 9.22: Uso conjunto de Hermanus



Fuente: Municipio de Overstrand (2018).

Figura 9.23: Oferta y demanda de agua, Gran Hermanus, 1971-2001 (a) y 2002-2017 (b)



Fuente: Municipio de Overstrand (2018).

La base del éxito del uso conjunto es el seguimiento exhaustivo, la modelización y la evaluación de riesgos del acuífero y de la(s) fuente(s) de aguas superficiales, de las zonas de captación asociadas y de los sistemas sociales en un enfoque de aprendizaje a través de la práctica (Bidwell 2003). La gestión de los recursos acuíferos requiere un sistema de zonificación del uso de la tierra basado en la vulnerabilidad y las limitaciones del mismo, para permitir tasas de extracción adecuadas y una recarga natural (Cross *et al.* 2016).

El seguimiento y la gestión del ciclo completo del uso del agua por parte del sector privado, en materia de agricultura y minería, por ejemplo, están ganando reconocimiento. Algunos ejemplos de programas de gestión son Woolworths en Sudáfrica (en colaboración con WWF-Sudáfrica, WWF-Reino Unido, la Alianza para la Gestión del Agua y Marks and Spencer); Coca-Cola y la Alianza para el Agua y el Desarrollo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), H&M y WaterAid (Workers' Need Project en la India), Unilever y Nestlé en Europa. El CEO Water Mandate (https://ceowatermandate.org) fue fundamental para promover los beneficios empresariales de la gestión del agua. Esta intersección entre la gobernanza del agua, el uso, los usuarios, el seguimiento en tiempo real y la elaboración de modelos para orientar el desarrollo y la gestión de los recursos basados en pruebas está cobrando impulso. Así, por ejemplo, Bangalore, una ciudad de rápido crecimiento en la que el 40% del agua que entra en el sistema se pierde por fugas, logró la instalación de caudalímetros en varios puntos críticos del sistema de reticulación del agua gracias a la alianza entre Water Supply y Sewerage Works con IBM. Los datos son transmitidos a través de la tecnología GSM (Sistema Global de Comunicaciones Móviles) a un servidor central de Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA, por sus siglas en inglés) para ser transformados, agregados y presentados en una interfaz web y una aplicación móvil para los usuarios finales.

9.9.6 Proteger y restaurar los ecosistemas acuáticos (Meta 6.6 de los ODS)

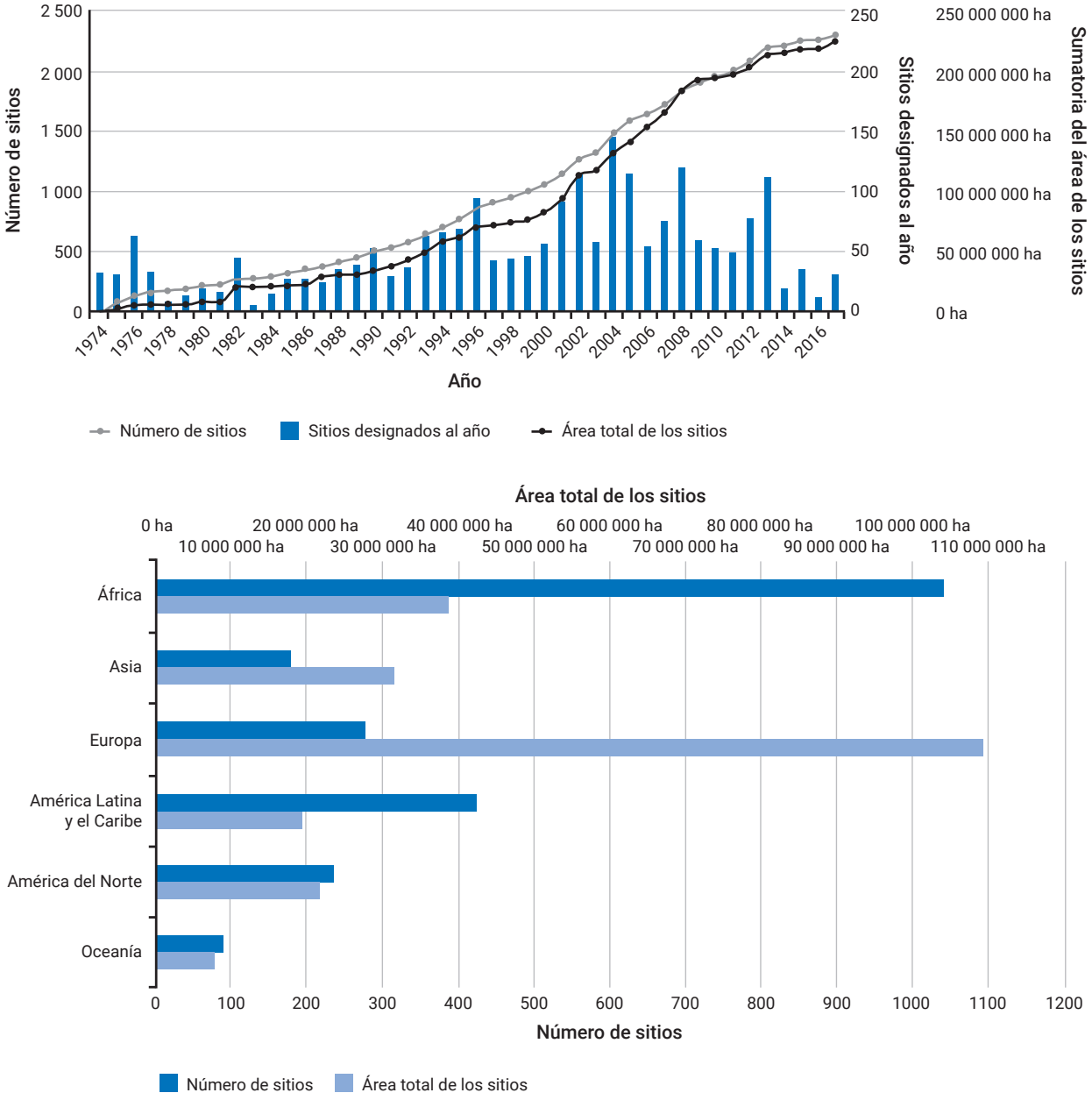
La importancia de los ecosistemas hídricos se refleja específicamente en el objetivo relativo al agua (ODS 6) y en el objetivo relativo a la biodiversidad terrestre (ODS 15).

La meta 6.6 pretende "proteger y restaurar los ecosistemas relacionados con el agua, incluyendo las montañas, los bosques, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos", destacando su papel crucial en las funciones del ciclo del agua y la gestión de las cuencas hidrográficas.

Dicha meta también hace un seguimiento de los cambios en la extensión espacial de los ecosistemas que están relacionados con el agua. Dada la pérdida de humedales y la disminución de la biodiversidad asociada, muchos países responden con programas de protección y gestión de humedales naturales y requisitos de flujo ambiental como, por ejemplo, las reservas de agua de México; South African National Water Act 1998 [Government of South Africa 1998]). Actualmente, ciertas actividades de restauración y construcción de ríos y humedales se están llevando a cabo, incluida la construcción de humedales para el tratamiento de aguas pluviales en Australia, la recuperación de zonas de llanura aluvial en los Países Bajos y la reconexión de humedales y lagos con el cauce principal del río Yangtze en China. Una mejora sobre los datos de observación de la Tierra, combinada con una metodología de clasificación, permitirá a los países obtener imágenes precisas de los ecosistemas relacionados con el agua. Sin embargo, existe una necesidad apremiante de ampliar el seguimiento *in situ* de los componentes del ciclo del agua y armonizar las observaciones.

La Convención de Ramsar sobre los Humedales (1971) es un acuerdo ambiental multinacional, dedicado específicamente a la conservación y el uso racional de los humedales. En virtud de este acuerdo, cada país signatario debe designar y proteger uno o varios "Humedales de Importancia Internacional" (conocidos como "sitios Ramsar"), consiguiéndose así la designación de 2.326 sitios Ramsar a principios de 2018 por parte de 170 países en su calidad de Partes Contratantes de la Convención. Igualmente, la superficie total de humedales protegida por la designación de Ramsar ha aumentado de 81 millones de hectáreas a casi 250 millones de hectáreas desde el año 2000 (**Figura 9.24**). Los nuevos sitios Ramsar designados en los últimos años tienden a seguir los límites hidrológicos, para proteger cuencas de captación y fluviales enteras (Ramsar 2018).

Figura 9.24: Designación de sitios Ramsar por año y región



Fuente: Ramsar (2018).

9.10 Conclusiones

Actualmente, la escasez generalizada de agua es el resultado de las conexiones y vínculos entre el ciclo hidrológico, la agricultura insostenible y los sistemas energéticos. A nivel local, por un lado, en el marco de complejas interrelaciones, los recursos hídricos son objeto de disputa y desempeñan un papel en los conflictos sociales y en las decisiones de migración humana; a nivel mundial, el ciclo del agua integra los impactos de las actividades humanas, el crecimiento demográfico y el cambio climático. El deterioro de la calidad del agua en todas las regiones y continentes amenaza la salud de las personas y los ecosistemas, mientras que el cambio climático está acelerando el ciclo del agua y provocando un mayor impacto en las comunidades a través de las tormentas, inundaciones y sequías, incendios forestales extremos y corrimientos de tierra, así como el aumento de las tormentas de polvo y arena en las zonas más áridas. Por tanto, el agua, además de ser un bien público, se está convirtiendo en un multiplicador de riesgos para la salud de las personas y del planeta.

Sin embargo, la realización de las metas del ODS 6 (agua) puede lograrse mediante la participación de los sectores público, privado y no gubernamental, de la sociedad civil y de los agentes locales, y mediante el refuerzo mutuo o las compensaciones que también tienen en cuenta otros objetivos interrelacionados de los ODS centrados en la erradicación de la pobreza (ODS 1), la seguridad alimentaria (ODS 2), la salud (ODS 3), la igualdad de género (ODS 5), las ciudades sostenibles (ODS 11) y la protección de la biodiversidad (ODS 14 y 15).

Los acuerdos ambientales multinacionales que rigen los recursos hídricos y la gestión de los ecosistemas relacionados con el agua y el cambio climático pueden apoyar la incorporación de una gestión integrada de estos en las normas jurídicas, a través de la legislación nacional y local.

Se requiere una gobernanza de los recursos hídricos eficaz, eficiente y transparente que incluya una mejor colaboración y coordinación entre los gobiernos, las instituciones técnicas, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil para lograr un mejoramiento en el monitoreo y la calidad de los datos. Esto repercutirá en la prestación de mejores servicios hídricos e hidrogeológicos, de acuerdo con lo debatido en la reciente conferencia de la OMM celebrada en mayo de 2018 (World Meteorological Organization). Así, mayores inversiones para el alcance y un rigor en los estándares de los datos hídricos son esencial para mejorar las políticas y la gobernanza en pro de una buena gestión de dicho recurso.

Referencias

AbuZeid, K. (2014). An Arab perspective on the applicability of the water convention in the Arab AbuZeid, K. (2014). An Arab perspective on the applicability of the water convention in the Arab region: Key aspects and opportunities for the Arab countries. Key Aspects and Opportunities for the Arab Countries. Tunis, 11-12 June 2014. http://gwp.dev.sublime.se/globalassets/global/gwp-med-

Carmenta, R., Zabala, A. y Phelps, J. (2015). Indonesian Peatland Fires: Perceptions of Solutions. Bogor: Center for International Forestry Research. http://www.cifor.org/publications/pdf_files/flyer/5882-flyer.pdf. files/news-and-activities/mena/tunis-workshop_june2014/5.2.k.abuzeid_waterconvention egion.pdfarab_

Cevallier, P., Pouyaud, B., Suarez, W. y Condom, T. (2011). Climate change threats to environment in the tropic Andes: Glaciers and water resources. Regional Environmental Change 11 179-187.

AbuZeid, K., Elrawady, M., CEDARE y Arab Water Council (2014). 2nd Arab State of the Water Report 2012. Water Resources Management Program-Center for Environment and Development for the Arab Region & Europe (CEDARE) and Arab Water Council http://www.arabwatercouncil.org/images/Publications/Arab_state/2nd_Arab_State_of_the_Water_Report.pdf.

Adams, M.P., Hovey, R.K., Hipsey, M.R., Bruce, L.C., Ghisalberti, M., Lowe, R.J. et al. (2016). Feedback between sediment and light for seagrass: Where is it important? Limnology and Oceanography 61(6), 1937-1955. https://doi.org/10.1002/lno.10319.

African Union (2015). Annual Report of the Commission on the Implementation of the July 2008 Assembly Declaration on the SharmEl-Sheikh Commitments for Accelerating the Achievement of Water and Sanitation Goals in Africa. Assembly Decision (Assembly/AU/DEC.1(XI) of July 2008. The 2015 Africa Water and Sanitation Sector Report: Reviewing Progress and Positioning Africa for 2030 SDGs & Agenda 2063 on Sustainable Water Management and Sanitation. http://www.amcow-online.org/ images/docs/monitoring_evaluation_report_2015_eng.pdf.

Aguilar-Barajas, I., Mahlknecht, J., Kaledin, J., Kjellén, M. y Abel Mejía, B. (eds.) (2015). Water and Cities in Latin-America: Challenges for Sustainable Development. 1st Edition. Water Policy. London: Routledge. https://www.routledge.com/Water-and-Cities-in-Latin-America-Challenges-for-Sustainable-Development/Aguilar-Barajas-Mahlknecht-Kaledin-Kjellen-Mejia-Betancourt/p/book/9780415730976.

Alhajahmad, S. y Lockhart, D. (2017). Jordan's Recent Economic Performance: Implications for Future Growth, Investment, Refugee Policy, and Refugees. Amman: West Asia–North Africa (WANA) Institute. http://wanainstitute.org/sites/default/files/publications/Publication_JordansRecentEconomicPerformance_English.pdf.

Allan, T., Keulertz, M. y Colman, T. (2015). The complexity and urgency of water: Time for the accountancy profession to step up. Global Knowledge Gateway, International Federation of Accountants, International Federation of Accountants https://www.ifac.org/global-knowledge-gateway/viewpoints/complexity-and-urgency-water-time-accountancy-profession-step.

Allan, T. y Matthews, N. (2016). The water, energy and food nexus and ecosystems: The political economy of food non-food supply chains. En The Water, Food, Energy and Climate Nexus: Challenges and an Agenda for Action. Dodds, F. y Bartram, J. (eds.). Oxon: Routledge. 78-89. https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/78373.

Altchenko, Y. y Villholth, K.G. (2013). Transboundary aquifer mapping and management in Africa: A harmonised approach. Hydrogeology Journal 21(7), 1497-1517. https://doi.org/10.1007/s10040-013-1002-3.

Arunakumara, K.K.I.U., Walpola, B.C. y Yoon, M.H. (2013). Current status of heavy metal contamination in Asia's rice lands. Reviews in Environmental Science and Bio-Technology 12(4), 355-377. https://doi.org/10.1007/s11157-013-9323-1.

Barbour, E., Wilson, G., Radcliffe, J., Ding, Y. y Li, Y. (2016). A review of pumped hydro energy storage development in significant international electricity markets. Renewable and Sustainable Energy Reviews 61, 421-432. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.019.

Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S. y Palutikof, J.P. (eds.) (2008). Climate Change and Water: IPCC Technical Paper VI Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf.

Berendonk, T.U., Manaia, C.M., Merlin, C., Fatta-Kassinos, D., Cytryn, E., Walsh, F. et al. (2015). Tackling antibiotic resistance: The environmental framework. Nature Reviews Microbiology 13, 310-317. https://doi.org/10.1038/nrmicro3439.

Bergeron, S., Boopathy, R., Nathaniel, R., Corbin, A. y LaFleur, G. (2015). Presence of antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes in raw source water and treated drinking water. International Biodeterioration & Biodegradation 102, 370-374. https://doi.org/10.1016/j. ibiod.2015.04.017.

Bhaduri, A., Bogardi, J., Siddiqi, A., Voigt, H., Vörösmarty, C., Pahl-Wostl , C. et al. (2016). Achieving sustainable development goals from a water perspective. Frontiers in Environmental Science 4(64), 1-13. https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00064.

Bidwell, V. (2003). Groundwater Management Tools: Analytical Procedure and Case Studies. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.75.1401&rep=rep1&type=pdf.

Birkinshaw, S.J., Bathurst, J.C., Iroume, A. y Palacios, H. (2011). The effect of forest cover on peak flow and sediment discharge-an integrated field and modelling study in central-southern Chile. Hydrological Processes 25(8), 1284-1297. https://doi.org/10.1002/hyp.7900.

Blake, D., Mlisa, A. y Hartnady, C. (2010). Large scale quantification of aquifer storage and volumes from the Peninsula and Skurweberg Formations in the southwestern Cape. Water SA 36(2), 177-184. http://www.scielo.org.za/pdf/wsa/v36n2/a05v36n2.pdf.

Bleischwitz, R., Hoff, H., Spataru, C., van der Voet, E. y vanDeveer, S.D. (eds.) (2018). Routledge Handbook of the Resource Nexus. https://www.routledge.com/Routledge-Handbook-of-the-Resource-Nexus/Bleischwitz-Hoff-Spataru-Voet-VanDeveer/p/book/9781138675490.

Blum, M.D. y Roberts, H.H. (2009). Drowning of the Mississippi Delta due to insufficient sediment supply and global sea-level rise. Nature Geoscience 2, 488-491. https://doi.org/10.1038/ngeo553.

Boateng, I., Bray, M. y Hooke, J. (2012). Estimating the fluvial sediment input to the coastal sediment budget: A case study of Ghana. Geomorphology 138(1), 100-110. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.08.028.

Bugan, R.D.H., Jovanovic, N., Israel, S., Tredoux, G., Genthe, B., Steyn, M. et al. (2016). Four decades of water recycling in Atlantis (Western Cape, South Africa): Past, present and future. Water SA 42(4), 577-594. https://doi.org/10.4314/wsa.v42i4.08.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe and United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2008). Groundwater resources of the world. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe https://www.whymap.org/whymap/EN/Home/gw_world_g.html;jsessionid=FED2359D86966F2836EC2516AC762173.1_cid292?nn=1577094.

Burnett, E., Jonesteller, C.L., Tate, J.E., Yen, C. y Parashar, U.D. (2017). Global impact of rotavirus vaccination on childhood hospitalizations and mortality from diarrhea. Journal of Infectious Diseases 215(11), 1666-1672. https://doi.org/10.1093/infdis/jix186.

Campuzano, C., Hansen, A.M., De Stefano, L., Martínez-Santos, P., Torrente, D. y Willaarts, B.A. (2014). Water resources assessment. En Water for Food and Wellbeing in Latin America and the Caribbean: Social and Environmental Implications for a Globalized Economy. Garrido, A., Willaarts,

B.A. y Llamas, M.R. (eds.). Oxon: Routledge. chapter 2. 27-53. http://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/Observatorio%20Tendencias/PUBLICACIONES/LIBROS%20SEM%20INTERN/water%20for%20food%20security/capitulo2.pdf https://doi.org/10.1007/s10113-010-0177-6.

Cloern, J. y Jassby, A. (2012). Drivers of change in estuarine-coastal ecosystems: Discoveries from four decades of study in San Francisco Bay. Reviews of Geophysics 50(4), 1-33. https://doi.org/10.1029/2012RG000397.

Coe, M.T. y Foley, J.A. (2001). Human and natural impacts on the water resources of the Lake Chad basin. Journal of Geophysical Research 106(D4), 3349-3356. https://doi.org/10.1029/2000JD900587.

Conca, K. (2006). Governing Water: Contentious Transnational Politics and Global Institution Building.

Cambridge, MA: The MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/governing-water.

Corada-Fernández, C., Candela, L., Torres-Fuentes, N., Pintado-Herrera, M.G., Paniw, M. y

González-Mazo, E. (2017). Effects of extreme rainfall events on the distribution of selected emerging contaminants in surface and groundwater: The Guadalete River basin (SW, Spain). Science of the Total Environment 605-606, 770-783. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.049.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I. et al. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions 26, 152-158. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.

Couture, N.J., Irrgang, A., Pollard, W., Lantuit, H. y Fritz, M. (2018). Coastal erosion of permafrost soils along the Yukon Coastal Plain and fluxes of organic carbon to the Canadian Beaufort Sea. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences 123(2), 406-422. https://doi.org/10.1002/2017JG004166.

Cross, K., Laban, P., Paden, M. y Smith, M. (2016). Spring: Managing Groundwater Sustainably. Gland: International Union for Conservation of Nature. https://portals.iucn.org/library/sites/library/ files/documents/2016-039.pdf.

Da Rosa, C.D., Lyon, J.S. y Hocker, P.M. (1997). Golden Dreams, Poisoned Streams: How Reckless Mining Pollutes America's Waters, and How We Can Stop It. Hocker, P.M. y Aley, T.J. (eds.). Washington, D.C: Mineral Policy Center. https://trove.nla.gov.au/work/29007642?q&version Id=35310352.

Dai, A. (2011). Drought under global warming: A review. Wiley Interdisciplinary Reviews-Climate Change 2(1), 45-65. https://doi.org/10.1002/wcc.81.

Dai, Y., Wang, L., Yao, T., Li, X., Zhu, L. y Zhang, X. (2018). Observed and simulated lake effect precipitation over the Tibetian Plateau: An initial study at Nam Co Lake. Journal of Geophysical Research-Atmospheres 123(13), 6746-6759. https://doi.org/10.1029/2018JD028330.

Dargie, G.C., Lewis, S.L., Lawson, I.T., Mitchard, E.T.A., Page, S.E., Bocko, Y.E. et al. (2017). Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. Nature 542(7639), 86–90. https://doi.org/10.1038/nature21048.

Davidson, N.C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. Marine and Freshwater Research 65(10), 934-941. https://doi.org/10.1071/mf14173.

Dawoud, M.A. y Al Mulla, M.M. (2012). Environmental impacts of seawater desalination: Arabian gulf case study. International Journal of Environment and Sustainability 1(3), 22-37. https://www.sciencetarget.com/Journal/index.php/IJES/article/view/96/25. de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L. et al. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosystem Services 1(1), 50-61. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005.

Dillon, P.J., Pavelic, P., Page, D., Beringen, H. y Ward, J. (2009). Managed Aquifer Recharge: An Introduction. Waterlines Report Series. Canberra: National Water Commission. https://www.researchgate.net/publication/304620744_Managed_aquifer_recharge_an_introduction_Waterlines_Report_Series_no_13_February_2009_National_Water_Commisssion_Canberra.

Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N. y Tassin, B. (2015). Microplastic contamination in an urban area: A case study in Greater Paris. Environmental Chemistry 12(5), 592-599. https://doi.org/10.1071/EN14167.

Driscoll, C.T., Driscoll, K.M., Fakhraei, H. y Civerolo, K. (2016). Long-term temporal trends and spatial patterns in the acid-base chemistry of lakes in the Adirondack region of New York in response to decreases in acidic deposition. Atmospheric Environment 146, 5-14. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.08.034.

Ebi, K.L. y Nealon, J. (2016). Dengue in a changing climate. Environmental Research 151, 115-123. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.026.

Echols, K.R., Meadows, J.C. y Orazion, C.E. (2009). Pollution of aquatic ecosystems II: Hydrocarbons, synthetic organics, radionuclides, heavy metals, acids and thermal pollution. En Encyclopedia of Inland Waters. Likens, G.E. y Tochner, K. (eds.). Waltham, MA: Academic Press. 120-128. https://www.researchgate.net/publication/284820061_Pollution_of_Aquatic_Ecosystems_II_ Hydrocarbons_Synthetic_Organics_Radionuclides_Heavy_Metals_Acids_and_Thermal_Pollution

Elliott, J., Deryng, D., Müller, C., Frieler, K., Konzmann, M., Gerten, D. et al. (2014). Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences 111(9), 3239-3244. https://doi.org/10.1073/pnas.1222474110.

Ellison, D., Futter, M.N. y Bishop K. (2012). On the forest cover-water yield debate: From demand to supply-side thinking. Global Change Biology 18(3), 806-820. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02589.x.

European Commission (1992). Commission Decision of 27 July 1992 concerning Questionnaires relating to directives in the water Sector (92/446/EEC). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992D0446&from=EN.

European Commission (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing A Framework for Community Action in the Field of Water Policy. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=EN.

European Commission (2008). Groundwater Protection in Europe: The New Groundwater Directive – Consolidating The EU Regulatory Framework. Brussels: European Commission. http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/pdf/brochure/en.pdf.

Fader, M., Shi, S., von Bloh, W., Bondeau, A. y Cramer, W. (2016). Mediterranean irrigation under climate change: More efficient irrigation needed to compensate for increases in irrigation water requirements. Hydrology and Earth System Sciences 20(2), 953-973. https://doi.org/10.5194/hess-20-953-2016.

Famiglietti, J.S. (2014). The global groundwater crisis. Nature Climate Change 4(11), 945-948. https://doi.org/10.1038/nclimate2425.

Famiglietti, J.S. y Rodell, M. (2013). Water in the balance. Science 340(6138), 1300-1301. https://doi.org/10.1126/science.1236460.

Farinotti, D., Longuevergne, L., Moholdt, G., Duethmann, D., Moelg, T., Bolch, T. et al. (2015). Substantial glacier mass loss in the Tien Shan over the past 50 years. Nature Geoscience 8(9), 716-722. https://doi.org/10.1038/ngeo2513.

Filho, L.W., Echevarria Icaza, L., Emanche, V.O. y Quasem Al-Amin, A. (2017). An evidence-based review of impacts, strategies and tools to mitigate urban heat islands. International Journal of Environmental Research and Public Health 14(12), 1600. https://doi.org/10.3390/ijerph14121600.

Fisher-Jeffes, L., Kirsty C. y Armitage, N. (2017). A water sensitive urban design framework for South Africa. Journal of Town and Regional Planning 71, 1-10. https://doi.org/10.18820/2415-0495/trp71i1.1.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). Water Withdrawal by Sector, Around 2010. Rome http://www.fao.org/nr/water/aquastat/tables/WorldData-Withdrawal_eng.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). AQUASTAT website. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm (Consultado: 12 de enero de 2018).

Foster, S., Pulido-Bosch, A., Vallejos, Á., Molina, L., Llop, A. y MacDonald, A.M. (2018). Impact of irrigated agriculture on groundwater-recharge salinity: A major sustainability concern in semi-arid regions. Hydrogeology Journal. https://doi.org/10.1007/s10040-018-1830-2.

Foster, S., Tyson, G., Colvin, C., Wireman, M., Manzano, M., Kreamer, D. et al. (2016). Ecosystem Conservation and Groundwater. International Association of Hydrogeologists. https://www.researchgate.net/publication/297698654_Ecosystem_Conservation_Groundwater.

Gao, H., Bohn, T.J., Podest, E., McDonald, K.C. y Lettenmaier, D.P. (2011). On the causes of the shrinking of Lake Chad. Environmental Research Letters 6(3). https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/034021.

GBD 2015 DALYs and HALE Collaborators (2016). Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease study 2015. Lancet 388, 1603 – 1658. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31460-X.

Gerberg, J. (2015). A megacity without water: São Paulo's drought. Time Magazine. 13 October 2015. http://time.com/4054262/drought-brazil-video/.

Giannakis, E., Bruggeman, A., Djuma, H., Kozyra, J. y Hammer, J. (2016). Water pricing and irrigation across Europe: Opportunities and constraints for adopting irrigation scheduling decision support systems. Water Science and Technology: Water Supply 16(1), 245-252. https://doi.org/10.2166/ws.2015.136.

Gilmont, M., Nassar, L., Rayner, S., Tal, N., Harper, E. y Salem, H. (2018). The potential for enhanced water decoupling in the Jordan Basin through regional agricultural best practice. Land 7(2), 63. https://doi.org/10.3390/land7020063.

Global Land Ice Measurements from Space (2018). Monitoring the World's Changing Glaciers. Global Land Ice Measurements from Space https://www.glims.org/.

Global Water Partnership (2000). Integrated Water Resources Management. Technical Advisory Committee Background Paper. Stockholm. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cacena_files/en/pdf/tec04.pdf.

Gomes, U.A.F. y Heller, L. (2016). Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade? Engenharia Sanitária e Ambiental 21(3), 623-633. https://doi.org/10.1590/S1413-41522016128417.

Government of South Africa Act No 36 of 1998 (1998). South Africa National Water Act 1998. 20 August 1998. http://portal.unesco.org/en/files/47385/12670886571NWA_1998.pdf/NWA%2B1998.pdf

Grangier, C., Qadir, M. y Singh, M. (2012). Health implications for children in wastewater-irrigated peri-urban Aleppo, Syria. Water Quality, Exposure and Health 4(4), 187-195. https://doi.org/10.1007/s12403-012-0078-7.

Great Artesian Basin Coordinating Committee (2016). Great Artesian Basin: Resource Study 2014. Canberra. http://www.gabcc.gov.au/sitecollectionimages/resources/66540f98-c828-4268-8b8b-b37f8193cde7/files/resource-study-2016.pdf.

Green, P.A., Voeroesmarty, C.J., Harrison, I., Farrell, T., Saenz, L. y Fekete, B.M. (2015). Freshwater ecosystem services supporting humans: Pivoting from water crisis to water solutions. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions 34, 108-118. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.06.007.

Gross-Sorokin, M.Y., Roast, S.D. y Brighty, G.C. (2006). Assessment of feminization of male fish in English rivers by the Environment Agency of England and Wales. Environmental health perspectives 114, 147-151. https://doi.org/10.1289/ehp.8068.

Guzinski, R., Kass, S., Huber, S., Bauer-Gottwein, P., Jensen, I., Naeimi, V. et al. (2014). Enabling the use of earth observation data for integrated water resource management in Africa with the water observation and information system. Remote Sensing 6(8), 7819-7839. https://doi.org/10.3390/rs6087819.

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A.A., Tyukavina, A. et al. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. Science 342(6160), 850-853. http://doi.org/10.1126/science.1244693. Data available on-line from: http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest.

Harris, L.M., Phartiyal, J., Scott, D.N. y Peloso, M. (2015). Women Talking about Water: Feminist Subjectivities and Intersectional Understandings. Canadian Women's Studies Journal 30(2-3), 15-24. https://doi.org/10.14288/1.0366125.

Hay, E.R. y Hartnady, C.J.H. (2001). Development of deep groundwater reserve of strategic importance. Journal of the South African Institution of Civil Engineering 9(5), 13-16.

Hemingway, J., Ranson, H., Magill, A., Kolaczinski, J., Fornadel, C., Gimnig, J. et al. (2016). Averting a malaria disaster: Will insecticide resistance derail malaria control? Lancet 387(10029), 1785-1788. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(15)00417-1.

Hoekstra, A.Y. y Mekonnen, M.M. (2012). The water footprint of humanity. Proceedings of the National Academy of Sciences 109(9), 3232 – 3237. https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109.

Holling, C.S. y Gunderson, L.H. (2002). Resilience and adaptive cycles. En Panarchy: Understanding Transformations In Human and Ecological Systems. Gunderson, L.H. y Holling, C.S. (eds.).

Washington, D.C.: Island Press. 25-62. https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/67621?show=full

Dai, A. (2003). Disaster risk reduction in southern Africa: Hot rhetoric—cold reality. African Security Review 12(1), 29-38. https://doi.org/10.1080/10246029.2003.9627568.

Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E. y Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. Science of the Total Environment 586, 127-141. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190.

Hunt, B. (1999). Unsteady stream depletion from ground water pumping. Ground Water 37(1), 98-102. https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1999.tb00962.x.

Huntington, T.G. (2006). Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis.

Journal of Hydrology 319, 83-95. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.07.003.

Huss, M. (2012). Extrapolating glacier mass balance to the mountain-range scale: The European Alps 1900-2100. Cryosphere 6(4), 713-727. https://doi.org/10.5194/tc-6-713-2012.

Ingram, H. (2013). No universal remedies: Design for contexts. Water International 38(1), 6-11. https://doi.org/10.1080/02508060.2012.739076.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pachauri, R.K. y Meyer, L.A. (eds.). Geneva. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2017). The Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production. Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca,

V.L. y Ngo, H.T. (eds.). Bonn: https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/individual_chapters_pollination_20170305.pdf.

International Commission for the Protection of the Danube River (2008). Analysis of the Tisza River Basin 2007: Initial Step Toward the Tisza River Basin Management Plan – 2009. Vienna. http://www.icpdr.org/main/sites/default/files/Tisza_RB_Analysis_2007.pdf.

International Groundwater Resources Assessment Centre and United Nations Educational Scientific and Cultural Organization - International Hydrological Programme (2015). Transboundary aquifers of the world map 2015. International Groundwater Resources Assessment Centre, Delft. https://www.un-igrac.org/resource/transboundary-aquifers-world-map-2015.

International Lake Environment Committee Foundation and United Nation Environment Programme (2016). Transboundary Lakes and Reservoirs: Status and Trends.

Volume 2: Lake Basins and Reservoirs. Nairobi. http://geftwap.org/publications/TWAPVOLUME2TRANSBOUNDARYLAKESANDRESERVOIRS.pdf.

International Water Management Institute (2016). Managing the monsoon. [International Water Management Institute http://www.iwmi.cgiar.org/2016/05/managing-the-monsoon/ (Consultado: 24 de junio de 2017).

INTJ Input (2017). PFAS: new biohazards identified in fast food wrappers. 19 April https://intjinput.wordpress.com/tag/environmental-science-and-technology-letters/

Jayachandran, S. (2009). Air quality and early-life mortality: Evidence from Indonesia's wildfires. The Journal of Human Resources 44(4), 916-954. https://doi.org/10.3386/w14011.

Jeffrey, P. y Gearey, M. (2006). Integrated water resources management: Lost on the road from ambition to realisation? Water Science and Technology 53(1), 1-8. https://doi.org/10.2166/wst.2006.001.

Jenkins, S., Paduan, J., Roberts, P., Schlenk, D. y Weis, J. (2012). Management of Brine Discharges to Coastal Waters: Recommendations of a Science Advisory Panel. Technical Report. Costa Mesa, CA: State Water Resources Control Board. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20069/jenkins_management.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Jeppersen, E., Moss, B., Bennion, H., Carvalho, L., DeMeester, L., Feuchtmayr, H. et al. (2010). Interaction of climate change and eutrophication. En Climate Change Impacts on Freshwater Ecosystems. Kernan, M., Battarbee, R. y Moss. B. (eds.). Blackwell Publishing Ltd. chapter 6. 119- 151. https://doi.org/10.1002/9781444327397.Chapter 6.

Joosten, H. (2015). Peatlands, Climate Change Mitigation and Biodiversity Conservation: An Issue Brief on the Importance of Peatlands for Carbon and Biodiversity Conservation and the Role of Drained Peatlands as Greenhouse Gas Emission Hotspots. Copenhagen: Nordic Council of Ministers. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ny_2._korrektur_anp_peatland.pdf.

Keeley, G. (2008). Barcelona forced to import emergency water. The Guardian 14 May 2008 https://www.theguardian.com/world/2008/may/14/spain.water.

Kendy, E. y Bredehoeft, J.D. (2006). Transient effects of groundwater pumping and surface-water- irrigation returns on streamflow. Water Resources Research 42(8). https://doi.org/10.1029/2005wr004792.

Kim, S., De Jonghe, J., Kulesa, A.B., Feldman, D., Vatanen, T., Bhattacharyya, R.P. et al. (2017). High-throughput automated microfluidic sample preparation for accurate microbial genomics. Nature Communications 8(13919). https://doi.org/10.1038/ncomms13919.

Kodama, Y., Eaton, F. y Wendler, G. (1983). The influence of Lake Minchumina, interior Alaska, on its surroundings. Archives for Meteorology Geophysics and Bioclimatology Series B 33(3), 199-218. https://doi.org/10.1007/bf02275094.

Kolpin, D.W., Furlong, E.T., Meyer, M.T., Thurman, E.M., Zaugg, S.D., Barber, L.B. et al. (2002). Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in US streams, 1999-2000: A national reconnaissance. Environmental Science & Technology 36(6), 1202-1211. https://doi.org/10.1021/es011055j.

Kümmerer, K. (2009). Antibiotics in the aquatic environment – A review – Part II. Chemosphere 75(4), 435-441. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.12.006.

Lacher, L.J., Turner, D.S., Gungle, B., Bushman, B.M. y Richter, H.E. (2014). Application of hydrological tools and monitoring to support managed aquifer recharge decision making in the upper San Pedro River, Arizona, USA. Water Resources Research 6(11), 3495 – 3527. https://doi.org/10.3390/w6113495.

Laird, N.F., Kristovich, D.A.R., Liang, X.Z., Arritt, R.W. y Labas, K. (2001). Lake Michigan lake breezes: Climatology, local forcing, and synoptic environment. Journal of Applied Meteorology 40(3), 409-424. https://doi.org/10.1175/1520-0450(2001)040<0409:lmlbcl>2.0.co;2.

Lehmann, J., Coumou, D. y Frieler, K. (2015). Increased record-breaking precipitation events under global warming. Climatic Change 132(4), 501-515. https://doi.org/10.1007/s10584-015-1434-y.

Lehner, B., Liermann, C.R., Revenga, C., Voeroesmarty, C., Fekete, B., Crouzet, P. et al. (2011). High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. Frontiers in Ecology and the Environment 9(9), 494-502. https://doi.org/10.1890/100125.

Little, A. (2015). Can desalination counter the drought? The New Yorker. 22 July 2015. http://www.newyorker.com/tech/elements/can-desalination-counter-the-drought.

Liu, P.L.F., Lynett, P., Fernando, H., Jaffe, B.E., Fritz, H., Higman, B. et al. (2005). Observations by the international tsunami survey team in Sri Lanka. Science 308(5728), 1595. https://doi.org/10.1126/science.1110730.

Liu, W., Sun, F., Lim, W.H., Zhang, J., Wang, H., Shiogama, H. et al. (2018). Global drought and severe drought-affected popullations in 1.5 and 2oC warmer worlds. Earth System Dynamics 9(1), 267-283. https://doi.org/10.5194/esd-9-267-2018.

Lo, N.C., Addiss, D.G., Hotez, P.J., King, C.H., Stothard, J.R., Evans, D.S. et al. (2017). A call to strengthen the global strategy against schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis: The time is now. The Lancet Infectious Diseases 17(2), e64-e69. https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30535-7.

Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V. et al. (2013). Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: A systematic analysis for the global burden of disease study 2010. Lancet 380(9859), 2095-2128. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61728-0.

Lu, Y., Song, S., Wang, R., Liu, Z., Meng, J., Sweetman, A.J. et al. (2015). Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. Environment International 77, 5-15. https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.12.010.

MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Dochartaigh, B.E.O. y Taylor, R.G. (2012). Quantitative maps of groundwater resources in Africa. Environmental Research Letters 7(2). https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/2/024009.

Margat, J. y van der Gun, J. (2013). Groundwater Around the World: A Geographic Synopsis. 1st edn. London: CRC Press. https://www.crcpress.com/Groundwater-around-the-World-A-Geographic-Synopsis/Margat-Gun/p/book/9781138000346.

Masson, M., Walter, M. y Priester, M. (2013). Incentivizing Clean Technology in the Mining Sector in Latin America and the Caribbean: The Role of Public Mining Institutions. IDB Technical Note.

Washington, D.C.: Inter-American Development Bank. https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6018/Incentivizing%20Clean%20Technology%20in%20the%20Mining%20Sector%20in%20Latin%20America%20and%20the%20Caribbean.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Masten, S.J., Davies, S.H. y McElmurry, S.P. (2016). Flint water crisis: What happened and why? Journal of the American Water Works Association 108(12), 22-34. https://doi.org/10.5942/jawwa.2016.108.0195.

Mateo-Sagasta, J. y Burke, J. (2012). Agriculture and Water Quality Interactions: A global overview. SOLAW Background Thematic Report. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-bl092e.pdf.

Maupin, M.A., Kenny, J.F., Hutson, S.S., Lovelace, J.K., Barber, N.L. y Linsey, K.S. (2014). Estimated Use of Water in the United States in 2010. United States Geological Survey. https://pubs.usgs.gov/circ/1405/pdf/circ1405.pdf.

McCarty, T.R., Turkeltaub, J.A. y Hotez, P.J. (2014). Global progress towards eliminating gastrointestinal helminth infections. Current Opinion in Gastroenterology 30(1), 18-24. https://doi.org/10.1097/mog.0000000000000025.

McInnes, R.J., Simpson, M., Lopez, B., Hawkins, R. y Shore, R. (2016). Wetland ecosystem services and the Ramsar convention: An assessment of needs. Wetlands 37(1), 123-134. https://doi.org/10.1007/s13157-016-0849-1.

McNutt, M. (2014). The drought you can't see. Science 345(6204), 1543. https://doi.org/10.1126/science.1260795.

Meeker, J.D. (2012). Exposure to environmental endocrine disruptors and child development. Archives of Pediatrics Adolescent Medicine 166(10), 952-958. https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2012.241.

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2011). National Water Footprint Accounts: The Green, Blue and Grey Water Footprint of Production and Consumption. Value of Water Research Report Series. Delft: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-IHE Institute for Water Education. http://waterfootprint.org/media/downloads/Report50-NationalWaterFootprints-Vol1.pdf.

Mitsch, W.J. y Gosselink, J.G. (2015). Wetlands, 5th Edition. 5th edn: Wiley. https://www.wiley.com/en-us/Wetlands%2C+5th+Edition-p-9781118676820.

Mompelat, S., Le Bot, B. y Thomas, O. (2009). Occurrence and fate of pharmaceutical products and by-products, from resource to drinking water. Environment International 35(5), 803-814. https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.10.008.

Morris, B.L., Lawrence, A.R.L., Chilton, P.J.C., Adams, B., Calow, R.C. y Klinck, B.A. (2003). Groundwater and its Susceptibility to Degradation: A Global Assessment of the Problem and Options for Management. Early Warning and Assessment Report Series. Nairobi: United Nations Environment Programme. https://www.ircwash.org/sites/default/files/BGS-2003-Groundwater.pdf.

Mudd, G.M., Weng, Z. y Jowitt, S.M. (2013). A detailed assessment of global Cu resource trends and endowments. Economic Geology 108(5), 1163–1183. https://doi.org/10.2113/ econgeo.109.7.1813.

Mukabutera, A., Thomson, D., Murray, M., Basinga, P., Nyirazinyoye, L., Atwood, S. et al. (2016). Rainfall variation and child health: Effect of rainfall on diarrhea among under 5 children in Rwanda, 2010. BMC Public Health 16(1), 731. https://doi.org/10.1186/s12889-016-3435-9.

Mukhtarov, F. y Gerlak, A. (2014). Epistemic forms of integrated water resources management: Towards knowledge versatility. Policy Sciences 47(2), 101-120. https://doi.org/10.1007/s11077-013-9193-y.

Musengimana, G., Mukinda, F.K., Machekano, R. y Mahomed, H. (2016). Temperature variability and occurrence of diarrhoea in children under five-years-old in Cape Town metropolitan sub-Districts. International Journal of Environmental Research and Public Health 13(9), 859. https://doi.org/10.3390/ ijerph13090859.

Novotny, V., Wang, X., Englande, A.J.J., Bedoya, D., Promakasikorn, L. y Tirado, R. (2010). Comparative assessment of pollution by the use of industrial agricultural fertilizers in four rapidly developing Asian countries. Environment Development and Sustainability 12(4), 491-509. https://doi.org/10.1007/s10668-009-9207-2.

O'Connor, J.E., Duda, J.J. y Grant, G.E. (2015). 1000 dams down and counting. Science 348(6234), 496-497. https://doi.org/10.1126/science.aaa9204.

Oki, T. y Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. Science 313(5790), 1068-1072. https://doi.org/10.1126/science.1128845.

O'Neil, J.M., Davis, T.W., Burford, M.A. y Gobler, C.J. (2012). The rise of harmful cyanobacteria blooms: The potential roles of eutrophication and climate change. Harmful Algae 14, 313-334. https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.10.027.

O'Neill Commission (2014). Antimicrobial Resistance: Tackling A Crisis for The Health and Wealth of Nations. London. https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20-%20 Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations_1.pdfOrganization for Economic Cooperation and Development (1982). Eutrophication of Waters: Monitoring, Assessment and Control. Paris. https://catalogue.nla.gov.au/Record/1904210.

Organization for Economic Co-operation and Development (2016). OECD Council: Recommendations on Water. Paris. https://www.oecd.org/environment/resources/Council-Recommendation-on-water.pdf.

Ortuño, F., Molinero, J., Custodio, E., Juárez, I., Garrido, T. y Fraile, J. (2010). Seawater intrusion barrier in the deltaic Llobregat aquifer (Barcelona, Spain): Performance and pilot phase results. 21st Salt Water Intrusion Meeting. Azores, 21-26 June 2010. http://www.swim-site.nl/pdf/swim21/pages_135_138.pdf

Osborn, S.G., Vengosh, A., Warner, N.R. y Jackson, R.B. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. Proceedings of the National Academy of Sciences 108(20), 8172-8176. https://doi.org/10.1073/pnas.1100682108.

Municipio de Overstrand (2018). Overstrand implements Level 1B water restrictions from 1 March. https://www.overstrand.gov.za/en/media-section/news/330-overstrand-implements-level-1b-water-restrictions-from-1-march (Consultado: 9 de octubre de 2019).

Pearce, F. (2018). Can the world find solutions to the nitrogen pollution crisis? YaleEnvironment360. https://e360.yale.edu/features/can-the-world-find-solutions-to-the-nitrogen-pollution-crisis (Consultado: 8 de octubre de 2018).

Petrović, M., Gonzalez, S. y Barceló, D. (2003). Analysis and removal of emerging contaminants in wastewater and drinking water. TrAC Trends in Analytical Chemistry 22(10), 685-696. https://doi.org/10.1016/S0165-9936(03)01105-1.

Pinkerton, R., Oria, R.B., Lima, A.A.M., Rogawski, E.T., Oria, M.O.B., Patrick, P.D. et al. (2016). Early childhood diarrhea predicts cognitive delays in later childhood independently of malnutrition. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 95(5), 1004-1010. https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0150.

Poindexter, G.F. (2015). Brazil's drought brings water supply to near zero capacity at hydroelectric facilities. Hydro Review, 28 January. http://www.hydroworld.com/articles/2015/01/brazil-s-drought-brings-water-supply-to-near-zero-capacity-at-hydroelectric-facilities.html (Consultado: 24 de junio de 2017).

Poplak, R. (2018). What's actually behind Cape Town's water crisis. The Atlantic. 15 February 2018. https://www.theatlantic.com/international/archive/2018/02/cape-town-water-crisis/553076/.

Pruden, A., Larsson, D.G.J., Amézquita, A., Collignon, P., Brandt, K.K., Graham, D.W. et al. (2013). Management options for reducing the release of antibiotics and antibiotic resistance genes to the environment. Environmental Health Perspectives 121(8), 878-885. https://doi.org/10.1289/ehp.1206446

Pyne, R.D.G. (1995). Groundwater Recharge and Wells: A Guide to Aquifer Storage Recovery. 1st edn: CRC Press. https://www.crcpress.com/Groundwater-Recharge-and-Wells-A-Guide-to-Aquifer-Storage-Recovery/Pyne/p/book/9781566700979#googlePreviewContainer.

Qadir, M., Schubert. S., Oster, J.D., Sposito, G., Minhas, P.S., Cheraghi, S.M. et al. (2018). High-magnesium waters and soils: Emerging environmental and food security constraints. Science of the Total Environment 642, 1108-1117. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.090.

Qu, J. y Fan, M. (2010). The Current State of Water Quality and Technology Development for Water Pollution Control in China. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 40(6), 519-560. https://doi.org/10.1080/10643380802451953.

Rabatel, A., Francou, B., Soruco, A., Gomez, J., Caceres, B., Ceballos, J.L. et al. (2013). Current state of glaciers in the tropical Andes: A multi-century perspective on glacier evolution and climate change. Cryosphere 7(1), 81-102. https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013.

Rahman, M.M., Ng, J.C. y Naidu, R. (2009). Chronic exposure of arsenic via drinking water and its adverse health impacts on humans. Environmental Geochemistry and Health 31, 189-200. https://doi.org/10.1007/s10653-008-9235-0.

Ramsar Convention Secretariat (2016). Introduction to the Ramsar Convention. Gland. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_e.pdf.

Ramsar Convention Secretariat (2018). Ramsar sites information service. https://rsis.ramsar.org/ to https://rsis.ramsar.org/?pagetab=2 (Consultado: 26 de enero de 2018).

Rehman, S., Al-Hadhrami, L.M. y Alam, M.M. (2015). Pumped hydro energy storage system: A technological review. Renewable Sustainable Energy Reviews 44, 586-598. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.040.

Research Center for Sustainability and Environment-Shiga University and International Lake Environment Committee Foundation (2014). Development of ILBM Platform Process: Evolving Guidelines through Participatory Improvement. Kusatsu: International Lake Environment Committee Foundation. http://www.ilec.or.jp/en/wp/wp-content/uploads/2013/02/Development-of-ILBM-Platform-Process_2nd_Edition11.pdf.

Rodell, M., Famiglietti, J.S., Wiese, D.N., Reager, J.T., Beaudoing, H.K., Landerer, F.W. et al. (2018). Emerging trends in global freshwater availability. Nature 557(7707), 651-659. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0123-1.

Rosegrant, M.W., Ringler, C., Sulser, T.B., Ewing, M., Palazzo, A., Zhu, T. et al. (2009). Agriculture and Food Security Under Global Change: Prospects for 2025/2050. Prepared for the Strategy Committee of the CGIAR. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Saaroni, H. y Ziv, B. (2003). The impact of a small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: The case of Tel Aviv, Israel. International Journal of Biometeorology 47(3), 156-165. https://doi.org/10.1007/s00484-003-0161-7.

Salem, H.S. (2009). The Red Sea-Dead Sea Conveyance (RSDS) Project: A solution for some problems or a cause for many problems. En The Second International Conference: Water: Values and Rights.

Messerschmid, C., El-Jazairi, L., Khatib, I. y Daoud, A.A.H. (eds.). Ramallah: Palestine Academy Press. https://www.researchgate.net/profile/Hilmi_Salem/publication/299563326_The_Red_Sea-_Dead_Sea_Conveyance_RSDSC_Project_A_Solution_for_Some_Problems_or_A_Cause_for_Many_ Problems/links/56ff7ebf08aee995dde744b9/The-Red-Sea-Dead-Sea-Conveyance-RSDSC-Project-A- Solution-for-Some-Problems-or-A-Cause-for-Many-Problems.pdf?origin=publication_detail

Sánchez, A.S., Torres, E.A. y Kalid, R.A. (2015). Renewable energy generation for the rural electrification of isolated communities in the Amazon Region. Renewable and Sustainable Energy Reviews 49, 278-290. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.075.

Scanlon, B.R., Reedy, R.C., Faunt, C.C., Pool, D. y Uhlman, K. (2016). Enhancing drought resilience with conjunctive use and managed aquifer recharge in California and Arizona. Environmental Research Letters 11(3). https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/049501.

Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J.A., Folke, C. y Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. Nature 413, 591-596. https://doi.org/10.1038/35098000.

Schoolmeester, T., Johansen, K.S., Alfthan, B., Baker, E., Hesping, M. y Verbist, K. (2018). The Andean Glacier and Water Atlas – The Impact of Glacier Retreat on Water Resources. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and GRID-Arendal

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (1992). Convention on Biological Diversity. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf

Sedlak, D. (2014). Water 4.0: The Past, Present, and Future of the World's Most Vital Resource. New Haven, CT: Yale University Press. https://books.google.co.ke/books/yup?vid=ISBN9780300212679&redir_esc=y.

Seibert, S., Burke, J., Faures, J.M., Krenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P. et al. (2010). Groundwater use for irrigation – a global inventory. Hydrology and Earth System Sciences 14, 1863-1880. https://doi.org/10.5194/hess-14-1863-2010.

Sevilimedu, V., Pressley, K.D., Snook, K.R., Hogges, J.V., Politis, M.D., Sexton, J.K. et al. (2016). Gender-based differences in water, sanitation and hygiene-related diarrheal disease and helminthic infections: A systematic review and meta-analysis. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 110(11), 637-648. https://doi.org/10.1093/trstmh/trw080.

Shah, T. (2014). Groundwater Governance and Irrigated Agriculture. Stockholm: Global Water Partnership. http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/gwp_tec_19_web.pdf.

Sikder, M.T., Kihara, Y., Yasuda, M., Yustiawati., Mihara, Y., Tanaka, S. et al. (2013). River water pollution in developed and developing countries: Judge and assessment of physicochemical characteristics and selected dissolved metal concentration. Clean-Soil Air Water 41(1), 60-68. https://doi.org/10.1002/clen.201100320.

Spitz, K. y Trudinger, J. (2008). Mining and the Environment: From Ore to Metal. 1st edn: CRC Press. https://www.crcpress.com/Mining-and-the-Environment-From-Ore-to-Metal/Spitz-Trudinger/p/book/9780415465106.

Stefan, C. y Ansems, N. (2017). Web-based global inventory of managed aquifer recharge applications. Sustainable Water Resources Management 4, 153–162 https://doi.org/10.1007/s40899- 017-0212-6.

Sticklor, R. (2014). Is underground water storage the answer to water security? 22 April. https://wle.cgiar.org/thrive/2014/04/22/underground-water-storage-answer-water-security

Stocker, T.F. y Raible, C.C. (2005). Water cycle shifts gear. Nature 434(7035), 830–833. https://doi.org/10.1038/434830a.

Sui, Q., Cao, X., Lu, S., Zhao, W., Qiu, Z. y Yu, G. (2015). Occurrence, sources and fate of pharmaceuticals and personal care products in the groundwater: A review. Emerging Contaminants 1(1), 14-24. https://doi.org/10.1016/j.emcon.2015.07.001.

Sustainable Facilities Tool (2017). Life Cycle Assessment (LCA) overview. https://sftool.gov/plan/400/life-cycle-assessment-lca-overview (Consultado: 24 de junio de 2017).

Syvitski, J.P.M., Kettner, A.J., Overeem, I., Hutton, E.W.H., Hannon, M.T., Brakenridge, G.R. et al. (2009). Sinking deltas due to human activities. Nature Geoscience 2, 681-686. https://doi.org/10.1038/ngeo629.

Thiam, S., Diène, A.N., Sy, I., Winkler, M.S., Schindler, C., Ndione, J.A. et al. (2017). Association between childhood diarrhoeal incidence and climatic factors in urban and rural settings in the health district

of Mbour, Senegal. International Journal of Environmental Research and Public Health 14(9), 1049. https://doi.org/10.3390/ijerph14091049.

Thornton, P.K. (2010). Livestock production: Recent trends, future prospects. Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 365(1554), 2853-2867. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134.

Timoney, K.P. y Lee, P. (2009). Does the Alberta tar sands industry pollute? The scientific evidence.

The Open Conservation Biology Journal 3(1), 65-81. https://doi.org/10.2174/1874839200903010065.

Tredoux, G., van der Merwe, B. y Peters, I. (2009). Artificial recharge of the Windhoek aquifer, Namibia: Water quality considerations. Boletin Geologico y Minero 120(2), 269 – 278. http://asgmi.igme.es/Boletin/2009/120_2_2009/269-278.pdf.

Umezawa, Y., Hosono, T., Onodera, S., Siringan, F., Buapeng, S., Delinom, R. et al. (2009). Erratum to "Sources of nitrate and ammonium contamination in groundwater under developing Asian megacities". Science of the Total Environment 407(9), 3219-3231. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.01.048.

UNEP-DHI and United Nations Environment Programme (2016). Transboundary River Basins: Status and Trends. WAP RB Technical Assessment Report. Nairobi. http://twap-rivers.org/assets/GEF_TWAPRB_FullTechnicalReport_compressed.pdf.

Unilever, Sunlight, Oxfam, NextDrop and WaterAid (2015). Every Woman Counts, Every Second Counts: Water for Women. https://www.unilever.com/Images/slp_water-for-women-march-2015_tcm244- 423659_en.pdf.

United Nations (2017). Reconciling Resource Uses in Transboundary Basins: Assessment of the Water-Food-Energy-Ecosystems Nexus in the Sava River Basin. New York, NY. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/GUIDELINES/2017/nexus_in_Sava_River_Basin/Nexus-SavaRiverBasin_ECE-MP.WAT-NONE-3_WEB_final_corrected_for_gDoc.pdf.

United Nations Children's Fund and World Health Organization (2012). Progress on Drinking Water and Sanitation: 2012 Update. United Nations Children's Fund and World Health Organization. https://www.unicef.org/publications/files/JMPreport2012(1).pdf.

United Nations Commission for Europe and International Network of Basin Organizations (2015). Water and Climate Change Adaptation in Transboundary Basins: Lessons Learned and Good Practices. Geneva and Paris: UNECE, INBO. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/ WAT_Good_practices/ece.mp.wat.45.pdf.

United Nations Economic Commission for Europe (1998). Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43e.pdf

United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (2017). CEPALSTAT. Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/ (Consultado: 26 de enero de 2017).

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization and World Water Assessment Programme (2015). The United Nations World Water Development Report: Water for a Sustainable Development. Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization-IHP and United Nations Environment Programme (2016). Transboundary Aquifers and Groundwater Systems of Small Island Developing States: Status and Trends, Summary for Policy Makers. Volume 1: Groundwater. Nairobi. http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002449/244912e.pdf.

United Nations Environment Programme (2011). Methodology for the GEF Transboundary Waters Assessment Programme: Volume 1. Methodology of the Assessment of Transboundary Aquifers, Lake Basins, River Basins, Large Marine Ecosystems, and the Open Oceans. Jeftic, L., Glennie, P., Talaue- McManu, L. y Thornton, J.A. (eds.). Nairobi. http://www.geftwap.org/publications/methodologies- for-the-gef-transboundary-assessment-programme-1/volume-1.

United Nations Environment Programme (2012a). UN-Water Report: Status Report on the Application of Integrated Approaches to Water Resources Management. Nairobi. http://www.unwater.org/app/uploads/2017/05/UNW_status_report_Rio2012.pdf.

United Nations Environment Programme (2012b). Measuring Water Use in a Green Economy. A Report of the Working Group on Water Efficiency to the International Resource Panel. McGlade, J., Werner, B., Young, M., Matlock, M., Jefferies, D., Sonnemann, G. et al. (eds.). Nairobi. https://waterfootprint.org/ media/downloads/UNEP-2012-MeasuringWaterUse_1.pdf.

United Nations Environment Programme (2013). Where Will the Water Go? Impacts of Accelerated Glacier Melt in the Tropical Andes. Nairobi. https://europa.eu/capacity4dev/file/15905/download?token=yowiV9D7.

United Nations Environment Programme (2016a). GEO-6 Regional Assessment for North America. Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7611/GEO_North_America_201611.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2016b). GEO-6 Regional Assessment for Asia and the Pacific. Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7548/GEO_Asia_Pacific_201611.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2016c). GEO-6 Regional Assessment for West Asia. Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7668/GEO_West_Asia_201611.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2016d). GEO-6 Regional Assessment for Africa. Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7595/GEO_Africa_201611.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2016e). A Snapshot of the World's Water Quality: Towards a Global Assessment. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/19524/UNEP_WWQA_report_03052016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2016f). GEO-6 Regional Assessment for Latin America and the Caribbean. Nairobi. http://apps.unep.org/publications/index.php?file=012096_en&option=com_pub&task=download.

United Nations Environment Programme (2016g). Microplastics: Trouble in the food chain. En UNEP Frontiers 2016 Report: Emerging Issues of Environmental Concern. 11. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7664/Frontiers_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

United Nations Environment Programme (2016h). GEO-6 Regional Assessment for the Pan-European Region. Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7735/unep_geo_regional_assessments_europe_16-07513_hires.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2017). Towards a Pollution-Free Planet: Background Report. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21800/UNEA_towardspollution_long%20version_Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme and Global Environment Facility (2018). Transboundary Waters Assessment Programme: River Basins. United Nations Environment Programme Global Environment Facility. http://twap-rivers.org/indicators/.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (2017). Natural wetlands have declined and artificial wetlands increased. En Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People. https://medwet.org/wp-content/uploads/2018/09/ramsar_gwo_english_web.pdf.

United Nations General Assembly (2012). Resolution adopted by the General Assembly on 27 December 2012. 66/288. The Future We Want. A/RES/66/288. http://www.un.org/en/development/desa/ population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_66_288.pdf.

United Nations High Commissioner for Refugees (2017). Azraq Camp Fact Sheet. https://data2.unhcr.org/fr/documents/download/53299.

United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (2017). Largest seawater desalination plant opened in Gaza. https://www.ochaopt.org/content/largest-seawater-desalination-plant-opened-gaza (Consultado: 11 de octubre de 2018).

United Nations Water (2016). Water and Sanitation Interlinkages across the 2030 Agenda for Sustainable Development. Geneva. http://www.unwater.org/app/uploads/2016/08/Water-and-Sanitation-Interlinkages.pdf.

United Nations Water (2017). What we do: Monitor and report. http://www.unwater.org/what-we-do/monitoring-and-report/ (Consultado: 26 de junio de 2017).

United Nations Water and World Health Organization (2015). UN-Water GLAAS TrackFin Initiative: Tracking Financing to Sanitation, Hygiene and Drinking-Water at the National Level Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204861/1/WHO_FWC_WSH_15.23_eng.pdf?ua=1.

United Nations World Water Assessment Programme (2012). Managing Water Under Uncertainty and Risk: The United Nations World Water Development Report 4. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002156/215644e.pdf.

United Nations World Water Assessment Programme (2017). The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater, the Untapped Resource. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf.

United Nations World Water Assessment Programme (2018). The United Nations World Water Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261424e.pdf.

United States Fish and Wildlife Service (1994). 660 FW 1, Wetlands Policy and Action Plan. https://www.fws.gov/policy/660fw1.html (Consultado: 26 de enero de 2018).

van Lexmond M, B., Bonmatin, I.M., Goulson, D. y Noome, D.A. (2015). Worldwide integrated assessment on systemic pesticides. Environmental Science and Pollution Research 22(1), 1-4. https://doi.org/10.1007/s11356-014-3220-1.

Vengosh, A. (2003). Salinization and saline environments. En Treatise on Geochemistry. Lollar, B.S. (ed.). Elsevier Science. chapter 9.09. 325-378. https://doi.org/10.1016/B0-08-043751-6/09051-4.

Vengosh, A., Jackson, R.B., Warner, N., Darrah, T.H. y Kondash, A. (2014). A critical review of the risks to water resources from unconventional shale gas development and hydraulic fracturing in the United States. Environmental Science & Technology 48(15), 8334-8348. https://doi.org/10.1021/ es405118y.

Vicente-Serrano, S.M., Lopez-Moreno, J.-I., Begueria, S., Lorenzo-Lacruz, J., Sanchez-Lorenzo, A., Garcia-Ruiz, J.M. et al. (2014). Evidence of increasing drought severity caused by temperature rise in southern Europe. Environmental Research Letters 9(4). https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/4/044001.

Visser, M. y Brühl, J. (2018). Op-Ed: A drought-stricken Cape Town did come together to save water. Daily Maverick. https://www.dailymaverick.co.za/article/2018-03-01-op-ed-a-drought-stricken-cape-town-did-come-together-to-save-water/#.WpluhWpubIV (Consultado: 26 de marzo de 2018).

Vörösmarty, C.J., Hoekstra, A.Y., Bunn, S.E., Conway, D. y Gupta, J. (2015). Freshwater goes global. Science 349(6247), 478-479. https://doi.org/10.1126/science.aac6009.

Vörösmarty, C.J., Meybeck, M. y Pastore, C.L. (2015). Impair-then-repair: A brief history & global- scale hypothesis regarding human-water interactions in the Anthropocene. Daedalus 144(3), 94-109. https://doi.org/10.1162/DAED_a_00345.

Voutchkov, N. (2016). Desalination – past, present and future. [International Water Association http://www.iwa-network.org/desalination-past-present-future/ (Consultado: 23 de febrero de 2018).

Wang, X., Wang, W. y Tong, C. (2016). A review on impact of typhoons and hurricanes on coastal wetland ecosystems. Acta Ecologica Sinica 36(1), 23-29. https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2015.12.006.

Weaver, J.M.C., Rosewarne, P., Hartnady, C.J.H. y Hay, E.R. (2002). Potential of table mountain group aquifers and integration into catchment water management. En A Synthesis of the Hydrogeology of the Table Mountain Group – Formation of a Research Strategy. Pietersen, K. y Parsons, R. (eds.). chapter 7. 241-255. http://www.wrc.org.za/Knowledge%20Hub%20Documents/Research%20Reports/TT-158-01.pdf

Webb, E., Moon, J., Dyrszka, L., Rodriguez, B., Cox, C., Patisaul, H. et al. (2017). Neurodevelopmental and neurological effects of chemicals associated with unconventional oil and natural gas operations and their potential effects on infants and children. Reviews on Environmental Health 33(1), 3–29. https://doi.org/10.1515/reveh-2017-0008.

Wong, T.H.F. (2011). Framework for stormwater quality management in Singapore. 12th International Conference on Urban Drainage. Association, I.W. (ed.). Porto Alegre, 11-16 September 2011. https://www.scribd.com/document/327618575/Framework-for-Stormwater-Quality-Management- in-Singapore.

World Health Organisation and United Nations Children's Fund (2017). Safely Managed Drinking Water: Thematic Report on Drinking Water 2017. Geneva, Switzerland. https://washdata.org/report/jmp-2017-tr-smdw.

World Health Organization (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater: Volume 2. Wastewater Use in Agriculture. Geneva. http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wwuvol2intro.pdf.

World Health Organization (2017a). Global Health Observatory Data: Mortality and Burden of Disease from Water and Sanitation. Geneva http://www.who.int/gho/phe/water_sanitation/burden/en/

World Health Organization (2017b). UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-water (GLAAS). http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/investments/glaas/en/ (Consultado: 24 de junio de 2017).

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2012). WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation (JMP). 2012 Annual Report https://washdata.org/report/jmp-2012-annual-report.

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2015). 2015 Annual Report WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. https://d26p6gt0m19hor.cloudfront.net/whywater/JMP-2015-Annual-Report.pdf.

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2016). 2016 Annual Report WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP). https://washdata.org/sites/default/files/documents/reports/2017-07/JMP-2016-annual-report.pdf.

World Meteorological Organization (2018). What are hydrological services? http://hydroconference.wmo.int/en/about.

World Wildlife Fund (2016). Living Planet Report 2016: Risk and Resilience in a New Era. Gland. http://awsassets.panda.org/downloads/lpr_2016_full_report_low_res.pdf.

Yang, S.L., Milliman, J.D., Li, P. y Xu, K. (2011). 50,000 dams later: Erosion of the Yangtze River and its delta. Global and Planetary Change 75(1), 14-20. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2010.09.006.

Yang, Y., Ok, Y.S., Kim, K.-H., Kwon, E.E. y Tsang, Y.F. (2017). Occurrences and removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in drinking water and water/sewage treatmentplants: A review. Science of the Total Environment 596-597, 303-320. https://doi.org/10.1016/j. scitotenv.2017.04.102.

Yao, T., Thompson, L., Yang, W., Yu, W., Gao, Y., Guo, X. et al. (2012). Different glacier status with atmospheric circulations in Tibetan Plateau and surroundings. Nature Climate Change 2, 663-667. https://doi.org/10.1038/nclimate1580.

Yihdego, Y., Khalil, A. y Salem, H.S. (2017). Nile rivers basin dispute: Perspectives of the grand Ethiopian Renaissance Dam (GERD). Global Journal of Human-Social Science: B - Geography, Geo-Sciences, Environmental Science & Disaster Management 17(2), 1-21. https://socialscienceresearch.org/index.php/GJHSS/article/view/2239.

Yihdego, Y. y Salem, H.S. (2017). The challenges of sustainability: Perspective of ecology. Journal of Sustainable Energy Engineering 5(4), 22. https://doi.org/10.7569/JSEE.2017.629519.

Yuan, L., Richardson, C.J., Ho, M., Willis, C.W., Colman, B.P. y Wiesner, M.R. (2018). Stress responses of aquatic plants to Silver Nanoparticles. Environmental Science & Technology 52(5), 2558- 2565. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05837.

Zandalinas, S., Mittler, R., Balfagón, D., Arbona, V. y Gómez-Cadenas, A. (2018). Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures. Physiologia Plantarum 162(1), 2-12. https://doi.org/10.1111/ppl.12540.

Zarfl, C., Lumsdon, A., Berlekamp, J., Tydeck, L. y Tockner, K. (2014). A global boom in hydropower dam construction. Aquatic Sciences 77, 161–170. https://doi.org/10.1007/s00027-014-0377-0.

Zerbe, S., Steffenhagen, P., Parakenings, K., Timmermann, T., Frick, A., Gelbrecht, J. et al. (2013). Ecosystem service restoration after 10 years of rewetting peatlands in NE Germany. Environmental Management 51(6), 1194-1209. https://doi.org/10.1007/s00267-013-0048-2





PART B

Políticas, Metas, Objetivos y Gobernanza Ambiental: Una evaluación de su efectividad

10. Enfoque de la Evaluación sobre la Eficacia de las Políticas
11. Teoría y Práctica de las Políticas
12. Políticas sobre la Calidad del Aire
13. Política de Biodiversidad
14. Política de Océanos y Costas
15. Política Sobre Tierra y Suelo
16. Política Sobre Agua Dulce
17. Enfoques Sistémicos de las Políticas elacionadas con Temas Transversales
18. Conclusiones sobre la Efectividad de las Políticas

Capítulo 10

Enfoque de la Evaluación sobre la Eficacia de las Políticas



© Shutterstock/UMB-P

Autores coordinadores principales: Klaus Jacob (Freie Universität Berlin), Peter King (Institute for Global Environmental Strategies), Diana Mangalagiu (University of Oxford and Neoma Business School)

Autor Colaborador: Beatriz Rodríguez-Labajos (Universitat Autònoma de Barcelona)

10.1 El Contexto

Las políticas son cruciales para determinar y mejorar el estado de nuestro medio ambiente. Para entender la política y los instrumentos políticos, basta con pensar que una política es una declaración de voluntad destinada a cambiar el comportamiento de forma positiva, mientras que un instrumento es el medio o la manera de transformar esa intención en acción (Mees *et al.* 2014). Por lo tanto, el debate sobre la eficacia de las políticas medio ambientales implica abordar ambos aspectos. El establecimiento de objetivos, incluyendo metas, indicadores y plazos, es un paso importante hacia la legitimación de las políticas medio ambientales, mientras que la ejecución de los instrumentos políticos depende de una gobernanza eficaz. La gobernanza es "el proceso por el cual las sociedades u organizaciones toman decisiones importantes, establecen a quiénes involucrar cómo rinden cuentas" (United Nations Economic and Social Council 2006). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) recientemente adoptados dan un nuevo impulso a la "gobernabilidad a través de metas" (Yoshida y Zusman 2015).

Las políticas medio ambientales sólidas son un componente integral de la teoría del cambio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el cual propone vías alternativas para el desarrollo sostenible mundial. La ONU Medio Ambiente define una teoría de cambio como "una intervención que retrata las vías causales desde los resultados, pasando por los estados intermedios hasta el impacto" (United Nations Environment Programme [UNEP] 2017). La teoría del cambio define además los factores externos que influenciaron dicho cambio a lo largo de los caminos más importantes, es decir, los factores que influyen en que un resultado pueda llevar al siguiente. Estos factores coadyuvantes se denominan impulsores y supuestos.

La teoría de cambio del quinto informe de evaluación sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5) incluyó la expectativa de que el GEO fuera relevante para la formulación de políticas y que se inspirara en un buen conocimiento de las problemáticas políticas mundiales y regionales (UNEP 2012). Sin embargo, para el GEO-6 la eficacia de las políticas es considerada más importante en la teoría de cambio, como se muestra en el Anexo 1-3. De acuerdo con el mandato del Grupo Asesor Intergubernamental de Alto Nivel y de Partes Interesadas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, no es suficiente con que sea una política relevante. Los gobiernos de los países miembros desean saber qué políticas son más eficaces para hacer frente a problemas ambientales que son, aparentemente, intransigentes e insuperables. Utilizando el marco de Fuerzas, Presiones, Estado, Impacto, Respuesta (FPEIR) (véase la **Figura 1.2**, Capítulo 1), los manejos actuales a los problemas medio ambientales se analizan en los capítulos temáticos de la Parte A de este informe, mientras que la Parte B aborda la cuestión de cuándo estas políticas son eficaces y la Parte C incorpora los enfoques políticos más prometedores en las vías de transformación. Si bien el GEO-6 no es prescriptivo en materia de políticas, sí ofrece orientación a los gobiernos y a los responsables políticos que deseen saber qué políticas han funcionado mejor en qué circunstancias, bajo qué acuerdos de gobernabilidad y si esa experiencia es transferible a otros contextos.

10.2 Política medio ambiental y gobernanza

Las políticas medio ambientales se desarrollan a través de una multitud de modos de gobernanza y están diseñadas para promover comportamientos deseables por parte de un conjunto definido de actores, así como para superar una serie de retos que impiden una gestión ambiental eficaz.

Los objetivos de las políticas deben alcanzarse a través de medidas o instrumentos políticos, es decir, actividades estructuradas dirigidas a modificar otras actividades de la sociedad con el fin de alcanzar objetivos ambientales. No todos los instrumentos políticos eficaces se destinan exclusivamente a este tipo de políticas, ya que otros instrumentos (por ejemplo, en la política energética y de transportes) pueden incluir objetivos de política ambiental, a menudo como objetivos secundarios respecto al objetivo principal el cual no hace parte de dicha esfera (por ejemplo, reducción de la congestión). Ahora, este es el caso habitual en la mayoría de las políticas integradas (como se analiza en el Capítulo 11). En consecuencia, la gobernanza medio ambiental trasciende a los ministerios encargados de esta materia.

A menudo se considera que los gobiernos son el principal ámbito de desarrollo y aplicación de las políticas. Sin embargo, aunque los gobiernos suelen ser los actores más importantes a la hora de formular, aplicar y hacer cumplir los instrumentos políticos, estos no actúan solos y se necesitan diversos acuerdos de gobernanza. Las políticas eficaces suelen contar con una amplia gama de aportes provenientes de las partes interesadas a lo largo del ciclo político, así como con la participación activa de los gobiernos de todos los niveles en la formulación y aplicación de las políticas, al igual que de los agentes del sector privado y la sociedad civil. Las funciones y responsabilidades se reparten no sólo entre las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, sino también entre todos los niveles de gobierno.

Los políticos, los grupos de reflexión política, las instituciones educativas y de investigación, las organizaciones no gubernamentales (ONG), las organizaciones de la sociedad civil (OSC), los grupos de influencia, las comunidades y las empresas, todos tienen un papel que desempeñar a la hora de influir en los resultados de las políticas en diferentes contextos. A nivel regional y mundial, los instrumentos políticos son creados y aplicados por instituciones mundiales, regionales o nacionales en acuerdos de gobernanza con múltiples niveles. También hay un número creciente de "asociaciones público-privadas" e "iniciativas de sostenibilidad empresarial", incluida la aparición de "interacciones entre empresas y ONG" destinadas a estimular un comportamiento responsable y sostenible en sectores específicos (Forsyth 2005; van Tulder et al. 2016). Este tipo de asociaciones como, por ejemplo, la Iniciativa Mares Limpios de la ONU Medio Ambiente, surgieron durante el diseño y la producción de bienes, las evaluaciones de riesgo, el due diligence, la formación, el seguimiento, la denuncia y la mediación, la transparencia en las cadenas de suministro, etc. En muchos países, los ciudadanos y las comunidades también están contribuyendo a la realización de objetivos medio ambientales colectivos, a menudo enmarcados como "co-producción ciudadana" y/o "iniciativas promovidas por la comunidad" (Mees, Crabbé y Driessen 2017).

El reto consiste en que todos estos actores, ámbitos y niveles encajen entre sí y proporcionen una combinación coherente de políticas que se encuentran adecuadas a la magnitud y el periodo de aplicación y que sean coherentes con el contexto nacional en materia social, cultural, histórica y política (European Environment Agency [EEA] 2001a; EEA 2001b; European Commission [EC] 2012; Niles y Lubell 2012; EEA 2017).

La gobernanza policéntrica es una fuente de innovación y, al permitir la competencia de ideas, la colaboración y la alineación, genera un estímulo para las políticas ambientales (Jordan y Huitema 2014). Sin embargo, la dispersión de responsabilidades puede dar lugar a políticas fragmentadas, a funciones y responsabilidades mal definidas, a mecanismos de seguimiento y supervisión débiles, a una falta de rendición de cuentas sobre los resultados o a un estancamiento en la toma de decisiones.

10.3 Instrumentos políticos

Los instrumentos políticos adoptan múltiples formas y pueden ser implementados por múltiples actores, no sólo gubernamentales, en múltiples niveles de gobernanza (Mees et al. 2014; Keskitalo *et al.* 2016). Los instrumentos políticos pueden orientarse a varios mecanismos:

i. pueden modificar las alternativas disponibles;
ii. pueden corregir los impactos de las alternativas; y
iii. puede influir en la evaluación de los resultados (Boersema y Reijnders eds. 2009).

Estas formas varían entre lo que es el manejo tradicional descendente o de arriba hacia abajo de los gobiernos y la autorregulación de las organizaciones empresariales. Algunas tienen más y otras menos éxito en el cumplimiento de sus objetivos políticos. A menudo se afirma que los modos de gobernanza colaborativos, que se basan en la participación de los actores interesados, son necesarios para abordar las complejas dimensiones, multiescalares e intersectoriales de los problemas medio ambientales (Challies *et al.* 2017; Kochskämper *et al.* eds. 2018). Más aún, un creciente reconocimiento por los retos medio ambientales ha cambiado los enfoques e instrumentos políticos, pasando por aquellos de tipo específico e instrumentos de uso único dirigidos a la integración de estos y la sensibilización del público, a la coherencia política y los enfoques sistemáticos (por ejemplo, la economía verde) (EEA 2017).

Una herramienta política para abordar los problemas medio ambientales transfronterizos y mantener "los bienes comunes" son los acuerdos internacionales sólidos y jurídicamente vinculantes. Sin embargo, dada la estructura y la base jurídica para la elaboración de leyes internacionales, estos acuerdos a menudo no logran satisfacer las ambiciones de los países que están al frente o de los más afectados (Sandler 2017). Por ello, las coaliciones o clubes de países pueden intervenir y desarrollar políticas medio ambientales más ambiciosas (Hovi *et al.* 2016).

Una interpretación que se suele hacer de los instrumentos de política medio ambiental es que pueden ser "zanahorias, palos o sermones", aunque esta es solo una caracterización parcial de toda la gama (Niles y Lubell 2012). Algunos tipos comunes de instrumentos políticos son la legislación y las políticas reguladoras, los incentivos y desincentivos financieros, los enfoques voluntarios, los tratados y acuerdos y el derecho internacional no vinculante (Hildén, Jordan y Rayner 2014). El GEO-4 utilizó la siguiente estructura tradicional: reglamentos y normas, instrumentos basados en el mercado, acuerdos voluntarios, investigación y desarrollo, e instrumentos de información (UNEP 2007). En el GEO-5, se trazaron hilos comunes entre y hacia distintas regiones del mundo, destacando determinados enfoques políticos que dieron buenos resultados en una serie de casos. Allí se asumió que las respuestas políticas exitosas en varias regiones tenían más probabilidades de acelerar la consecución de los objetivos acordados internacionalmente. En el marco del FPEIR, aquellas políticas dirigidas a las "fuerzas motrices" tienden a ser preferidas, ya que pretenden abordar las raíces de los problemas ambientales en lugar de tratar los síntomas (UNEP 2012). Para el GEO-6, se ha utilizado la tipología de la **Tabla 10.1** que brinda una orientación en la selección de los tipos de instrumentos políticos y enfoques de gobernanza y los estudios de caso asociados. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que dicha tipología no pretende ser una cobertura exhaustiva de todas las posibles políticas o instrumentos políticos medio ambientales.

Las políticas medio ambientales tienen como objetivo final preservar un estado del ambiente que proteja los hábitats, salvaguarde los servicios ecosistémicos y minimice los riesgos para la salud humana derivados de la contaminación. Por lo tanto, las políticas ambientales se han desarrollado normalmente para proteger los diferentes entornos ambientales (aire, agua, tierra), para influir en el estado del medio ambiente descrito en la parte A de este informe, y han estado, normalmente bajo el control de un ministerio de medio ambiente. Sin embargo, las políticas medio ambientales eficaces no sólo se ocupan del estado del medio ambiente, sino también de las fuerzas motoras y de las presiones derivadas de las actividades sociales y económicas (expuestas en el Capítulo 2). En consecuencia, los gobiernos de todo el mundo han desarrollado instituciones y políticas que abordan los sectores contaminantes más importantes, como la energía, la movilidad, la industria y la agricultura (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2016).

En la Parte B de este informe se analiza una selección de las políticas que son mayormente adoptadas, las políticas de vanguardia y los grupos políticos que son verdaderamente prometedores en cada área temática, así como los temas transversales, reconociendo que hay literalmente miles de estas e instrumentos de la misma naturaleza, sin que sea posible abarcarlos todos. Las políticas seleccionadas representan una muestra de diferentes tipos de instrumentos políticos y enfoques de gobernanza (véase la **Tabla 10.1**) para diferentes regiones del mundo.

10.4 Combinación de políticas y coherencia

Dada la multiplicidad de actores y factores que provocan el deterioro del medio ambiente y los diversos tipos de obstáculos a la innovación medio ambiental, es bastante improbable que un único instrumento político sea suficiente para alcanzar los objetivos deseados. En este contexto, y teniendo en cuenta los múltiples retos que hay que afrontar a la hora de desarrollar políticas medio ambientales eficaces, se afirma que es más eficaz adoptar combinaciones políticas, en vez de una sola (Jänicke *et al.* 2000; Mees *et al.* 2014; Kivimaa y Kern 2016).

Sin embargo, las diferentes políticas no siempre se complementan entre sí, ya que pueden perjudicarse mutuamente (por ejemplo, los incentivos económicos pueden socavar la motivación intrínseca). Un paquete de políticas, un portafolio, una combinación o un grupo de estas es un conjunto de instrumentos políticos diseñados para lograr un objetivo común o un conjunto de intenciones (Lay *et al.* 2017). Al desarrollar combinaciones políticas, hay que garantizar su coherencia para lograr resultados óptimos (Howlett y Rayner 2007; Huttunen, Kivimaa y Virkamäki 2014).

La coherencia política es la promoción sistemática de políticas que se refuerzan mutuamente y que pueden sumar sinergias para intentar alcanzar los objetivos acordados (OECD 2016). La coherencia política puede ser sectorial, transnacional, entre regímenes de gobernanza, multinivel (de lo global a lo local) y/o desde el objetivo de la política hasta el diseño de los instrumentos y la práctica de la implementación (Hood 2011). Esta se produce cuando el equilibrio de las políticas está alineado con ese objetivo común o con el conjunto de intenciones.

Además de la coherencia política, también es necesaria la sinergia política. Para alcanzar los objetivos ambientales, es necesario incorporar este tipo de preocupaciones a otros sectores políticos. Esto suele denominarse sinergia política o integración de la política ambiental y contribuye a la coherencia política (Hood 2011; Lay et al. 2017). La sinergia política se produce cuando los sucesivos instrumentos políticos tienen un impacto acumulativo o de refuerzo en la consecución del objetivo común o de la aspiración política general (OCDE *et al.* 2015).

Tabla 10.1: Tipología política

Instrumento político / Estrategia de gobernanza	Punto de intervención [a]	Mecanismo causal asumido	Barreras a la efectividad	Costos potenciales	Instrumentos políticos tradicionales	Requisitos específicos
Comando y Control	Procesos industriales y productos. Tecnologías. Control de la contaminación de las chimeneas y de final de línea	Prohibición de tecnologías dañinas para el medio ambiente (productos y procesos) o exigir tecnologías respetuosas con el medio ambiente como parte de la concesión de permisos => reducción de emisiones/uso de recursos => si las emisiones/el uso de recursos no puede reducirse de forma suficiente por parte de controles impuestos aguas arriba, entonces es necesario el mejoramiento de la gestión de desechos. También puede abordar temas de activación, como los derechos de propiedad y los problemas de acceso.	Falta de monitoreo Corrupción.	Costos para firmas, perjudicial para la competitividad. Sin incentivos para innovar.	Procesos permitidos/ sanciones. Normas de eliminación/emisión Límites máximos de carga contaminante. Sistemas de control en tiempo real. Revisiones legales	Capacidades administrativas. Autoinforme por sector.
Promoción de la innovación	Innovación ecológica	Incentivar I + D en tecnologías ecológicas => introducción de tecnologías ecológicas a los mercados (=> ahorro de costos + exportaciones)	Derrame.	Costos adicionales.	Subsidios, alivio tributario por I + D, contratación ecológica.	Presupuestos públicos y privados.
Incentivos económicos y de mercado	Fijación de precios de productos o procesos	Cambio de los precios relativos entre las tecnologías perjudiciales para el medio ambiente y las ecológicas => Incremento de mercados para servicios ecológicos; => incentivos para innovar y desincentivos que causan daño ecológico.	Falta de importancia en el contexto general de los presupuestos de consumo y/o los planes de capital industrial.	Impactos distributivos/ regresivos, perjudiciales para la competitividad. Costos de adaptación de las industrias existentes.	Sistemas de límites máximos y negociación, contratación pública, retiro de subsidios.	Inversión privada en nuevos productos o procesos. Regímenes tributarios efectivos
Convencimiento a los consumidores, empleados y accionistas	Información pública, educación, conocimiento, concientización y promoción.	Consumidores y productores bien informados voluntariamente escogerán productos y procesos respetuosos del medio ambiente	Desincentivos de costos. Oferta inadecuada de productos y procesos alternativos.	Un desbalance de poderes causa la toma de elecciones pobres en consumidores.	Iniciativa. Etiquetado. Certificación Empujón. Votación por bloque de los accionistas.	Mercado de capitales y de comunicaciones Sistemas de educación
Actores facilitadores	Actores medio ambientales	Fortalecer la participación de los actores gubernamentales y no gubernamentales en la formulación de políticas o de proyectos encaminados a mejorar el diseño y la ejecución de los mismos.	Actores poco comprometidos con el medio ambiente pueden ejercer más poder.	Acceso a toda la información relevante, niveles de habilidades.	Acceso a la información, requisitos de transparencia, habilitar la participación, solicitar fundamentación empírica (EIA, EAE, EI), revisión legal.	Salvaguardias ambientales y sociales.
Apoyo a las inversiones	Infraestructuras y tecnologías.	Infraestructura ecológica (manejo de residuos, redes eléctricas para renovables, ferrocarriles, etc.) => permitir el acceso al mercado de las tecnologías verdes => demanda de mayor acceso.	Costos incrementales.	La incertidumbre sobre los impactos futuros, como el cambio climático, podría provocar una mala adaptación.	Infraestructura de resistencia al cambio climático. Fondos de inversión ecológica	Asociaciones público-privadas.

[a] El punto de intervención se refiere a temas considerados como fundamentales en relación con la degradación ambiental, especialmente, sus mejoras (por ejemplo, tecnologías, innovación, infraestructuras, actores, comportamiento)
EIA: Evaluación de Impacto Ambiental; EI: Evaluación de Impacto; I + D: investigación y desarrollo; EAE: Evaluación Ambiental Estratégica.

Por ejemplo, conceder un subsidio a quienes por primera vez compran un carro, podría entrar en conflicto con aquellas políticas para reducir la contaminación del aire generada por el transporte. En consecuencia, cualquier análisis sobre la eficacia de la política medio ambiental debe abordar también la influencia de las políticas económicas y sociales en otros ámbitos (Perrels 2001; Interwies, Görrlach y Newcombe 2007; Lambin *et al.* 2014).

10.5 Metodología adoptada para evaluar la eficacia de las políticas

Tal como se verá en los capítulos restantes de la Parte B, la evaluación sobre la eficacia de las políticas cuenta con tres objetivos principales:

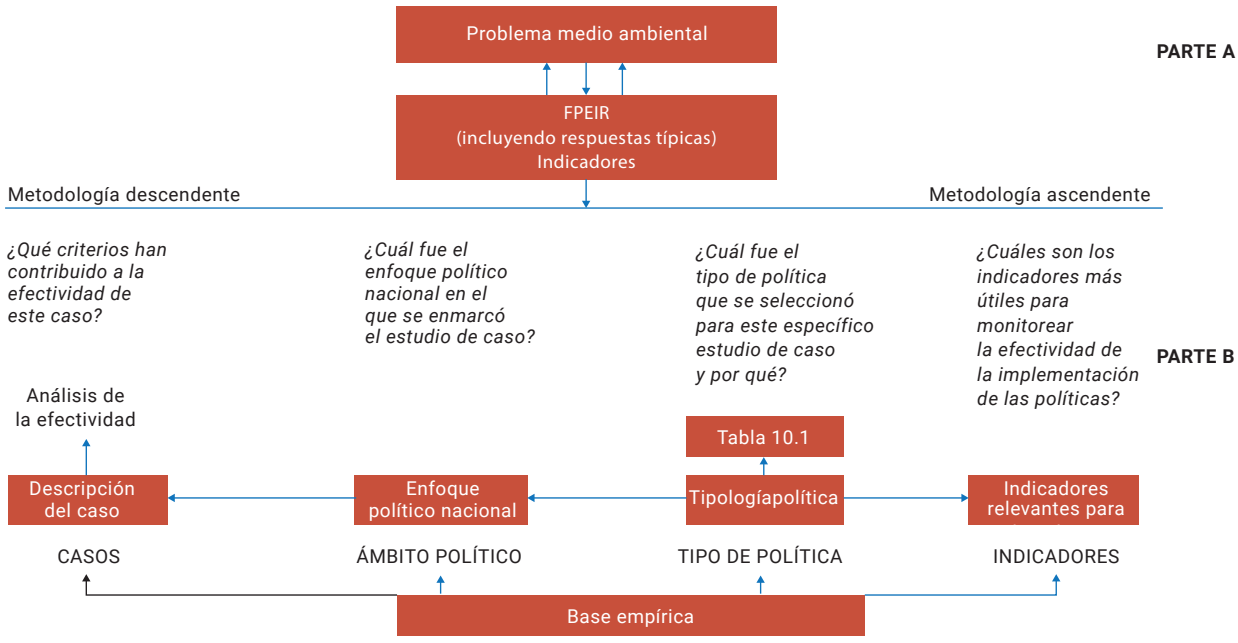
1. Mostrar las políticas y los enfoques de gobernanza en todos los niveles que han demostrado tener un impacto y que, potencialmente, pueden aplicarse en otros lugares.
2. Identificar la necesidad de nuevas acciones para mejorar la eficacia de las políticas. El análisis se basa, en la medida de lo posible, en la cuantificación de esta eficacia, es decir, la indicación de qué tanto/cuántas veces tienen efecto las políticas, y no solo cómo y por qué.
3. Establecer los métodos y la disponibilidad de los mejores conocimientos para evaluar la eficacia de aquellas políticas que podrán ser usadas después del GEO-6 con el fin de mejorar la base empírica para su formulación y, por tanto, para reforzar las políticas medio ambientales.

La norma de oro para evaluar y cuantificar la eficacia de las políticas es la comparación de observaciones empíricas con un grupo de control en un diseño experimental o con un escenario contrafactual. Sin embargo, la construcción de tales experimentos o escenarios es en muchos casos costosa, si no imposible, pues los sujetos de las intervenciones políticas son sistemas sociales complejos. Por ejemplo, no es posible predecir las reacciones de los mercados con o sin intervenciones políticas. Es más, en muchos casos no se pueden identificar grupos de control y puede resultar poco ético retener, deliberadamente, los beneficios de una política.

La evaluación de la eficacia de las políticas sigue siendo posible sobre la base de supuestos teóricos y observaciones empíricas de su impacto. La evaluación basada en la teoría utiliza una teoría explícita del cambio a lo largo de la cadena causal, desde los productos de la política hasta los resultados y los impactos finales (Blamey y Mackenzie 2007; Rogers y Weiss 2007).

Atribuir una relación de causalidad a las políticas en cadenas causales a menudo extensas y complejas, desde la política, pasando por su aplicación, los cambios de comportamiento y los procesos que se desencadenan, hasta los impactos, aquellos indirectos e inducidos, es un reto particular para su evaluación (Forss, Marra y Schwartz eds. 2011). En la Parte B de este informe se adoptó un enfoque conceptual que pretende minimizar el problema de la atribución mediante la combinación de una perspectiva descendente y otra ascendente (Sabatier 1986). La perspectiva descendente que se muestra en la **Figura 10.1** tiene como punto de partida la política y rastrea las cadenas causales que se esperan de la implementación de la misma. La perspectiva ascendente parte de los resultados observados y utiliza indicadores relevantes para la política a fin de rastrear las causalidades que se derivan de las intervenciones políticas. Esto ayuda a los analistas a evaluar los efectos de las combinaciones políticas. Ambas perspectivas tienen sus defectos: la perspectiva descendente tiende a hacer demasiado énfasis en los efectos de las políticas en comparación con otros factores, y la perspectiva ascendente tiende a hacer demasiado énfasis en los efectos de los factores contextuales.

Figura 10.1: Planteamiento metodológico para evaluar la eficacia de las políticas: enfoque descendente y ascendente



FPEIR: Fuerzas motrices, Presiones, Estado, Impacto, Respuesta.

El enfoque conceptual adoptado en esta sección en relación con la eficacia de las políticas, sigue esta perspectiva dual, combinando una evaluación descendente basada en la teoría y una evaluación ascendente basada en los resultados observados. A pesar de las deficiencias reconocidas, este enfoque dual es la mejor opción disponible para evaluar la eficacia de las políticas.

El enfoque descendente es especialmente adecuado para identificar políticas que puedan servir como ejemplos de buenas prácticas que puedan aplicarse en otros lugares, objetivo principal de este tipo de evaluaciones. Los capítulos 12-17 ofrecen una descripción narrativa de los instrumentos políticos más aplicados o más importantes en las cinco áreas temáticas, así como de las políticas transversales que tienen efectos positivos o negativos en los temas. Además, se han identificado instrumentos políticos de vanguardia que parecen tener un potencial considerable, pero que no han sido adoptados de forma generalizada hasta la fecha, a través de una serie de estudios de casos, evaluados según los criterios enumerados en la Sección 10.6. Sin embargo, debido a la falta de un muestreo representativo y al limitado número de políticas examinadas, no será posible cuantificar los efectos agregados de esta combinación de políticas.

La evaluación ascendente, basada en indicadores relevantes para las políticas, complementa el análisis y contribuye, en particular, a la cuantificación y a la identificación de las necesidades de nuevas acciones (objetivo 2 de la evaluación). Los métodos de cada uno de los enfoques se detallan en las siguientes secciones. La **Figura 10.1** resumen de forma gráfica cómo evaluar la efectividad de las políticas mediante las evaluaciones descendentes y ascendentes.

10.6 Metodología de la evaluación descendente

La evaluación descendente sobre la eficacia de las políticas en el GEO-6 comienza con la selección de políticas, acuerdos de gobernanza y los casos asociados. Para cada área temática, se seleccionan, dentro de los más prometederores, hasta cinco tipos de políticas o acuerdos de gobernanza teniendo en cuenta la variedad de tipos de políticas y acuerdos de gobernanza, la diversidad geográfica y la disponibilidad de datos.

Estos tipos de políticas y acuerdos de gobernanza a continuación se evalúan mediante el uso de ciertos conocimientos disponibles basados en publicaciones revisadas por expertos, informes oficiales y estadísticas.

Seguidamente, para cada tipo de política o acuerdo de gobernanza seleccionado y evaluado, se elige un caso que ejemplifique su aplicación y se evalúa su eficacia según un protocolo de investigación común que abarca la consecución de los objetivos declarados o la mejora de los indicadores pertinentes, los criterios de calidad de la formulación y aplicación de la política (por ejemplo, el nivel de participación), las evaluaciones *ex ante* o *ex post* y los requisitos contextuales para la eficacia.

Hay que tener en cuenta que la "eficacia de las políticas" no consiste simplemente en alcanzar los objetivos políticos a cualquier precio. Por ejemplo, una nación insular puede decidir una política de neutralidad del carbono e intentar alcanzarla prohibiendo la importación de gasolina y petróleo. Sin embargo, si los pescadores locales no pueden suministrar energía a sus embarcaciones, podría producirse una malnutrición generalizada al des arecer el pescado de la dieta, al mismo tiempo que podría aumentar la delincuencia para satisfacer la demanda insatisfecha de combustible.

Los criterios para evaluar los casos se derivan de la literatura sobre el diseño y la eficacia de las políticas. No son prescriptivos en cuanto a los métodos, los datos, los instrumentos políticos o las cadenas causales, pero en cada aspecto se presentan los conocimientos pertinentes de la literatura. Como todos los estudios de casos se basan en el análisis de datos secundarios, el protocolo de investigación deja, necesariamente, un margen de maniobra para su adaptación. Por ejemplo, los estudios de evaluación pueden basarse en la medición de la eficacia con respecto al objetivo establecido por los responsables políticos, con respecto a un indicador, a un grupo de control o a un escenario contrafactual. El protocolo de investigación no prescribe uno u otro método de evaluación, sino que ofrece transparencia sobre los métodos, las teorías y las fuentes de datos subyacentes de cada estudio de caso.

Los criterios de evaluación y las preguntas orientativas asociadas a los estudios de caso son los siguientes:

1. Eficacia/consecución de objetivos - ¿Qué efectos ha tenido la política sobre el problema en cuestión?
2. Efectos no previstos - ¿Cuáles fueron los efectos no previstos de esta política?
3. Línea de base - ¿Se definió la línea de base en la fase de diseño de la política?
4. Coherencia/convergencia/sinergia - ¿Cómo se relaciona esa política con otras políticas relacionadas?
5. Co-beneficios - ¿El diseño de la política contempla los co-beneficios?
6. Equidad/ganadores y perdedores - ¿Cuáles son los efectos de esta política en los diferentes grupos demográficos?
7. Factores facilitadores/limitadores - ¿Qué factores externos pueden influir en los efectos previstos de la política?
8. Costo/eficacia - ¿Cuáles son los costos y beneficios financieros/económicos de esta política? ¿Es el enfoque más rentable o el menos costoso?
9. Plazo - ¿Se aplicó la política en el plazo previsto?
10. Viabilidad/implementabilidad - ¿Es la política técnicamente viable en el contexto institucional?
11. Aceptabilidad - ¿Consideran las partes interesadas en la política que esta es aceptable en general?
12. Participación de las partes interesadas - ¿En qué medida participaron activamente las partes interesadas en la aplicación?
13. Cualquier otro factor - como el potencial de transformación, los efectos intergeneracionales, los impactos transfronterizos, las preocupaciones socioculturales, la interferencia política, los problemas de aplicación, el cumplimiento de las normas legales (por ejemplo, los derechos humanos nacionales/ internacionales).

Como advertencia, existe abundante evidencia en la literatura sobre política y gobernanza ambiental de que la eficacia de las políticas depende en gran medida del contexto (Jordan y Huitema 2014). Por lo tanto, las políticas eficaces de una región o país no pueden trasladarse sin más a otro contexto, puesto que las diferencias sociales, culturales, históricas y políticas son importantes.

Esta evaluación descendente se complementa con una evaluación

ascendente descrita en la siguiente sección.

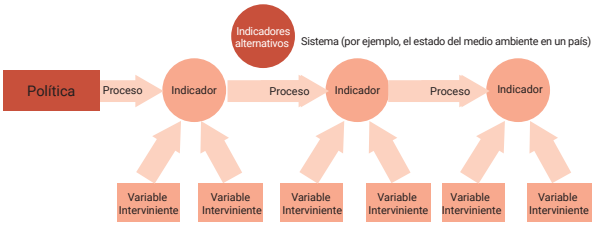
10.7 Metodología de evaluación ascendente

Una evaluación basada en indicadores que sean pertinentes y sensibles a la política para cada área temática y cuestión transversal complementa la evaluación descendente y proporciona pruebas sobre la cuantificación de la eficacia de esta (Hezri y Dovers 2006; Bauler 2012; Moldan, Janoušková y Hák 2012). Los indicadores se construyen para medir el estado de sistemas complejos que no pueden observarse de forma directa o exhaustiva. Estos miden determinados aspectos y, sobre la base de consideraciones teóricas y/o pruebas, se pueden extraer conclusiones relativas al estado del sistema en general. Para medir la eficacia de las políticas, es necesario ser explícito en la teoría sobre cómo interactúan y sobre el indicador seleccionado.

Los indicadores que proporcionan información sobre el estado de los sistemas ecológicos o económicos y su rendimiento ambiental no están en muchos casos directamente influenciados por las políticas. En su lugar, pueden intervenir factores culturales, estructurales, políticos, geográficos, etc. La medición de los resultados de las políticas, por ejemplo, la adopción de instrumentos políticos, no captaría adecuadamente las preferencias de los distintos países por uno u otro instrumento. Por ejemplo, para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), un país puede regular las emisiones, otro imponer impuestos o regímenes de comercio de derechos de emisión, un tercero poner en marcha campañas de información o subvención a tecnologías amigables con el clima. En cada uno de estos casos, el impacto esperado será la reducción de las emisiones de GEI. Sin embargo, el indicador se ve influido por la estructura industrial, las condiciones naturales, el nivel de ingresos y otros factores que no se ven afectados, o por lo menos no directamente, por las políticas (medio ambientales).

Por lo tanto, una evaluación basada en indicadores debe tener una teoría subyacente transparente sobre cómo las políticas impactarían en el indicador seleccionado y qué otros factores pueden tener también una influencia. La **Figura 10.2** muestra la lógica subyacente para desarrollar la teoría sobre la relación entre las políticas y los indicadores relevantes.

Figura 10.2: Enfoque para evaluar la efectividad de la metodología ascendente



SoE: Estado del Medio Ambiente (por su sigla en inglés)

El análisis de los datos de los indicadores seleccionados tiene múltiples objetivos:

- Analizar el progreso en el logro de los objetivos internacionalmente acordados desde el informe GEO-5 (incluyendo los ODS);
- Identificar los países o grupos de países que mediante sus enfoques políticos y su experiencia de implementación de muestran un alto nivel de eficacia; y
- Cuantificar el impacto de las políticas y, por lo tanto, identificar las áreas en las que puede ser necesario tomar medidas adicionales.

La selección de los indicadores se basa en el siguiente razonamiento:

- La existencia de una relación causal que determina la variación del indicador con respecto al instrumento político (preferiblemente, distintos tipos de instrumentos políticos), siendo posible demostrar su aplicabilidad;
- El indicador tiene relación con un acuerdo ambiental multilateral (MEA) y/o con los ODS para garantizar la alineación del análisis con la futura agenda global;
- La disponibilidad de los datos (al menos a nivel de país, y posiblemente a escala mundial, y también en una serie temporal);
- El indicador debe ser relevante para el área temática, es decir, debe proporcionar información sobre el estado del medio ambiente para la respectiva área temática; el indicador debe, idealmente, tener en cuenta las respuestas políticas analizadas en la parte A de este informe.

Para cada indicador, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos, basados en la literatura revisada por expertos.

1. Alcance y medición: el indicador debe proporcionar información sobre el estado del medio ambiente de acuerdo con una determinada área temática. El argumento que justifica la selección de cada indicador en un área temática se muestra de forma transparente.

2. Pertinencia política: se especifica la relación causal entre las medidas e instrumentos políticos y el indicador. No todos los indicadores son sensibles a las políticas, pero pueden plantearse las siguientes preguntas sobre los indicadores. ¿A través de qué mecanismos influirían las políticas en el indicador? ¿Qué factores desencadenantes (por ejemplo, precios, comando y control, persuasión) se utilizan en los instrumentos políticos para repercutir en un indicador determinado? ¿Qué actores cambian su comportamiento como resultado de estas políticas y cómo repercute esto en el indicador? ¿Cómo se relaciona este indicador con el estado del medio ambiente, idealmente, a nivel de país? ¿Qué procesos desencadenan los cambios en el indicador y cuáles son las repercusiones en el medio ambiente?

3. Relaciones causales/cadena(s) causal(es): los indicadores sensibles a las políticas son aquellos para los que se puede demostrar una relación causal con estas y su aplicación. Si bien la atribución de la causalidad es un reto, los indicadores pueden seleccionarse por su capacidad de respuesta a las políticas en comparación con otros factores intervinientes, como los factores sociodemográficos, las infraestructuras, las condiciones naturales y la cultura. ¿Hay pruebas que demuestren que los indicadores pueden asociarse a estas cadenas causales de producto-resultado-impacto? Los "productos" y los "resultados" son procesos desencadenados por la política y los "impactos" son los efectos finales de esta.

El impacto inicial puede volver a desencadenar otros procesos y tener también impactos indirectos o secundarios.

4. El análisis debe tener en cuenta otros factores que influyen en el indicador. ¿Hay pruebas que demuestren que otros factores sin una afectación directa o inmediata en las políticas (condiciones naturales, infraestructuras, culturales, catástrofes naturales) tienen algún impacto en el indicador? ¿Existen dudas sobre las relaciones causales que afectan al indicador?

5. Representación gráfica y visualización: para cada indicador, se presentan datos sobre el progreso hacia la consecución de los objetivos internacionales pertinentes, así como la evolución de cada indicador a nivel de país (análisis transversal y longitudinal). ¿Existen países destacados en términos de mejores o peores resultados? Con base en los pasos anteriores se debe hacer una reflexión crítica: ¿Es posible atribuirlo a las políticas y a otros factores? ¿Cuáles son las incertidumbres?

6. Otros posibles indicadores alternativos: en caso de que la bibliografía sugiera otros indicadores para medir la eficacia de las políticas en el ámbito temático en cuestión, estos serán discutidos. ¿Existe alguna duda sobre la idoneidad o pertinencia del indicador? ¿Hay otros indicadores alternativos propuestos para medir la eficacia de las políticas? ¿Por qué no se tuvieron en cuenta en el análisis? La evaluación de los indicadores sensibles a las políticas descritas anteriormente no pretende ser exhaustiva. Ciertamente no es posible cubrir todos los indicadores y todos los aspectos de todas las áreas temáticas y cuestiones transversales. Reconocemos que esta cobertura es muy parcial y que es necesario realizar más esfuerzos en los futuros GEO para mejorarla.

10.8 Contenido de la Parte B

El resto de la Parte B refleja estos enfoques descendentes y ascendentes, y el Capítulo 11, basado en la literatura, se centra en cuestiones de diseño de políticas, difusión y evolución espacial y temporal de las mismas, y en la eficacia de la gobernanza internacional y multinivel. Los capítulos 12-17 cubren los enfoques políticos más importantes, mencionados en la Parte A del informe, en la sección de "respuestas" del marco FPEIR. Para cada uno de estos enfoques políticos clave, se utiliza un estudio de caso para ejemplificar la aplicación del enfoque político según un contexto específico. En estos seis capítulos también se incluyen indicadores sensibles a las políticas para cada área temática y cada cuestión transversal. El Capítulo 18 recoge las conclusiones y los mensajes clave de la Parte B y ofrece orientaciones para los responsables políticos, así como el enlace a la Parte C del informe.

Referencias

Bauler, T. (2012). An analytical framework to discuss the usability of (environmental) indicators for policy. *Ecological Indicators* 17, 38-45. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.05.013.

Blamey, A. y Mackenzie, M. (2007). Theories of change and realistic evaluation: Peas in a pod or apples and oranges? *Evaluation* 13(4), 439-455. https://doi.org/10.1177/1356389007082129.

Boersema, J. y Reijnders, L. (eds.) (2009). *Principles of Environmental Sciences*. Dordrecht: Springer. https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-9158-2#about.

Challies, E., Newig, J., Kochskämper, E. y Jager, N.W. (2017). Governance change and governance learning in Europe: Stakeholder participation in environmental policy implementation. *Policy and Society* 36(2), 288-303. https://doi.org/10.1080/14494035.2017.1320854.

European Commision (2012). *Assessing and Strengthening the Science and EU Environment Policy Interface.* European Commision https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a7123d5f-52ee-4f12-9d82-a59eb7d93a26 (Downloaded: 30 October 2017).

European Environment Agency (2001a). *Reporting on Environmental Measures: Are We Being Effective?* Environmental Issue Report. Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/rem.

European Environment Agency (2001b). *Paper 1: Defining Criteria for Evaluating the Effectiveness of EU Environmental Measures.* Towards a New EU Framework for Reporting on Environmental Policies and Measures. Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/rem/defining.pdf.

European Environment Agency (2017). *Perspectives on Transitions to Sustainability.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/perspectives-on-transitions-to-sustainability/at_download/file.

Forss, K., Marra, M. y Schwartz, R. (eds.) (2011). *Evaluating the Complex: Attribution, Contribution, and Beyond*. 1st edn Comparative Policy Evaluation. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers. https://www.routledge.com/Evaluating-the-Complex-Attribution-Contribution-and-Beyond/Marra/p/book/9781138509832.

Forsyth, T. (2005). Building deliberative public–private partnerships for waste management in Asia. *Geoforum* 36(4), 429-439. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2004.07.007.

Hezri, A.A. y Dovers, S.R. (2006). Sustainability indicators, policy and governance: Issues for ecological economics. *Ecological Economics* 60(1), 86-99. https://doi.org/10.1016/J. ECOLECON.2005.11.019.

Hildén, M., Jordan, A. y Rayner, T. (2014). Climate policy innovation: Developing an evaluation perspective. *Environmental Politics* 23(5), 884-905. https://doi.org/10.1080/09644016.2014.924205.

Hood, C. (2011). *Summing up the Parts: Combining Policy Instruments for Least-Cost Climate Mitigation Strategies.* Paris: International Energy Agency. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Summing_Up.pdf.

Hovi, J., Sprinz, D.F., Sælen, H. y Underdal, A. (2016). Climate change mitigation: A role for climate clubs? *Palgrave Communications* 2(16020). https://doi.org/10.1057/palcomms.2016.20.

Howlett, M. y Rayner, J. (2007). Design principles for policy mixes: Cohesion and coherence in 'new governance arrangements'. *Policy and Society* 26(4), 1-18. https://doi.org/10.1016/S1449-4035(07)70118-2.

Huttunen, S., Kivimaa, P. y Virkamäki, V. (2014). The need for policy coherence to trigger a transition to biogas production. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 12, 14-30. https://doi.org/10.1016/J.EIST.2014.04.002.

Interwies, E., Görlach, B. y Newcomb, J. (2007). Evaluating the cost-effectiveness of environmental policies: Theoretical aspirations and lessons from european practice for global governance. *Amsterdam Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change: Earth System Governance: Theories and Strategies for Sustainability*. Amsterdam, 24-26 May 2007. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.6369&rep=rep1&type=pdf.

Jänicke, M., Blazejczak, J., Edler, D. y Hemmelskamp, J. (2000). Environmental policy and innovation: An international comparison of policy frameworks and innovation effects. En *Innovation- Oriented Environmental Regulation.* Hemmelskamp, J., Rennings, K. y Leone, F. (eds.). Heidelberg: Springer. 125-152. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-12069-9_7

Jordan, A. y Huitema, D. (2014). Innovations in climate policy: The politics of invention, diffusion, and evaluation. *Environmental Politics* 23(5), 715-734. https://doi.org/10.1080/09644016.2014.923 614.

Keskitalo, E.C.H., Juhola, S., Baron, N., Fyhn, H. y Klein, J. (2016). Implementing local climate change adaptation and mitigation actions: The role of various policy instruments in a multi-level governance context. *Climate* 4(1), 7. https://doi.org/10.3390/cli4010007.

Kivimaa, P. y Kern, F. (2016). Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. *Research Policy* 45(1), 205-217. https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.09.008.

Kochskämper, E., Challies, E., Jager, N.W. y Newig, J. (eds.) (2018). *Participation for Effective Environmental Governance: Evidence from European Water Framework Directive Implementation.* London: Routledge. https://www.routledge.com/Participation-for-Effective-Environmental-Governance-Evidence-from-European/Kochskamper-Challies-Jager-Newig/p/book/9781138713291.

Lambin, E.F., Meyfroidt, P., Rueda, X., Blackman, A., Börner, J., Cerutti, P.O. *et al.* (2014). Effectiveness and synergies of policy instruments for land use governance in tropical regions. *Global Environmental Change* 28, 129-140. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.007.

Lay, J., Brandi, C., Upendra Das, R., Klein, R., Thiele, R., Alexander, N. *et al.* (2017). *Coherent G20 Policies Towards the 2030 Agenda for Sustainable Development.* G20 Insights. http://www.g20-insights.org/wp-content/uploads/2017/03/TF_2030_Agenda_PolicyCoherence.pdf.

Mees, H., Crabbé, A. y Driessen, P.P.J. (2017). Conditions for citizen co-production in a resilient, efficient and legitimate flood risk governance arrangement. A tentative framework. *Journal of Environmental Policy & Planning* 19(6), 827-842. https://doi.org/10.1080/1523908X.2017.1299623.

Mees, H., Dijk, J., van Soest, D., Driessen, P., van Rijswick, M. y Runhaar, H. (2014). A method for the deliberate and deliberative selection of policy instrument mixes for climate change adaptation. *Ecology and Society* 19(2). http://dx.doi.org/10.5751/ES-06639-190258.

Moldan, B., Janoušková, S. y Hák, T. (2012). How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. *Ecological Indicators* 17, 4-13. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.033.

Niles, M.T. y Lubell, M. (2012). Integrative frontiers in environmental policy theory and research. *Policy Studies Journal* 40, 41-64. https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2012.00445.x.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2016). *Better Policies for Sustainable Development 2016: A New Framework for Policy Coherence.* Paris. http://dx.doi.org/10.1787/9789264256996-en.

Organisation for Economic Co-operation and Development, International Energy Agency, International Transport Forum and Nuclear Energy Agency (2015). *Aligning Policies for a Low-Carbon Economy.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/aligning-policies-for-a-low-carbon-economy_5js4lch2tsjj.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2F9789264233294-en&mimeType=pdf.

Perrels, A. (2001). Efficiency and effectiveness of policy instruments: Concepts and practice. *Workshop on Good Practices in Policies and Measures*. Copenhagen, 8-10 October 2001. 10 https://unfccc.int/files/meetings/workshops/other_meetings/application/pdf/perrels.pdf

Rogers, P.J. y Weiss, C.H. (2007). Theory-based evaluation: Reflections ten years on: Theory-based evaluation: Past, present, and future. *New directions for evaluation* (114), 63-81. https://doi.org/10.1002/ev.225.

Sabatier, P.A. (1986). Top-down and bottom-up approaches to implementation research: A critical analysis and suggested synthesis. *Journal of Public Policy* 6(1), 21-48. https://doi.org/10.1017/S0143814X00003846.

Sandler, T. (2017). Environmental cooperation: Contrasting international environmental agreements. *Oxford Economic Papers* 69(2), 345-364. https://doi.org/10.1093/oep/gpw062.

United Nations Economic and Social Council (2006). *Definition of Basic Concepts and Terminologies in Governance and Public Administration. Note by the Secretariat**. E/C.16/2006/4. http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan022332.pdf

United Nations Environment Programme (2007). *Global Environment Outlook-4: Environment for Development.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7646/-Global%20

Environment%20Outlook%20%204%20(GEO-4)-2007768.pdf?isAllowed=y&sequence=3.

United Nations Environment Programme (2012). *Global Environment Outlook-5: Environment for the Future We Want.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/GEO5_report_full_en.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2017). *Use of Theory of Change in Project Evaluations: Introduction.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7116/11_Use_of_Theory_of_Change_in_Project_Evaluation_26.10.17.pdf?sequence=6&isAllowed=y.

van Tulder, R., Seitanidi, M.M., Crane, A. y Brammer, S. (2016). Enhancing the impact of cross-sector partnerships. *Journal of Business Ethics* 135(1), 1-17. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2756-4.

Yoshida, T. y Zusman, E. (2015). *Can the Sustainable Development Goals Strengthen Existing Legal Instruments? The Case of Biodiversity and Forests.* Global Environmental ResearchInstitute for Global Environmental Strategies. http://www.airies.or.jp/attach.php/6a6f75726e616c5f476c6f62616c456e7669726f6e6d656e74616c5265736561726368685f6736737748764e6a/save/0/0/19_2-13.pdf.

Capítulo 11

Teoría y Práctica de las Políticas



© Shutterstock/Chedpeg Studio

Autores coordinadores principales: Klaus Jacob (Freie universität Berlin), Peter King (Institute for Global Environmental Strategies)

Autores principales: Pedro Fidelman (Centre for Policy Futures, University of Queensland), Leandra Regina Gonçalves (University of Campinas/Centre for Environmental Studies and Research [NEPAM]), James Hollway (Graduate Institute of International and Development Studies), Sebastian Sewerin (Swiss Federal Institute of Technology Zurich [ETH Zurich])

Asistente: He Chenmin (Peking University)

Resumen ejecutivo

La política ambiental se ve abocada a enfrentar algunos retos conceptuales y empíricos, por tanto, un buen punto de partida para su análisis es qué se considera un "buen" diseño de política. Dentro de esta definición, las propiedades y los problemas de los ecosistemas, el funcionamiento de las políticas existentes, las prácticas y los actores deben considerarse aspectos comunes. Con lo cual, los analistas y los responsables de la formulación de políticas están llamados a comprender la dinámica temporal de su cambio, cómo y por qué funcionan (o no) determinadas políticas y cómo ciertas elecciones políticas interactúan con combinaciones de políticas progresivamente más complejas. {11.2}

En el ámbito de la investigación sobre política ambiental, la difusión transfronteriza ha ocupado un lugar destacado, especialmente, en relación con las políticas relacionadas con energías renovables, como aquellas sobre tarifas de alimentación, las normas de cartera para las fuentes de energía renovable y el comercio de emisiones. Entre los cuatro posibles mecanismos de difusión de las políticas de energías renovables (emulación, persuasión, aprendizaje y competencia), la persuasión y la emulación resultaron ser más comunes que el aprendizaje y la competencia. La investigación sobre la dinámica posterior a la adopción de las políticas difundidas ha sido escasa, conllevando esto el riesgo de perjudicar a otras políticas sectoriales y la coherencia política. {11.2.1}

En relación con cómo cambian las políticas durante un periodo de tiempo y qué factores impulsan estos cambios, dos posiciones han resultado dominantes en la literatura. Por un lado, la estabilidad de las políticas -o su estancamiento- y, por otro, el equilibrio puntuado. Las marcaciones pueden estar motivadas por choques externos que hacen tambalear el entorno político, por lo demás estable, hasta tanto establecer un nuevo equilibrio. De esta forma, son eventos que pueden generar oportunidades para nuevas políticas ambientales, por ejemplo, el impacto de la catástrofe nuclear de Fukushima en Japón sobre la decisión política de Alemania de eliminar la energía nuclear. A menudo, para evitar los riesgos de tomar decisiones con efectos secundarios no deseados, los responsables políticos tienden a retrasar, ampliamente, la acción decisiva y, ante las conmociones externas, optan por recurrir a la acción simbólica en lugar de la formulación de políticas eficaces. {11.2.2}

La innovación política puede considerarse una mezcla de invención (enfoques nuevos o novedosos), difusión (transferencia y adopción) y seguimiento de los efectos (resultados, impactos y, posiblemente, perturbaciones). Las buenas prácticas sugieren la aplicación de diversas políticas innovadoras como una forma de cuasi-experimento, al igual que las mejores prácticas surgen de los efectos supervisados. {11.2.2}

En vista de la carencia de un enfoque comúnmente acordado para la evaluación de las políticas, la eficacia de estas suele depender de la opinión de los expertos. Por lo cual, una combinación de evaluaciones cuantitativas y cualitativas sería, idealmente, lo más adecuado para evaluar su eficacia. No obstante, algunas herramientas de diseño de políticas que pueden complementar la opinión de los expertos son: (i) análisis costo-beneficio y análisis costo-eficacia. Ambas evaluaciones pueden utilizarse *ex ante* (antes de la aplicación) o *ex post* (después de la aplicación); (ii) análisis del impacto normativo; (iii) evaluación comparativa (benchmarking) o un distanciamiento del objetivo o la meta; y (iv) el análisis de contenido o la comparación de patrones. {11.2.3}

Una de las principales lecciones aprendidas es la de elaborar, cuidadosamente, una combinación de políticas bien alineadas con un objetivo político general, seguido de un monitoreo de los efectos reales para así determinar las mejores prácticas y las posibles contribuciones de las diferentes políticas. Por ejemplo, los objetivos de la política de mitigación del cambio climático necesitarán una combinación completa de fijación de precios del carbono, apoyo a la eficiencia energética y a las energías renovables, eliminación progresiva de las subvenciones a los combustibles fósiles, políticas de innovación, prevenir del bloqueo de determinadas tecnologías y cambios en el comportamiento de los consumidores, entre otros. {11.2.4}

Los objetivos ambientales no pueden alcanzarse sólo con las políticas ambientales, sino que deben incorporarse también a sectores políticos distintos a éste. Las aspiraciones ambientales suelen chocar con otros objetivos sectoriales, por lo cual, la integración de las políticas medio ambientales debe servir para resolver los conflictos entre este tipo de objetivos y otros. Un corolario de la integración de las políticas es la coherencia de las mismas, es decir, la promoción de acciones políticas que se refuerzan mutuamente y crean sinergias para alcanzar objetivos en múltiples sectores. {11.3}

Un argumento importante a favor de la integración de la política ambiental son los beneficios económicos y sociales esperados o que pueden llegar a lograrse con su implementación. Entre ellos pueden figurar el crecimiento económico complementario derivado de la innovación, el ahorro derivado de un uso más eficiente de los recursos naturales y la eliminación de los gastos producidos por los daños ambientales. {11.3.3}

La participación de alianzas, asociaciones y actores no estatales en el diseño de políticas puede ofrecer oportunidades para que la presión de los pares supere las reticencias institucionales. La gobernanza híbrida, que combina diferentes modos e instrumentos de gobernanza, puede ayudar a reforzar mutuamente las respuestas institucionales. Sin embargo, no existe una estructura de gobernanza que se ajuste a todos los casos. En cuanto a la eficacia de las políticas, se han propuesto diferentes enfoques para medir la eficacia institucional, con métodos cualitativos y cuantitativos. El papel de los actores no estatales, como los gobiernos locales, las ciudades y las organizaciones de la sociedad civil, es cada vez más importante en el discurso de la política ambiental internacional. Dado que los 17 ODS pretenden ser totalmente integrados y universales, varios países están lidiando con la tarea de concebir los acuerdos institucionales más eficaces para abordar la deseada integración política vertical y horizontal. {11.4.2}

Por último, no podrá dejar de subrayarse la importancia de un buen diseño de políticas. Algunos elementos comunes son: (i) establecer una visión a largo plazo y evitar la toma de decisiones políticas en momentos de crisis, a través de procesos de diseño inclusivos y participativos; (ii) establecer una línea de base, así como objetivos e hitos cuantificados; (iii) realizar análisis costo-beneficio o costo-eficacia, *ex ante* y *ex post*, para garantizar que los fondos públicos se utilicen de la manera más eficiente y eficaz; (iv) incorporar esquemas de monitoreo de las políticas durante su aplicación, preferiblemente con la participación de las partes interesadas afectadas; y (v) realizar una evaluación posterior a la intervención de los resultados e impactos de las políticas, para cerrar el círculo de futuras mejoras en el diseño de estas. {11.5}

11.1 Introducción

Las investigaciones académicas y prácticas o aquellas relacionadas con el asesoramiento político plantean importantes preguntas sobre la política ambiental. Sin embargo, la literatura aún continúa luchando con desafíos conceptuales y empíricos comunes, incluyendo:

i. diversas conceptualizaciones y mediciones políticas, que impiden la generalización;
ii. una dinámica poco conocida del cambio y de la estabilidad de las políticas; y,
iii. los complejos efectos de las distintas opciones de diseño de las políticas.

En general, estos retos frecuentes impiden la posibilidad de comparar los resultados en todos los ámbitos de la política ambiental, con el riesgo de adoptar enfoques y perspectivas algo limitados.

Un potencial punto de partida para superar esta limitación es un renovado interés por el diseño de políticas. ¿Existen elementos comunes a un "buen" diseño de políticas que sean transferibles a otros ámbitos problemáticos? ¿Cómo buscan los responsables políticos ejemplos de políticas eficaces y cómo esta búsqueda conduce a una difusión de políticas en distintos países y en distintos ámbitos problemáticos? ¿Cómo contribuye la comprensión teórica del diseño de políticas a la práctica política?

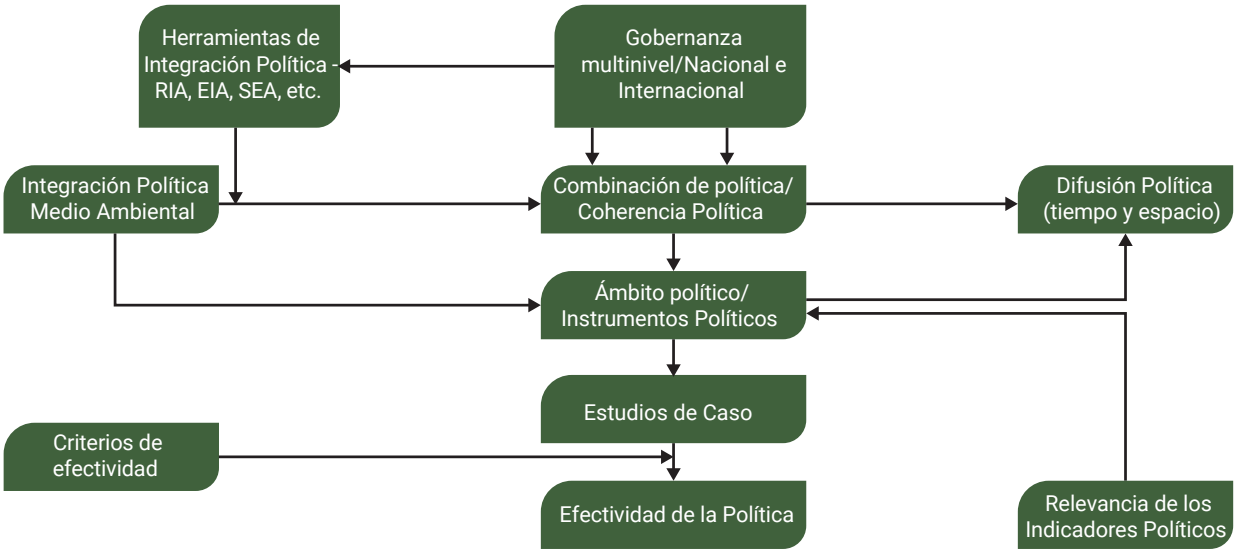
Esta sección examina la literatura y extrae algunas lecciones aprendidas para su validación por parte de los ámbitos/instrumentos políticos, los acuerdos de gobernanza y los estudios de caso asociados en los capítulos 12-17 de la Parte B (**Figura 11.1**). Esto se abordará, básicamente, en la parte superior de la Figura 11.1, mientras que en los capítulos 12-17 se explorará la mitad inferior. La Figura 11.1 ilustra la importancia de ir más allá del análisis de los instrumentos políticos individuales cuando se trata de determinar la eficacia de las políticas. En la fase del diseño de la política, los responsables de su formulación deben examinar cómo una política ambiental apoyará o entrará en conflicto con las políticas de otros sectores y viceversa. Para ello, existen varias herramientas de integración de políticas que contribuyen a este requisito de diseño. Dentro de la combinación de políticas ambientales, los responsables políticos deben asegurarse de que toda nueva política sea coherente y apoye los resultados de las políticas previstas. Los responsables de la formulación de políticas en múltiples niveles de gobernanza también pueden estudiar la experiencia de otros países, áreas subnacionales o empresas, propiciando la difusión de las políticas a través de las fronteras y a lo largo del tiempo. En los capítulos siguientes, esta experiencia se examinará desde la perspectiva de múltiples estudios de caso, para extraer explicaciones de por qué determinados enfoques políticos parecen haber sido más o menos eficaces, así como para analizar aquellos indicadores que sean sensibles a las políticas.

11.2 Diseño de políticas

Los retos descritos anteriormente están relacionados tanto con la dinámica espacial y temporal del cambio de políticas, como con la complejidad de la interacción de los instrumentos políticos dentro de una combinación de políticas. Esto ha llevado a un renovado interés en lo relacionado con su diseño (Howlett y Lejano 2013). La literatura reconoce las complejidades de los elementos de diseño en las densas combinaciones políticas (Howlett y Cashore 2009; Howlett y del Río 2015; Young 2017), y también reconoce la gran influencia del sistema de cumplimiento (Grey y Shimshack 2011). Sin embargo, a medida que se desarrolla la agenda de investigación, los enfoques para el diagnóstico institucional (Young 2008; Ostrom 2009), la evaluación empírica y el análisis del cambio de políticas (Jabbour *et al.* 2012; Knill, Schulze y Tosun 2012; Schaffrin, Sewerin y Seubert 2015) se han aplicado cada vez más al análisis sistemático y cuantitativo de la dinámica de (combinación) políticas (Voigt 2013). Young (2008) sostiene que las propiedades y los problemas de los ecosistemas, de las políticas, de las prácticas y de los actores deben considerarse como elementos para el diseño de regímenes bajo un enfoque analítico de diagnóstico que trata de ajustar los acuerdos institucionales a esas propiedades y estructuras. Ostrom (2007) adopta un enfoque similar y construye un marco que contiene muchos tipos de propiedades relacionadas con los recursos en múltiples niveles, incluido el local.

En lo que respecta a la toma de decisiones de los responsables políticos, ha surgido el consenso relacionado con que el diseño de las políticas es al menos tan importante, como la elección de los instrumentos políticos, tanto para la eficacia de las políticas individuales como para la eficacia de la combinación global de estas (Mitchell 2002; Yin y Powers 2010; Flanagan *et al.* 2011; Kemp y Pontoglio 2011). Por ejemplo, la especificidad tecnológica, es decir, cuando una política explícitamente se diferencia entre las muchas tecnologías disponibles que abordan un determinado

Figura 11.2: Ciclo para la formulación de políticas



problema de política pública, se aplica cada vez más en el análisis de las políticas de despliegue de tecnologías con bajas emisiones de carbono (por ejemplo, Schmidt *et al.* 2016). Sin embargo, la integración de las distintas perspectivas sobre el diseño de políticas (por ejemplo, desde la implementación de la investigación o los estudios sobre gobernanza) sigue siendo un reto. Aun así, cada vez se dispone de más literatura sobre la dinámica y las combinaciones de las políticas, sobre el diseño y la eficacia de estas y sobre las lógicas de intervención a largo plazo (Young 1999; Miles *et al.* 2002; Howlett y Rayner 2013; Mees *et al.* 2014).

A la hora de abordar los diversos y urgentes problemas ambientales esbozados en la Parte A, una perspectiva de diseño de políticas sería muy útil. Con lo cual, tanto los analistas como los responsables de la formulación de políticas necesitan comprender mejor su dinámica temporal de cambio, cómo y por qué funcionan (o no) algunas políticas específicas y cómo interactúan las opciones políticas en una combinación cada vez más compleja de políticas. De forma ideal, esto ayudará a mejorar el diseño de aquellas políticas que generan lazos de retroalimentación positiva (incluida la evaluación del impacto *ex post*), cambiando finalmente la lógica instrumental subyacente de una combinación de políticas (**Figura 11.2**).

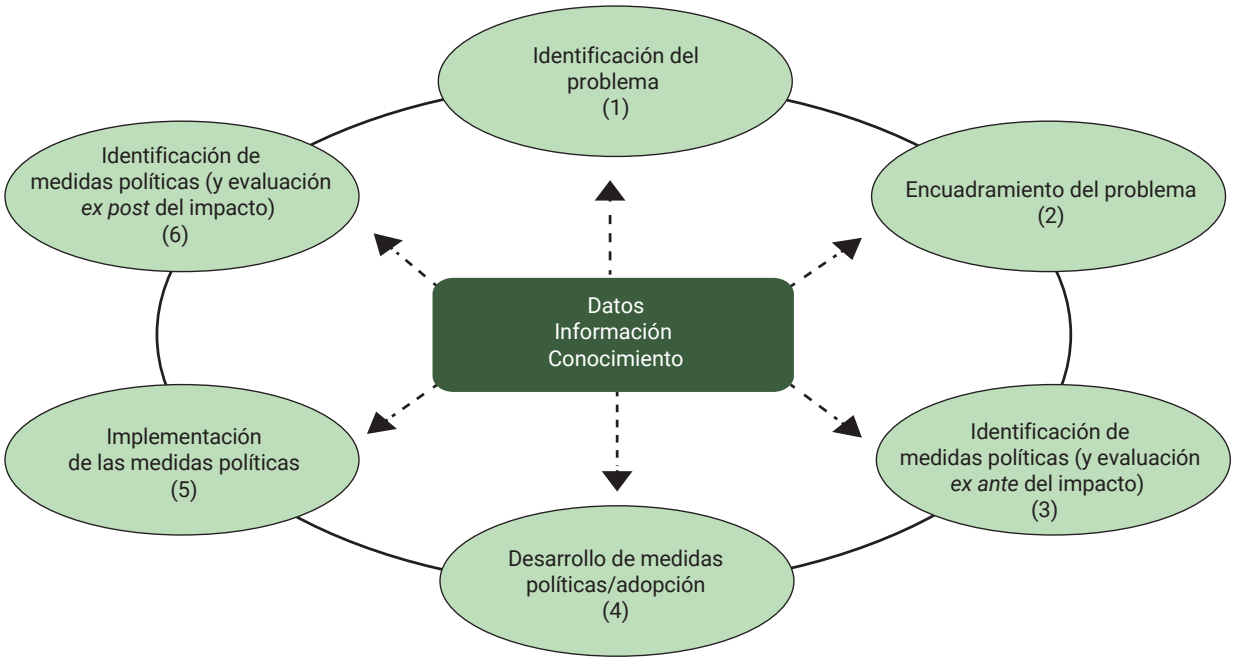
11.2.1 Dinámica espacial: difusión de políticas a lo largo de las fronteras

La investigación sobre la difusión de las políticas tiene por objeto comprender cómo y por qué las políticas se difunden a través de las fronteras y son adoptadas y diseñadas por diferentes jurisdicciones. La literatura académica, principalmente aquella correspondiente al campo de las ciencias políticas, tiende a centrarse en los impulsores de su difusión espacial (Tews, Busch y Jorgens 2003; Holzinger, Knill y Sommerer 2011; Graham, Shipan y Volden 2013; Matisoff y Edwards 2014), aunque mucho menos en qué tipo de políticas realmente se han difundido y cuándo lo hicieron (Jordan y Huitema 2014a). En la literatura investigativa sobre política ambiental, la difusión de las políticas ocupó un lugar destacado en el año 2000 y a inicios de 2010. El principal objetivo de esta investigación fue sobre regulación medio ambiental (Knill, Schulze y Tosun 2012) y las políticas de energías renovables (Alizada 2017). La primera se vio favorecida por la disponibilidad de un amplio conjunto de datos sobre estándares normativos que cubrían, principalmente, las emisiones (Heichel *et al.* 2008), mientras que el segundo fue impulsado por el debate sobre la eficacia de las tarifas de alimentación y las normas de la cartera de renovables, en tanto herramientas de política de despliegue para las energías de este tipo. Por lo general, estos estudios se centraron en las características a nivel macro de las políticas (por ejemplo, los tipos de instrumentos políticos), como en Stadelmann y Castro (2014), o en estándares normativos muy específicos (como, por ejemplo, normas sobre emisiones de NO_x o SO_2 para grandes instalaciones de combustión) como en Liefferink *et al.* (2009); Holzinger, Knill y Sommerer (2011). En relación con las energías renovables, se examinaron cuatro posibles mecanismos de difusión de políticas -emulación, persuasión, aprendizaje y competencia- (Alizada 2017), siendo las dos primeras más comunes, que el aprendizaje y la competencia.

Más recientemente, se ha producido una explosión de políticas relacionadas con el cambio climático tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Durante el período 1998-2010, se quintuplicaron las leyes nacionales sobre el clima y en 2012 estas leyes abarcaban el 67% de todas las emisiones (Jordan y Huitema 2014b).

Sin embargo, hay pocas investigaciones sobre la dinámica posterior a la adopción de las políticas difundidas. Solo algunos estudios aislados (por ejemplo, Biesenbender y Tosun 2014) analizan cómo se adaptan estas políticas en las nuevas jurisdicciones, es decir, cómo son modificadas una vez se realiza su difusión inicial. El régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea es un buen ejemplo sobre las dificultades para adaptar una política de una jurisdicción a otra (Cass 2005), puesto que sus dinámicas posteriores pueden incluso socavar el impacto y la coherencia política prevista (Jordan y Huitema 2014a).

Figura 11.2: Ciclo para la formulación de políticas



Fuente: Agencia Europea del Medio Ambiente [AEMA] (2006)

Algunos conjuntos de datos públicamente disponibles buscan contribuir a registrar la difusión de las políticas ambientales, en particular, las relacionadas con el cambio climático y, más específicamente, aquellas políticas en materia de energía renovable. Por ejemplo, la base de datos normativa sobre el cambio climático del London School of Economics (Nachmany *et al.* 2017) recopila información sobre políticas climáticas a nivel nacional que van desde la adaptación, pasando por la mitigación hasta el transporte. Del mismo modo, el REN21's Global Status Report registra el uso de las políticas sobre energía renovable para una amplia muestra de jurisdicciones nacionales y subnacionales. Organizaciones internacionales, como la Agencia Internacional de la Energía (AIE), también recogen información sobre las políticas relacionadas con energías renovables que se aplican en un amplio número de jurisdicciones. Sin embargo, la calidad de todos estos conjuntos de datos varía, al igual que el método de recopilación, la categorización de las políticas y el nivel de información política detallada que se incluye. Este problema está relacionado con lo que se ha denominado el "problema de la variable dependiente en el estudio del cambio de políticas" (Howlett y Cashore 2009), es decir, el reto subyacente de cómo evaluar los resultados de las políticas de forma sistemática en todos los casos. Aunque se han realizado esfuerzos para desarrollar una metodología común que permita medir los resultados de las políticas de forma comparable (por ejemplo, Knill, Schulze y Tosun 2012; Schaffrin, Sewerin y Seubert 2015), estos enfoques se están adoptando lentamente y la mayoría de los análisis sobre la dinámica de las políticas siguen aplicando conceptos y mediciones diversas o *ad hoc* sobre sus resultados. Así pues, a pesar del prolongado interés por el tema y de los esfuerzos por proporcionar información política sistemática, el conocimiento de la difusión espacial de las políticas ambientales, especialmente fuera del ámbito político específico de las energías renovables, sigue siendo limitado.

11.2.2 Dinámica temporal: el cambio de las políticas durante el tiempo

Si cambian las políticas y cómo lo hacen a lo largo del tiempo y qué factores impulsan estos cambios, son temas importantes en la literatura académica. Los diferentes enfoques para entender los cambios en las políticas pueden clasificarse, por un lado, en la literatura de la dependencia de camino (path-dependecy), que subraya que las primeras decisiones políticas fijan las demás y que la mayoría de las decisiones políticas solo cambian de forma gradual una vez ya han sido implementadas (Pierson 2000). Se cree que la razón principal de esta estabilidad es la retroalimentación positiva, a través, por ejemplo, del aprendizaje de políticas que crean y mantienen procesos de autorefuerzo en torno a una política. Por otro lado, el enfoque del equilibrio puntuado trata de explicar cómo las políticas, que de otro modo serían estables, pueden deshacerse en un repentino estallido de cambios abruptos, con periodos prolongados de estabilidad (Baumgartner y Jones 2009; Colgan, Keohane y Van de Graaf 2012). Se cree que el principal impulsor de estas puntuaciones son las fuerzas externas que alteran el ya de por sí equilibrio, con sus balances positivos y negativos, hacia un nuevo equilibrio. Un ejemplo de tal impacto podría ser un caso legal que desafíe la legitimidad de la política ambiental. Una coyuntura también podría crear oportunidades para las políticas ambientales; por ejemplo, la catástrofe de Fukushima en Japón puede haber dado lugar a las políticas alemanas de eliminación progresiva de la energía nuclear (Wittneben 2012).

Ambos enfoques se han aplicado en el análisis del cambio de la política medio ambiental (por ejemplo, Daugbjerg 2003; Repetto 2006), aunque las aplicaciones se han centrado sobre todo en grandes programas y en ámbitos políticos concretos, como la agricultura. La literatura reciente ha argumentado que centrarse exclusivamente en la retroalimentación positiva o en el efecto catalizador de las fuerzas externas no es muy útil para diseñar, intencionadamente, políticas que puedan tanto crear una retroalimentación positiva como resistir una retroalimentación negativa constante que está acompañada de impactos externos (Jordan y Matt 2014).

La complejidad de los problemas medio ambientales también puede aumentar el riesgo de una "infrareacción política", debido a una dificultad, por parte de los responsables de la toma de decisiones, de realizar una estimación precisa de los riesgos (Maor 2014). Para evitar los riesgos de tomar decisiones con efectos secundarios no deseados, los responsables políticos tienden a retrasar la acción decisiva el mayor tiempo posible y, al enfrentarse con choques externos, optan por la acción simbólica en lugar de la formulación de políticas eficaces (Howlett 2014). Aunque existen varias recomendaciones para reforzar la importancia del medio ambiente en los Estados con el fin de superar estas deficiencias (Kloepfer 1989; Calliess 2001; Eckersley 2005; Jänicke 2007), aun no ha sucedido debido a que la importancia del medio ambiente no está institucionalizada como una prioridad, pues compite con otros objetivos gubernamentales.

Ante este panorama, la investigación se centra cada vez más en el diseño de políticas (Howlett y Lejano 2013) que permitan entender cómo las opciones de diseño pueden crear un cambio político, es decir, cómo los pasos de un cambio político incremental pueden, con el tiempo, acumularse para crear un cambio transformacional. Las políticas "adherentes" (es decir, persistentes) pero no "estancadas" (es decir, que no responden a las condiciones cambiantes) y que crean retroalimentaciones positivas se consideran como un mecanismo potencial para aumentar la eficacia de las políticas ambientales (Jordan y Matt 2014). El Acuerdo de París sobre el cambio climático y su mecanismo de ajuste es un ejemplo destacado de este concepto (Falkner 2016). La necesidad de este enfoque progresista en el diseño de políticas puede verse en los ámbitos políticos que tienen problemas de cierta complejidad, como es el caso de la mayoría de los problemas medio ambientales (Levin *et al.* 2013). El diseño de los regímenes internacionales influye mucho en su eficacia, incluso más que el tipo de problema subyacente. En otras palabras, un problema fácil no se resuelve si un régimen internacional está mal diseñado (Young 2011). Dada la dependencia del contexto que tienen las políticas y los regímenes, es esencial un diagnóstico cuidadoso acerca de la idoneidad de su diseño (Young 2011).

La innovación en materia de políticas puede considerarse una mezcla entre invención (enfoques nuevos o novedosos), difusión (transferencia y adopción) y seguimiento de sus efectos (resultados, repercusiones y, posiblemente, perturbaciones) (Jordan y Huitema 2014b). La literatura sobre la gobernanza policéntrica sugiere que deben aplicarse múltiples políticas innovadoras como una forma de cuasi-experimento y que las mejores prácticas surgen a partir de los efectos supervisados. En este sentido, se ha argumentado que la gobernanza al nivel más bajo posible minimiza el parasitismo (free-riding) como motivación, y que la supervisión es más fácil en entidades de menor tamaño, por ejemplo, las comunitarias (Marshall 2009). Sin embargo, a escala mundial, la gobernanza policéntrica podría dar lugar a que los gobiernos saquen provecho de ciertas situaciones. Por ejemplo, en ausencia de un régimen mundial, los gobiernos podrían verse tentados a evitar acciones mientras se benefician de los esfuerzos de mitigación realizados por otros (Ostrom 2010). Con todo, no hay que subestimar el papel de la iniciativa política y de la contribución de la sociedad civil de cara a motivar los cambios políticos.

Sin embargo, la innovación política no es necesariamente la vía más eficaz para el desarrollo de políticas, pues como ya se ha comprobado, las políticas de comando y control y de incentivos económicos pueden producir la mayor parte del impacto (Hildén, Jordan y Rayner 2014; Jordan y Huitema 2014a). Una mayor atención a la coherencia de las políticas, a su correcta aplicación y a su cumplimiento pueden demostrar que los enfoques políticos tradicionales siguen siendo eficaces. Siendo así, es posible que las políticas innovadoras planteen nuevos retos de aplicación y

cumplimiento para las instituciones existentes que no cuentan con capacidades suficientes para manejarlo.

11.2.3 Efectividad de la política mediante la mejora de su diseño

En el pasado, los intentos por medir la eficacia de las políticas suponían que había una correlación, de uno a uno, entre una política ambiental y sus resultados (Weber, Driessen y Runhaar 2013). En algunos casos, esto puede estar garantizado, como en el caso de una política gubernamental de comando y control para eliminar el plomo de la gasolina o de la pintura (véase el análisis subsiguiente sobre los indicadores que tienen en cuenta las políticas). Sin embargo, en la mayoría de los estudios de caso de los capítulos 12-17, atribuir resultados medio ambientales a políticas específicas resulta difícil. Los escenarios contrafácticos (es decir, sin una política) no pueden implementarse de forma experimental, por razones prácticas y éticas, entre otras, ya que no es justificable exponer un grupo a una política contra un contaminante nocivo y a otros no (Niles y Lubell 2012).

Por estas razones, una evaluación sobre la eficacia de las políticas a menudo se reduce al uso del juicio de los expertos (**Figura 11.3**) (EEA 2001; Egger *et al.* 2015). La **Figura 11.3** muestra que no todas las políticas de eficiencia energética tienen la misma valoración y una proporción significativa de expertos cree que algunas políticas no son eficaces en lo absoluto. Aunque la medición de la eficacia de las políticas tiene algunas limitaciones, algunas perspectivas importantes han surgido, no solo del uso de procedimientos estadísticos para separar los efectos de las variables individuales, sino también de la aplicación de técnicas alternativas, como el Análisis Cualitativo Comparativo (ACC), diseñado para identificar combinaciones de factores que operan conjuntamente, a fin de determinar la eficacia de las políticas (Breitmeier, Underdal y Young 2011). Idealmente, una combinación de evaluaciones cuantitativas y cualitativas será lo más confiable para evaluar la eficacia de estas (Egger *et al.* 2015).

Algunas herramientas de diseño de políticas que pueden complementar la opinión de los expertos son:

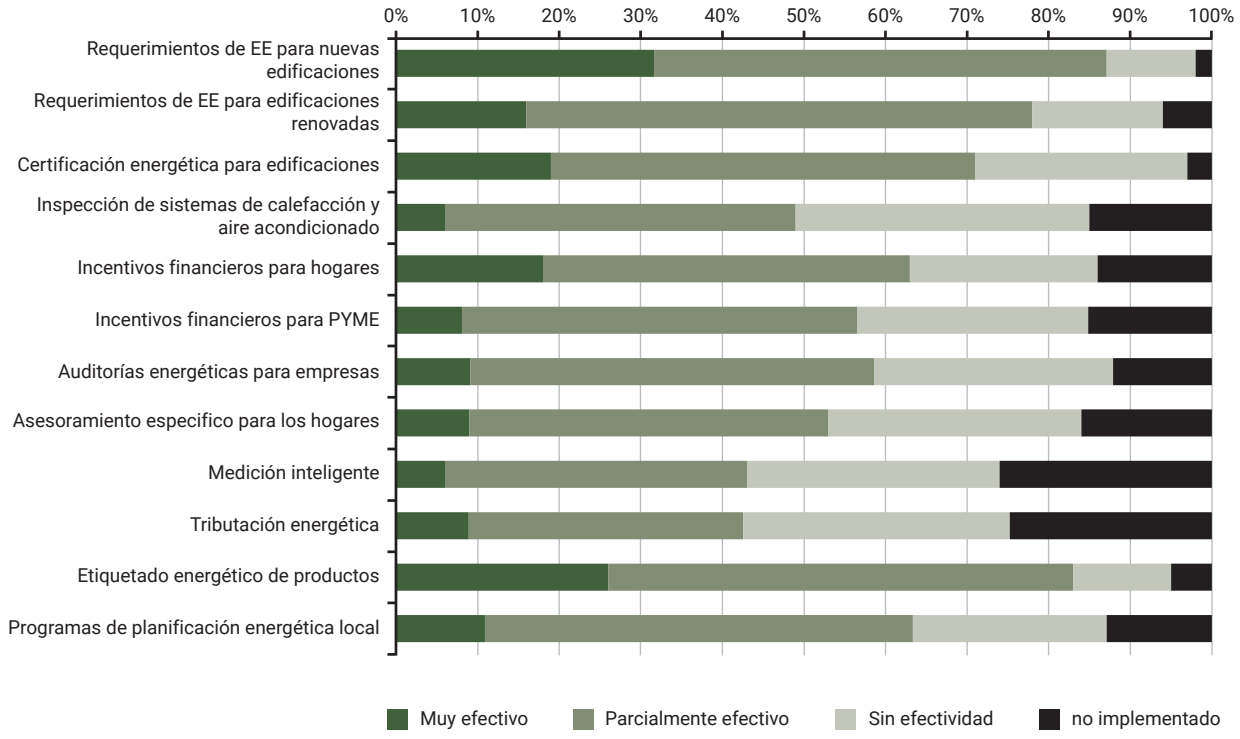
i. El análisis costo-beneficio y el análisis costo-eficacia, que pueden utilizarse tanto *ex-ante* como *ex-post* (Interwies, Gorlach y Newcombe 2007);
ii. Un análisis sobre el impacto de la regulación (Oganisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2008);
iii. Una evaluación comparativa o a distancia del objetivo (Uslu, Mozzaffarian y Stralen 2016); y,
iv. Un análisis del contenido o de la coincidencia de patrones (Di Gregorio et al. 2017).

Por supuesto, los problemas ambientales son esencialmente construcciones sociales, y lo que se identifica como un problema de esta naturaleza para un grupo puede no ser visto como tal por otro grupo con intereses distintos. Por eso, a la hora de diseñar políticas eficaces, es muy importante enmarcar el "problema". Por ejemplo, tal y como se ha hecho en Europa, enmarcar el cambio climático como una problemática relacionada con el empleo y la seguridad puede ser más eficaz que debatirlo, simplemente, como una cuestión técnica o científica. Cambiar el enfoque del desarrollo económico consistente en "crecer ahora, limpiar después" puede ser un cambio importante en el diseño de la política ambiental en varios países en desarrollo.

11.2.4 Combinaciones de políticas

Como se indicó en el Capítulo 10, en el ámbito ambiental una lección clave es elaborar cuidadosamente una combinación de políticas que estén bien alineadas con el objetivo político general (OECD, IEA, Nuclear Energy Agency [NEA] e International Transport

Figura 11.3: Resultados sobre las perspectivas especializadas en materia de políticas europeas de eficiencia energética



Fuente: Egger *et al.* (2015)

Forum [ITF] 2015) y luego supervisar los efectos reales a fin de determinar las mejores prácticas. Por ejemplo, los objetivos de la política de mitigación del cambio climático necesitarán una combinación integral que incluya la fijación de precios del carbono, medidas de apoyo para un uso energético y de energías renovables que sea eficiente, la eliminación progresiva de las subvenciones a los combustibles fósiles, políticas de innovación, la prevención de tecnologías bloqueadas y cambios en el comportamiento de los consumidores, entre otras cosas (Hood 2011). Con demasiada frecuencia, las políticas no están bien armonizadas, llevándolas incluso a entrar en conflicto, por lo que resolver dicha desarticulación y garantizar que las políticas se refuercen mutuamente puede ser una de las mejores formas de lograr una mejora ambiental (OECD *et al.* 2015).

La literatura sobre el análisis de políticas reconoce cada vez más la necesidad de verlas no de forma aislada, sino de considerar cada política en su contexto más amplio, dentro de una combinación con otras. Las combinaciones de políticas suelen considerarse en relación con ámbitos políticos específicos (por ejemplo, la combinación de políticas de energías renovables). Su calidad se evalúa tradicionalmente en términos cualitativos y se basa en un conjunto de conceptos, tales como:

i. La coherencia de los múltiples instrumentos políticos (es decir, la capacidad de los instrumentos para reforzarse en lugar de perjudicarse mutuamente);
ii. La coherencia de los múltiples objetivos políticos (es decir, que los objetivos no resulten contradictorios entre sí); y,
iii. La congruencia de los múltiples objetivos e instrumentos políticos (es decir, su capacidad para trabajar juntos de forma unidireccional) (Howlett y Rayner 2013; Kern, Kivimaa y Martiskainen 2017).

Si bien estos conceptos son ampliamente utilizados, aún no están definidos de manera consistente ni existe una práctica de evaluación establecida y aceptada, lo que conduce a una falta de análisis empírico sobre los patrones de las combinaciones de políticas (Howlett y del Río 2015). Además de la idea generalizada de que algunos tipos de instrumentos políticos no necesariamente funcionan bien en conjunto tampoco ha sido bien entendida la interacción de los instrumentos políticos en una combinación. Una de las principales razones de esto es el persistente desafío de evaluar adecuada y sistemáticamente las políticas individuales (Capano y Howlett 2009; Howlett y Cashore 2009), es decir, los componentes de las complejas combinaciones de políticas, y más aún, cómo se combinan con otras. Tan solo, recientemente, la investigación ha comenzado a abordar estos importantes desafíos, ya sea mediante la realización de análisis de combinación de políticas basados en conjuntos de datos exhaustivos (Schmidt y Sewerin 2018), o mediante la modelización de la interacción de los instrumentos políticos. Estos modelos, sin embargo, se limitan generalmente a la interacción de dos o tres políticas, cuando la combinación en el mundo real, que está compuesto por muchas más políticas, suele ser más compleja.

11.3 Integración de políticas

Los objetivos ambientales no pueden alcanzarse mediante la implementación de una mezcla aislada de políticas medio ambientales. Estas también requieren ser integradas en sectores distintos a los ambientales. Así se encuentra sustentado por parte de la Agenda 2030 y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Sin embargo, las ambiciones medio ambientales a menudo chocan con los objetivos de otros sectores, por ejemplo, en aquellos casos en los cuales la utilización de los recursos naturales por parte del sector energético, agrícola o para la construcción de infraestructuras, choca con los esfuerzos de conservación de ese tipo de recursos. Un concepto que promueve el medio ambiente en otros sectores políticos y que ha sido reconocido en evaluaciones anteriores GEO, es la "integración de la política ambiental" (IPA) (Lay *et al.* 2017), que tiene como objetivo resolver los conflictos entre los objetivos ambientales y otros objetivos políticos. La IPA se ha debatido en la literatura científica (Nilsson *et al.* 2012; Runhaar, Driessen y Uittenbroek 2014) y desde sus inicios se ha debatido en los contextos políticos (Mullally y Dunphy 2015), dando lugar a la introducción de una amplia gama de instituciones, procesos e instrumentos para su aplicación (Jacob *et al.* 2008). El principio del IPA también contribuyó a cambiar los debates políticos, afectando así nuevamente el resultado de las políticas (Scarse y Ockwell 2010; Espinosa *et al.* 2017). Otros sugieren que el IPA debe ir más allá y exigir la "incorporación de los objetivos ambientales en todas las etapas de la elaboración de políticas en sectores políticos no ambientales, con un reconocimiento específico de su papel como principio rector para la planificación y ejecución de políticas" (Lafferty 2004, p. 201). Este nivel de ambición no ha sido alcanzando en la realidad, ya que suele prevalecer la incoherencia y la competencia en materia de políticas, apuntando a la limitación de las instituciones, los instrumentos y los procesos que se han introducido para su promoción.

Algo que no siempre resulta claro, es cómo las condiciones institucionales y socio-económicas asociadas a otros ámbitos políticos degradan el medio ambiente, lo que dificulta la comprensión de qué estrategias de IPA funcionarían para mitigar esta degradación (Runhaar, Driessen y Uittenbroek 2014). La carencia de pruebas sistemáticas relacionadas con cómo ciertos sectores como el agrícola, el de transporte, el de planificación urbana o el de gestión del agua incorporan las preocupaciones y normas medio ambientales para prevenir, reducir o mitigar cualquier efecto medio ambiental perjudicial. No obstante, una condición necesaria, pero insuficiente para la integración de las políticas, es el liderazgo político y el reconocimiento de los co-beneficios en múltiples ámbitos políticos (Persson 2007; Jordan y Lenschow 2010).

Coherencia política

Un concepto estrechamente relacionado con el de integración de las políticas es el de coherencia, es decir, la promoción de acciones políticas que se refuerzan mutuamente, creando sinergias que permitan el logro de objetivos en múltiples sectores. Los intentos de mejorar la coherencia incluyen la elaboración de estrategias nacionales de desarrollo sostenible y diversas hojas de ruta, como las elaboradas por la Comisión Europea o el "Programa de Mejora de la Legislación" que persiguen tanto la Unión Europea (EU) como la OCDE (European Commission 2010). Acá también se tiene que el liderazgo político y los co-beneficios son necesarios, pero insuficientes. En 2016, la OCDE elaboró un marco de coherencia política para el desarrollo sostenible, el cual está basado en ocho componentes básicos:

i. Compromiso político y liderazgo al más alto nivel;
ii. Enfoques integrados para la implementación;
iii. Un marco temporal intergeneracional;
iv. Análisis y evaluaciones de los potenciales efectos transfronterizos;
v. Políticas y coordinación institucional;
vi. Participación local y regional;
vii. Participación de las partes interesadas; y,
viii. Seguimiento y presentación de informes (OECD 2017).

Un ejemplo importante de un intento de integración y coherencia ambiental que se ha realizado en el marco del programa medio ambiental de las Naciones Unidas son los ODS (United Nations General Assembly [UNGA] 2015). Los ODS abarcan grandes áreas ambientales tales como el cambio climático, la contaminación química, los residuos y los ecosistemas marinos y terrestres, pero también incluyen objetivos de desarrollo social, económico e institucional aplicables tanto a los países de renta baja como a los de renta alta, como el acceso a alimentos, agua,

saneamiento, energía, salud, educación y justicia, y el desarrollo de infraestructuras, ciudades, empleo y crecimiento (Nilsson y Persson 2017). Estos Objetivos marcan un cambio histórico para las Naciones Unidas hacia una única agenda de desarrollo sostenible tras una larga historia de intentos por integrar el desarrollo económico y social, junto con la sostenibilidad medio ambiental. En efecto, antes de los ODS, los acuerdos internacionales eran más fragmentados y sectoriales, y aunque la integración medio ambiental se mencionaba regularmente sobre el papel, rara vez se traducía a la práctica. Por supuesto, la eficacia del enfoque integrado e indivisible propuesto para los ODS está por verse.

Los capítulos 12-17 identifican ejemplos de instrumentos normativos y de otro tipo que han demostrado cierta utilidad para la integración y la coherencia de las políticas. Las políticas de regulación han surgido en la mayoría de los países en las dos últimas décadas bajo el paraguas de las llamadas "políticas de mejora regulatoria" (Turnpenny *et al.* 2009; De Francesco 2012; Adelle *et al.* 2015). En muchos países esto ha llevado a la creación de instituciones y a la adopción de instrumentos y procesos, como las evaluaciones de impacto de la regulación, los enfoques participativos y la evaluación *ex post*. En un principio, esta situación estaba motivada por la preocupación de reducir los costos de la regulación y la desregulación. Sin embargo, en algunos países estos instrumentos ampliaron su alcance y se utilizaron para promover la integración de las preocupaciones sobre el desarrollo sostenible en la formulación de políticas (Bäcklund 2009; Adelle y Weiland 2012; Renda 2017).

Los ODS (por ejemplo, la Meta 17 .4) hacen hincapié en la necesidad de "mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible" (OECD 2016). En este sentido, una de las principales lecciones aprendidas es garantizar la coherencia de las políticas entre los distintos niveles de gobernanza y entre los ámbitos económico, social y ambiental. En consecuencia, no basta con considerar las políticas ambientales como algo independiente de las políticas macroeconómicas o sectoriales, que a menudo actúan como motores de la degradación medio ambiental, o de las políticas sociales que intentan abordar los impactos humanos del daño causado al medio ambiente. En los estudios de caso de los capítulos 12-17 se puede ver que estas otras políticas suelen actuar como factores facilitadores o limitadores de la eficacia de la política medio ambiental. Por tanto, al analizar la coherencia de las políticas, los responsables políticos también deben considerar los impactos a largo y a corto plazo (OECD 2016).

11.3.1 Integración de aspectos ambientales en las políticas reguladoras

La integración de las preocupaciones y los objetivos políticos en los distintos ámbitos de formulación de las políticas constituye la piedra angular del IPA (Runhaar, Driessen y Uittenbroek 2014). Con lo cual, garantizar que estas preocupaciones y objetivos políticos se incorporen en el desarrollo de la legislación puede resultar fundamental para su promoción (Jacob *et al.* 2011). Muchos países han adoptado enfoques/instrumentos para evaluar los posibles impactos que la legislación propuesta tiene en las partes interesadas, los sectores económicos y el medio ambiente (Radaelli 2009; Jacob *et al.* 2011; Adelle y Weiland 2012; Adelle *et al.* 2016). Para los países miembros de la OCDE, la evaluación *ex-ante* de las políticas reguladoras se ha convertido en un procedimiento administrativo estándar. Por ejemplo, los Países Bajos exigen una evaluación de este tipo para todas las nuevas leyes, las órdenes en los consejos y en las propuestas de enmienda; en Canadá, una parte clave del proceso de regulación es describir cómo las acciones del gobierno afectan a los ciudadanos; y en Australia, es obligatorio que los proyectos de ley y las reformas fiscales incluyan declaraciones y evaluaciones de impacto normativo (Jacob *et al.* 2011).

Para abordar eficazmente el cambio climático, Di Gregorio *et al.* (2017) sugieren que la integración de la política relativa al clima requiere:

i. Coherencia política entre la mitigación y la adaptación;
ii. Coherencia política entre el cambio climático y los objetivos de desarrollo;
iii. Integración política vertical mediante la integración del cambio climático con las políticas sectoriales; y,
iv. Integración política horizontal mediante una coordinación intersectorial.

Estas múltiples dimensiones y acuerdos de gobernanza dificultan, en particular, el diseño de políticas eficaces.

Los requisitos y las prácticas de evaluación varían de un país a otro, al igual que el grado de consideración de los aspectos medio ambientales (Jacob, Volkery y Lenschow 2008; Jacob *et al.* 2011). Sin embargo, entre los países de la OCDE, las evaluaciones de la política regulatoria comparten cuatro aspectos u objetivos claves:

i. Evaluación de los impactos;
ii. Integración de las políticas;
iii. Promoción de la transparencia; y,
iv. Mejora en la rendición de cuentas (Ritzka 2016).

Además, se cree que la evaluación del impacto de la regulación mejora la coherencia de las políticas y minimiza los conflictos políticos, contribuyendo en última instancia a la calidad de la regulación y a la buena gobernanza (Hertin *et al.* 2009).

Por lo general, la evaluación del impacto normativo comprende varias etapas, siendo los aspectos ambientales relevantes para todas ellas (**Tabla 11.1**). Así, la integración de los aspectos ambientales en las evaluaciones de las políticas regulatorias supone el uso de herramientas para reunir y analizar datos sobre los probables resultados e impactos de las opciones políticas. Estas herramientas se utilizan para generar y analizar datos sobre áreas específicas de impacto (por ejemplo, modelos socioeconómicos, biofísicos e integrados), para integrar y agregar datos, tales como herramientas de escenarios y análisis costo-beneficio y para involucrar a las partes interesadas en el desarrollo de las políticas (Jacob *et al.* 2011).

Tabla 11.1: Etapas habituales de evaluación del impacto normativo

❖ Selección de las propuestas normativas que serán objeto de evaluación
❖ Descripción del problema y del objetivo de la normativa propuesta
❖ Descripción de la situación inicial
❖ Identificación de las opciones políticas que deben evaluarse
❖ Evaluación de las opciones, incluidos los impactos previstos en los distintos ámbitos, así como la ponderación y la agregación de los distintos impactos
❖ Consulta de las partes interesadas sobre los resultados de la evaluación
❖ Revisión de la calidad de la evaluación

Fuente: Jacob *et al.* (2011)

Recuadro 11.1: Fijación del precio del carbono como parte de la evaluación política del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

En 2002, el Ministerio de Economía y Hacienda del Reino Unido e Irlanda del Norte (HM Treasury, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA, por sus siglas en inglés) publicaron, conjuntamente, un informe sobre cómo integrar los costos sociales de las emisiones de carbono en las decisiones políticas. A partir de 2003, dentro del proceso ampliado de evaluación de políticas, la evaluación de impacto de los gases de efecto invernadero (GEI) adquirió un carácter obligatorio (United Kingdom, Department for Business Innovation and Skills [BIS] 2010, p. 73), así como el uso de un análisis de tipo costo-beneficio, requiriendo además la evaluación de todas las iniciativas políticas.

La razón para estimar las emisiones de GEI que, potencialmente, surgen de las políticas gubernamentales es "fundamentar las decisiones políticas más importantes en materia de cambio climático". Estas políticas se desarrollarán con el fin de cumplir los objetivos de reducción de CO_2, a corto y largo plazo, en el Reino Unido e Irlanda del Norte, estableciendo así posibilidades de elección entre objetivos que compiten entre sí (BIS 2010). Las pruebas de GEI se aplican dentro del análisis general de costos y beneficios para evaluar si una política es rentable en comparación con otras alternativas (ibid., p. 91).

En 2007 fue revisado el enfoque de estimación del costo social del carbono. Como resultado, este fue sustituido por el precio sombra del carbono con el fin de permitir que se tenga en cuenta la evidencia más reciente extraída del Informe Stern. En 2009, el precio sombra del carbono fue a su vez revisado y sustituido por un enfoque consistente en objetivos (United Kingdom, Department of Energy and Climate Change [DECC] 2009, p. 5).

Fuente: Jacob *et al.* (2011).

La evaluación de los costos sociales del carbono en el Reino Unido ilustra el enfoque y las herramientas asociadas descritas anteriormente (**Recuadro 11.1**). El Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte se considera como el país con más experiencia en la evaluación del impacto climático, ya que cuenta con uno de los enfoques más elaborados para la evaluación de políticas, así como con una legislación específica para respaldar este trabajo (the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland Climate Change Act) (Jacob *et al.* 2011).

Teniendo en cuenta la variedad de enfoques y de herramientas para evaluar las políticas reguladoras, Adelle *et al.* (2011) sugieren que no hay una "única manera" o "la mejor manera" de realizar estas evaluaciones. Sin embargo, algunas jurisdicciones pueden considerarse ejemplos de ello, como la UE, por el alto nivel de integración de su enfoque y la consideración de las dimensiones social, económica y medio ambiental (Adelle *et al.* 2016). De acuerdo con una revisión de las evaluaciones de la política regulatoria en determinados países de la OCDE, Jacob *et al.* (2011) sugieren cómo considerar mejor los aspectos ambientales en las evaluaciones de las políticas regulatorias, incluyendo:

- Tener en consideración los costos y beneficios ambientales al regular las actividades económicas;
- Realizar evaluaciones tempranas, notificaciones y enfoques participativos para minimizar los conflictos entre departamentos y entre partes interesadas, aumentando a su vez la solidez social de las propuestas;
- Utilizar modelos bien establecidos, tales como aquellos existentes en materia de cambio climático, emisión de sustancias nocivas y uso del suelo;
- Introducir requisitos institucionales tales como mecanismos de control de calidad, transparencia y consulta; y,
- Crear capacidad en los departamentos y organismos de medio ambiente para realizar o apoyar la evaluación del impacto normativo.

11.3.2 Otros instrumentos de integración política

Junto con las herramientas de carácter normativo, existen otras para la integración de las políticas, conocidas como las evaluaciones de impacto normativo. Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) se utilizan en todo el mundo, especialmente en grandes proyectos como represas y otras infraestructuras (Morgan 2012). En las últimas dos décadas, estas evaluaciones se han utilizado de forma constante, siendo reconocidas en un gran número de acuerdos internacionales como por ejemplo, el Convenio de Espoo, el Convenio de Ramsar, el Convenio de Aarhus, la CMNUCC, la CNUDM y el Protocolo Ambiental del Tratado Antártico (Protocolo de Madrid).

La evaluación ambiental estratégica (EAE) se elaboró como una extensión de los principios, procedimientos y métodos de la EIA para los más altos niveles de toma de decisiones (Lee y Walsh 1992). Esta se considera como una herramienta capaz de evaluar un conjunto de políticas con objetivos más amplios y dentro de un proceso más sistemático y exhaustivo de evaluación de los impactos ambientales de una política, plan o programa, así como sus alternativas. La EAE es un proceso mediante el cual las consideraciones medio ambientales se integran plenamente en la preparación de planes y programas antes de su adopción final. Dentro de los objetivos de este proceso se encuentra el "proporcionar un alto nivel de protección del medio ambiente y promover el desarrollo sostenible contribuyendo a la integración de las consideraciones ambientales en la preparación y adopción de planes y programas específicos" (United Kingdom Environmental Protection Agency [UK EPA] 2018).

Para la Comisión Europea, el procedimiento de EAE puede resumirse de la siguiente manera: "se elabora un informe ambiental en el que se identifican los probables efectos significativos sobre el medio ambiente y las alternativas razonables del plan o del programa propuesto. Se informa y consulta al público y a las autoridades ambientales sobre el proyecto de borrador del plan o del programa y se procede a la elaboración del informe medio ambiental". En noviembre de 2008 la UE ratificó el Protocolo sobre Evaluación Ambiental Estratégica y mediante la Directiva sobre EAE (Directiva 2001/42/CE) fue incorporado en la legislación de la UE (European Commission 2001).

Los resultados reales sobre la aplicación de las distintas herramientas de integración de políticas, así como los intentos por medir el nivel de integración de estas son pocos, ya que la mayoría de los ejemplos de evaluaciones se realizaron en el contexto europeo. De hecho, en los países en los que la responsabilidad ambiental está poco desarrollada, las herramientas de EIA/SEA pueden tener una eficacia limitada (United Nations Economic Commission for Africa 2005; Kotze y Plessis 2006; Gitari *et al.* 2016).

Entre las pocas excepciones figura el proyecto *Publishing and the Ecology of European Research* (PEER) (Mickwitz *et al.* 2009). Este proyecto evaluó el grado de integración de la política climática en diferentes países europeos, sectores políticos y, en algunos casos, regiones y municipios, basado en la evaluación de cinco criterios, a saber: inclusión, coherencia, ponderación, información y recursos. Este proyecto también analiza las medidas y los medios para aumentar la integración de la política climática y mejorar su coherencia en cada país y en relación con muchas otras políticas, en su mayoría centradas en una o dos, y en algunas regiones y municipios. Con este trabajo se han podido extraer algunas

conclusiones, entre otras, que la reducción de las emisiones se ha convertido en una cuestión política clave y que el cambio climático está, ampliamente, integrado en los programas gubernamentales. Los países seleccionados reconocieron la necesidad de integrar las políticas climáticas si se quieren alcanzar los compromisos más ambiciosos de mitigación del cambio climático.

En cuanto a la integración de políticas, una de las lecciones del PEER es que las ciudades y los municipios también han integrado los objetivos climáticos en sus estrategias y en medidas específicas y sus objetivos son a veces más ambiciosos que los de sus respectivos países. Asimismo, el estudio subraya que la integración efectiva de la política climática requerirá recursos suficientes en forma de conocimientos y dinero. Sin estos recursos, no habrá una posibilidad realista de reconocer realmente los vínculos entre las políticas generales o sectoriales y el cambio climático, ni de encontrar alternativas y aplicarlas. Según el proyecto PEER, dada la gran complejidad de los procesos socioeconómicos que dan lugar a las emisiones de GEI, así como los de adaptación a un clima cambiante, las políticas deben basarse en el aprendizaje.

Por otra parte, el papel cada vez más importante de los agentes no estatales (por ejemplo, ciudades, grupos de la sociedad civil, etc.) en la gobernanza mundial del clima está contribuyendo considerablemente al avance de los esfuerzos de mitigación. El ejemplo del anuncio de los Estados Unidos de retirarse del Acuerdo de París demuestra que la integración de la política climática no es un camino unidireccional, sino que es reversible. Y, aunque el anuncio posiblemente no tuvo efectos adversos en las actividades de las comunidades y empresas estadounidenses para reducir las emisiones de GEI, sigue señalando la necesidad de una institucionalización más sólida.

Otro ejemplo de herramienta de integración de políticas es la evaluación de la UE respecto a su Política Agrícola Común (PAC) comparada con sus políticas energéticas. La PAC se remonta a 1962, siendo una de las políticas más antiguas, cuyo objetivo es apoyar los precios y la seguridad alimentaria. En 2013, las reformas de la PAC situaron el desarrollo sostenible como el objetivo central del programa. Así, la integración de las políticas


© Shutterstock/Sayfakham

evolucionó desde una posición tradicional que suponía que los objetivos agrícolas y ambientales estaban intrínsecamente alineados, hacia un reconocimiento más amplio por la necesidad de una integración explícita de las políticas medio ambientales. Sin embargo, es evidente que las consideraciones sobre el cambio climático están ausentes de las políticas del sector agrícola.

Por el contrario, los esfuerzos de desarrollo de la política energética han introducido consideraciones medio ambientales debido a preocupaciones explícitas de esta naturaleza y, más recientemente, la creciente concientización sobre el cambio climático ha intensificado los esfuerzos para integrar las políticas ambientales y energéticas. El enfoque de integración de las políticas energéticas ha pasado de ser un enfoque de desarrollo sostenible a finales de la década de 1990, a otro en el que la agenda del cambio climático ha acaparado la dimensión ambiental del sector, dando lugar a anomalías visibles como la promoción de la "energía nuclear sostenible" y un eventual énfasis exagerado en la necesidad de los biocombustibles. Esta falta de coherencia entre los distintos ámbitos políticos dificulta la integración de las políticas ambientales y puede dar lugar a instrumentos políticos contradictorios cuando los ámbitos se cruzan, por ejemplo, los biocombustibles en el caso de la energía y la agricultura (Mullally y Dunphy 2015).

Otro ejemplo notable es la iniciativa de Nepal de incluir el cambio climático no solo en las cuestiones medio ambientales, sino como una consideración importante en toda la planificación de desarrollo. El *Climate Public Expenditure and Institutional Review* (Government of Nepal *et al.* 2011) hace un examen tanto de los sistemas de gestión financiero, como de los acuerdos institucionales y de las directrices políticas con el fin de realizar una asignación y destinación de los recursos relacionados con el cambio climático. Este estudio examinó el énfasis inicial que se está dando a la programación del cambio climático dentro de Nepal, reconociendo el papel que desempeñan las comunidades en todo el proceso, incluida la sociedad civil, el sector privado y la ayuda internacional, generándose como conclusiones principales la falta de colaboración institucional y de creación de capacidad para integrar las políticas de los distintos ministerios. Además, la fragmentación de la ejecución presupuestaria frustra la coordinación de los gastos para facilitar y promover mejores productos y resultados, conduciendo a un intento de incorporar los gastos del cambio climático en el plan nacional contable.

Un último ejemplo de IPA está relacionado con el régimen comercial mundial. En 2010, la UE intentó integrar explícitamente las preocupaciones medio ambientales en su estrategia de acuerdos comerciales, con la publicación Comercio, Crecimiento y Asuntos Mundiales, la cual forma parte de la estrategia "Europa 2020" de la UE. En 2012, la UE nuevamente lo volvió a intentar con la Comunicación sobre Comercio, Crecimiento y Desarrollo (Morin, Pauwelyn y Hollway 2017). Sin embargo, tal como lo demuestran las polémicas sobre las recientes negociaciones de acuerdos comerciales con Canadá, Estados Unidos y Japón, su eficacia está en entredicho.

A nivel multilateral, y aunque son pocos los avances hasta ahora, la UE participa activamente en el avance del mandato del párrafo 31 de la Declaración de Doha sobre la liberalización de los bienes y servicios medio ambientales en las sesiones ordinarias y extraordinarias del Comité de Comercio y Medio Ambiente de la Organización Mundial del Comercio (OMC). En 2014, 14 miembros de la OMC (incluida la UE), que representan más del 80% del comercio mundial de bienes medio ambientales, lanzaron la Iniciativa de Bienes Verdes que, como primer paso, pretende eliminar los aranceles de una amplia lista de bienes ecológicos. El objetivo de las negociaciones en curso del Acuerdo sobre Bienes ambientales (EGA, por sus siglas

en inglés) radica en conseguir que los bienes y las tecnologías ambientales de alta calidad estén disponibles a un menor costo.

La UE, por ejemplo, también ha incorporado disposiciones ambientales en los acuerdos comerciales preferenciales bilaterales y regionales en forma de capítulos de Comercio y Desarrollo Sostenible (CDS). Estas disposiciones comprometen, entre otras cosas, a los socios comerciales de la UE a ratificar y aplicar a nivel nacional los principales acuerdos multilaterales sobre medio ambiente y a hacerlos cumplir de forma efectiva. Estos se integran en el proceso de negociación de los acuerdos mediante evaluaciones de impacto sobre la sostenibilidad (EIS), evaluaciones independientes realizadas por consultores externos, pero que se basan en los impulsos de las partes interesadas. Tanto la UE como la sociedad civil supervisan de cerca la aplicación por parte de los socios de las disposiciones ambientales de los CDS. Teniendo en cuenta que estas disposiciones pueden representar un compromiso costoso, los socios pueden exigir que se incluyan disposiciones ambientales similares en sus posteriores acuerdos comerciales con terceros (Milewicz *et al.* 2016). La UE ha establecido de manera unilateral el Sistema de Preferencias Generalizadas (SPG) con el fin de permitir que los países en desarrollo paguen menos derechos de aduana por sus exportaciones a la UE. Mediante el ofrecimiento de preferencias comerciales adicionales, el SPG pretende capacitar a los países vulnerables para que integren los aspectos medio ambientales en sus planes de desarrollo sostenible.

Esta relación entre el comercio y el medio ambiente se hace evidente de otras maneras como, por ejemplo, téngase en cuenta que las políticas medio ambientales pueden impedir algunas formas de comercio no deseadas y las políticas comerciales pueden atenuar políticas ambientales internacionales que, potencialmente, pueden ser más fuertes. Las medidas de política comercial aparecen en una serie de instrumentos ambientales, como las restricciones al comercio de especies animales y vegetales en peligro de extinción, la madera ilegal, la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR), los productos químicos de interés regional o mundial y las sustancias que agotan la capa de ozono. En general, la influencia de las organizaciones no gubernamentales (ONG) medio ambientales y sus preocupaciones sobre las políticas comerciales sigue siendo limitada (Dür y De Bièvre 2007).

En resumen, el IPA y las herramientas asociadas han sido utilizadas por los gobiernos que intentan incluir las preocupaciones ambientales en otras políticas sectoriales de interés. Sin embargo, aún se observan carencias en la evaluación de los resultados e impactos reales de la IPA y persisten importantes retos: la fragmentación institucional, la falta de creación de capacidades, la dificultad de participación de las partes interesadas e incluso la integración con otras cuestiones ambientales que van más allá del cambio climático.

11.3.3 Co-beneficios: conclusiones sobre los impactos de las políticas ambientales en el crecimiento económico, la innovación y el empleo

Un argumento importante a favor de la IPA son los co-beneficios económicos y sociales que pueden esperarse o demostrarse como resultado de la implementación de las políticas ambientales. Entre ellos se encuentran el crecimiento económico adicional derivado de la innovación, el ahorro derivado de un uso más eficiente de los recursos naturales y la prevención de los costos provenientes de los daños ambientales. Sin embargo, el concepto de co-beneficios es cuestionado porque en su mayoría ignora los aspectos políticos y aquellos relacionados con el diálogo "Norte-Sur" (Mayrhofer y Gupta 2016).

Más concretamente, las políticas que integran los aspectos ambientales en sectores económicos de importancia se benefician de las sinergias y promueven el crecimiento a largo plazo al mitigar la escasez. En este sentido, si se destina un 2% del producto interno bruto (PIB) mundial en inversiones verdes o ecológicas se estima que generaría un crecimiento a largo plazo durante el periodo 2011-2050 que podría ser al menos tan alto como el contemplado en un escenario optimista de continuidad, a la vez que se minimizarían los impactos adversos del cambio climático, la escasez de agua y la pérdida de servicios ecosistémicos (United Nations Environment Programme [UNEP] 2011).

Así, las políticas bien elaboradas que integran las preocupaciones ambientales pueden, en muchos casos, promover la innovación, especialmente la tecnológica, pero también la política y la institucional (Ambec y Barla 2002; Ambec *et al.* 2013). Lo anterior se basa en las siguientes hipótesis (Porter y van der Linde 1995, p.99-100, citado en Ambec *et al.* 2013):

- "...[L]a regulación advierte a las empresas sobre probables ineficiencias de recursos y potenciales mejoras tecnológicas".
- "... [L]a regulación centrada en la recopilación de información puede lograr importantes beneficios gracias a una mayor concientización de las empresas".
- "... [L]a regulación reduce la incertidumbre sobre la utilidad de las inversiones en materia ambiental".
- "... [L]a regulación genera una presión que motiva la innovación y el progreso".
- "... [L]a regulación nivela el campo de juego de la transición. Durante el periodo de transición a aquel de las soluciones basadas en la innovación, la regulación garantiza que una empresa, de forma oportunista, pueda ganar terreno al evitar las inversiones ambientales".

En este contexto, se cree que instrumentos flexibles y de mercado, como los impuestos ambientales y la comercialización de las emisiones, favorecen más ampliamente la innovación al permitir que las empresas determinen las mejores formas de cumplir con la normativa (Ambec *et al.* 2013). Además, existe una tendencia creciente al exceso de cumplimiento por parte de las empresas que buscan obtener una ventaja competitiva y/o mantener su licencia social para operar (Ford, Steen y Verreyne 2014). Los instrumentos de mercado son, por tanto, esenciales para poner en marcha el proceso de economía verde basado en la eficiencia (EEA 2014). No obstante, un enfoque de economía ecológica y los instrumentos basados en el mercado que se centran en la eficiencia suelen ser criticados por no tener en cuenta la equidad social, por ejemplo, por tener efectos distributivos que perjudican a las personas de escasos recursos.

Las políticas ambientales también pueden tener un impacto positivo en el empleo, especialmente, en el contexto de aquellas actividades económicas que integran dicha dimensión como, por ejemplo, las energías renovables, la construcción, el transporte, la agricultura, la silvicultura y el reciclaje y la gestión de residuos (UNEP 2011; OECD 2017). Por ejemplo, en 2016 se estimó que el sector de las energías renovables fue responsable de 8,1 millones de puestos de trabajo a nivel mundial, convirtiéndolo así en una fuente importante de empleo. Las proyecciones indican que esta cifra podría alcanzar hasta 20 millones de puestos de trabajo para 2030: 2,1 millones de empleos en la producción de energía eólica; 6,3 millones en la energía solar fotovoltaica; y, 12 millones en la agricultura y la industria relacionada con biocombustibles (OECD 2017). Se prevé que otros sectores, como la agricultura, la construcción, la silvicultura y el transporte, experimentarán un crecimiento del empleo a corto, medio y largo plazo superando así los escenarios comparables de continuidad, como resultado de una economía más eficiente en recursos y baja en carbono

(UNEP 2011). Por ejemplo, se prevé que China, que lidera el empleo mundial en energías renovables, genere al menos 4,5 millones de puestos de trabajo como resultado de la ecologización en sectores como el transporte y la silvicultura (Pan, Ma y Zhang 2011). Otros estudios, que tienen en cuenta las posibles pérdidas en otros sectores y que calculan los efectos netos de los puestos de trabajo creados a partir de las políticas ambientales, son menos optimistas, pero los datos generales sugieren que los efectos netos no son, por lo menos, negativos (Telli *et al.* 2008; Lin y Jiang 2011; Willenbockel 2011; Jacob, Quitzow y Bär 2015).

11.4 Eficacia de la gobernanza internacional y multinivel

11.4.1 Desafíos conceptuales permanentes de la eficacia institucional

Por supuesto, el correcto encuadramiento de un problema ambiental y un buen diseño de las políticas solo forma parte del análisis sobre la eficacia de estas (como se muestra en la **Figura 11.2** del ciclo de las políticas). Se necesitan instituciones eficaces para diseñar, integrar y aplicar una política ambiental exitosa, así como también hay varios retos importantes a la hora de concebir la eficacia institucional. Uno de ellos es separar el concepto de efectividad de otros conceptos adyacentes, como el cumplimiento y la aplicación (Chayes y Chayes, 1993). Esto es importante porque una institución puede observar un cumplimiento regular por parte de los participantes, sin estar siendo eficaz en lo absoluto. El cumplimiento formal hacia un instrumento regulador es un ejemplo de eficacia de primer orden, ya que aborda el problema identificado, pero no necesariamente las cuestiones de segundo y tercer orden (otros impactos y efectos secundarios).

Si una institución se basa en la participación voluntaria para resolver un problema ambiental (como suele ocurrir a nivel internacional), los participantes pueden estar predispuestos a cumplir (o no) con la institución debido a que las razones que los motivan son las mismas que lo hicieron para unirse a dicha institución en un comienzo. Así, algunas instituciones pueden no cambiar tanto su comportamiento hasta tanto no identificar a aquellos que no están dispuestos a cumplir en primer lugar (Downs, Rocke y Barsoom 1996; Von Stein 2005; Simmons 2010). En este caso, las alianzas y las asociaciones pueden ofrecer oportunidades para que la presión de los pares supere las reticencias institucionales. La gobernanza híbrida, es decir, la combinación de diferentes modos e instrumentos de gobernanza, puede contribuir al fortalecimiento mutuo (por ejemplo, bases de información y enfoques normativos), como se ha demostrado en el caso del reglamento europeo sobre productos químicos, *REACH* (Hey *et al.* 2007).

Otra cuestión es separar la eficacia del rendimiento (Gutner y Thompson 2010). En relación con la biodiversidad, Le Prestre (2002) distingue entre los usos de la eficacia en la resolución de problemas (véase también Young 2011), la consecución de objetivos, la implementación, el cumplimiento, el cambio de comportamiento, la cooperación y las ganancias normativas (justicia).

Para medir la eficacia institucional se han propuesto diferentes enfoques, que incluyen métodos cualitativos y cuantitativos. Por ejemplo, la solución de Oslo-Potsdam (Hovi, Sprinz y Underdal, 2003) propone un enfoque analítico en el que la eficacia institucional se mide en relación con un régimen contrafáctico, es decir, qué ocurriría si no existiera una institución responsable y un óptimo colectivo derivado analíticamente. Este enfoque ha sido cuestionado, por ejemplo por no proponer una línea de base consistente (Young 2003). Una alternativa común es un enfoque que se basa en un modelo estadístico bien especificado a fin de captar el escenario contrario al establecido, ofreciendo una estimación respecto a un "efecto de las instituciones", y controlando otros efectos plausibles sobre la variable de comportamiento de interés (Bernauer 1995).

11.4.2 Determinantes de la eficacia institucional

Lo importante para fortalecer las instituciones ambientales internacionales existentes y/o crear otras nuevas, es la comprensión de la eficacia de las mismas (Young 2011). En los debates internacionales sobre política ambiental cada vez resulta más importante el papel de los actores no estatales, como los gobiernos locales, las ciudades y las organizaciones de la sociedad civil (Nasiritousi *et al.* 2016). En ausencia de apoyo de los gobiernos nacionales a los objetivos ambientales acordados internacionalmente, los estados y las ciudades individuales pueden forjar sus propias agendas de implementación, como en el Acuerdo de París.

Uno de los principales determinantes de la eficacia institucional es la estructura del problema que la institución trata de abordar (Mitchell y Keilbach 2001). Estos factores coyunturales incluyen los problemas de distribución y aplicación, así como diversos tipos de incertidumbre (Koremenos, Lipson y Snidal 2001). También es importante que los actores reconozcan que existe un problema (Mitchell 2009; Breitmeier, Underdal y Young 2011) y le brinden el liderazgo ambiental necesario (Sprinz y Vaahtoranta 1994).

A continuación, se encuentran los actores específicos implicados en el problema político. En algunos casos, el apoyo de un actor poderoso puede ser importante para el éxito institucional; sin embargo, no es una condición necesaria (Young 2011). Algunas instituciones dependen de una poderosa coalición de actores dispuestos a establecer y dirigir una institución eficaz (Sebenius 1991). Sin embargo, estos "impulsores" pueden verse frustrados por los "holgazanes" (Sprinz y Vaahtoranta 1994; Haas, Keohane y Levy 1993), pues a menudo, en negociaciones de cierta complejidad, los niveles más bajos de ambición que pueden ser aceptados por todos se convierten en una barrera importante para el progreso (Underdal 1983).

Un mecanismo importante para la eficacia de las instituciones internacionales es la influencia nacional, dado que, mediante la provisión de recursos de información, las instituciones internacionales pueden inducir el cambio de las políticas nacionales a través de los constituyentes domésticos que se ven empoderados gracias a la información proporcionada por estos recursos (Dai 2005).

Otro factor determinante es el diseño institucional. Young (2011) sostiene que el diseño suele ser más importante que la estructura del problema a la hora de determinar la eficacia de una institución. El nivel de profundización y densidad de las normas del régimen es importante (Breitmeier, Underdal y Young 2011). Más aún, las instituciones con "mayor profundidad" no necesariamente ahuyentan a los participantes potenciales (Bernauer *et al.* 2013). Es más, muchos actores se sienten atraídos por las instituciones que prometen resultados (Hollway y Koskinen 2016).

Sin embargo, los efectos que tiene el diseño de una institución van más allá de lo estrictamente normativo (Young 2011), especialmente cuando se trata de organizaciones internacionales. El diseño de una organización puede promover ciertas culturas institucionales y permitir que esa organización desempeñe un papel en el establecimiento de varios actores de gobernanza activos en un área temática, como la gobernanza privada o la gobernanza público-privada (Abbott y Snidal 2010; Andonova 2017).

Otras consideraciones de interés "vanguardista" pueden ser de gran interés para los responsables políticos. Entre ellas se encuentran: (i) la profunda estructura de la sociedad internacional en la que están inmersas las instituciones ambientales, y la necesidad de alinear el régimen con esta estructura, en particular, la estructura de poder y de sus normativas; y (ii) la naturaleza no lineal de las interacciones humanas con el medio ambiente (Young 2011).

11.4.3 Interacción vertical y horizontal en la gobernanza multinivel

Las instituciones ambientales internacionales no solo interactúan entre sí, sino con instituciones de otros ámbitos políticos como el comercial, el energético y el financiero (Stokke 2001; Gehring y Oberthür 2008; Oberthür 2009; Oberthür y Stokke 2011). En general, los MEA respaldan la toma de decisiones ambientales a nivel nacional; sin embargo, la coherencia y la interacción siguen siendo un desafío. La interacción institucional puede distinguirse en términos de interacción horizontal (es decir, entre organismos del mismo nivel) y vertical (es decir, desde el nivel internacional hasta el de los gobiernos locales) (Young 2002; Young 2006). También puede distinguirse en términos de interacciones funcionales, cuando los problemas abordados por dos o más instituciones están vinculados en términos espaciales, biogeofísicos o socioeconómicos. En este caso, el funcionamiento de una institución influye directamente en la efectividad de otra (Adger, Brown y Tompkins 2005; Young 2002; Young 2006). La interacción también puede verse influida por los vínculos políticos, cuando los actores crean vínculos entre las instituciones para promover objetivos individuales o colectivos (Young 2002; Young 2006). También abre opciones para la búsqueda de foros es decir, tratar de encontrar un acuerdo institucional que proporcione el máximo beneficio a un individuo o colectivo (Gehring y Oberthür 2009).

La interacción es probable que produzca tensiones entre las instituciones. Sin embargo, es igualmente probable que dé lugar a una interacción positiva o a una sinergia. En caso de tensiones, estas pueden resolverse mediante negociaciones encaminadas a alcanzar compromisos que garanticen que las instituciones implicadas puedan operar sin afectar de forma desproporcionada su capacidad para abordar los problemas que se les han encomendado (Young 2011). La noción de interacción puede proporcionar puntos de entrada relevantes para los esfuerzos destinados a mejorar la integración horizontal y vertical.

Dado que los 17 ODS están pensados para ser plenamente integrados y universales, varios países están lidiando con la tarea de concebir los acuerdos institucionales más eficaces para abordar la integración vertical y horizontal deseada. La síntesis realizada en 2017 de los Informes Nacionales Voluntarios presentados hasta la fecha puso de manifiesto que solo un tercio de los países estaban abordando todos los ODS (United Nations 2017), aunque casi todos habían puesto en marcha algunos acuerdos institucionales pertinentes.

Algunos ejemplos de enfoques institucionales para la integración horizontal son los siguientes:

- Mongolia creó inicialmente un Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Verde, recientemente modificado como el Ministerio de Medio Ambiente y Turismo. Este Ministerio preside un comité de coordinación para el desarrollo verde.
- Sri Lanka ha puesto la responsabilidad de los ODS a cargo de la Oficina del Presidente, quien está encargado de presidir el Consejo Nacional de Desarrollo Sostenible.
- Afganistán cuenta con un Alto Consejo de Ministros que ahora supervisa la nacionalización de los ODS y la asignación de presupuestos en función de las metas e indicadores.
- Costa Rica estableció un Consejo de Alto Nivel de los ODS, presidido, conjuntamente, por el Presidente y tres ministros principales.
- Nigeria estableció un Comité Presidencial para los ODS y creó la posición de Asistente Especial Senior del Presidente para los ODS.
- Bangladesh creó un comité inter-ministerial de seguimiento y aplicación de los ODS, en el que participan 21 ministerios.
- Belarús cuenta con un Coordinador Nacional para la Realización de los ODS, que preside el Consejo Nacional para el Desarrollo Sostenible y que está compuesto por 30 organismos.
- Botsuana cuenta con un Comité Directivo Nacional que incluye a las Naciones Unidas y a todos los grupos interesados.
- La República Checa cuenta con un Consejo Gubernamental para el Desarrollo Sostenible, que incluye nueve comités temáticos.
- Japón creó la Sede de Promoción de los ODS como un organismo a nivel de gabinete dirigido por el Primer Ministro.
- Dinamarca cuenta con un grupo de trabajo inter-ministerial sobre los ODS coordinado por el Ministerio de Finanzas.

Algunos ejemplos de integración vertical son los siguientes:

- La Comisión Nacional para los ODS de Brasil está conformada por 27 representantes de los gobiernos federal, estatal, distrital y municipal, y de la sociedad civil.
- La Conferencia Inter-ministerial para el Desarrollo Sostenible de Bélgica está conformada por ministros federales, regionales y comunitarios responsables del desarrollo sostenible.
- La India creó la Institución Nacional para la Transformación de la India, presidida por el Primer Ministro.
- La Autoridad del Gobierno Local de las Maldivas ha alineado su plan de desarrollo quinquenal, ejecutado por los consejos insulares, con los ODS.
- Etiopía cuenta con un Plan de Crecimiento y Transformación para la aplicación de los ODS y con informes anuales de una Comisión Permanente del Parlamento.

Entre otros, Afganistán, Argentina, Bangladesh, Belice, Benín, Botsuana, Brasil, Chile, Costa Rica, la República Checa, Honduras, Kenia, Malasia, Maldivas, Nepal, Perú, Tailandia y Zimbabue han incorporado explícitamente la participación de las partes interesadas en sus acuerdos institucionales sobre los ODS.

Dada esta amplia gama de acuerdos institucionales, una pregunta que resulta pertinente es si las lecciones aprendidas de los previos esfuerzos de integración institucional se han aprendido e incorporado a los enfoques actuales. Esto debería hacerse más evidente a medida que más países presenten sus Informes Nacionales Voluntarios al Foro Político de Alto Nivel sobre Desarrollo Sostenible.

Los Consejos Nacionales para el Desarrollo Sostenible (CNDS), una forma previa de integración horizontal, se pusieron de moda a raíz de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 y fueron reforzados con la Cumbre de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible de 2002. Sus formas, funciones y eficacia varían considerablemente según cada país (Osbourn, Cornforth y Ullah 2014). Tras algunos avances en la implementación del Plan de Implementación de Johannesburgo, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible de 2012 (Río+20) puso en marcha el proceso que condujo a los ODS (también llamados Agenda de Desarrollo Post-2015).

Para contribuir a este proceso, la Red Mundial de Consejos Nacionales para el Desarrollo Sostenible y otros organismos similares revisaron 25 años de intentos de integración, con el fin de extraer buenas prácticas y factores de éxito (Osborn, Cornforth y Ullah 2014). La Red Mundial y los gobiernos locales responsables

de los planes de la Agenda 21 Local también ilustran la importancia de la integración vertical.

Al igual que muchos ministerios de medio ambiente, muchos CNDS tuvieron dificultades para que sus recomendaciones fueran aceptadas, por lo que a menudo recurrieron a la difusión de recomendaciones clave a través de canales de comunicación no tradicionales. Una relación suficientemente distanciada de la burocracia gubernamental habitual puede facilitar estos mecanismos de comunicación no tradicionales y la capacidad de llegar a un grupo más amplio de interesados.

La composición de los CNDS suele reflejar el contexto político nacional, sin que se haya establecido una preferencia clara. Al contar solo con organismos gubernamentales como miembros, existe un mayor riesgo de que se vean influenciados por intereses políticos y, posiblemente, se creen niveles de exigencia más bajos. Los consejos de composición mixta tienen dificultades para evitar el predominio de los puntos de vista del gobierno y para mantenerse al tanto del panorama general. Los consejos dominados por ONG y otros miembros ajenos al gobierno tuvieron dificultades para influir en los responsables de la toma de decisiones y a menudo tuvieron problemas de financiación a largo plazo. Sin embargo, un factor clave en el éxito de los CNDS ha sido el estatus y el compromiso del presidente, junto con un presidente o copresidente independiente, que parece ofrecer los mejores resultados.

A pesar de los inconvenientes mencionados, se ha llegado a la siguiente conclusión: "Allí donde existan los CNDS, hay que nutrirlos. Donde no existan, debe estudiarse detenidamente su creación. En los casos en que se hayan interrumpido por razones esencialmente coyunturales, debería considerarse su restablecimiento, posiblemente en un nuevo formato" (Osborn, Cornforth y Ullah 2014).

11.5 Conclusiones

Nunca se insistirá lo suficiente en la importancia de un buen diseño en materia de políticas. Algunos elementos comunes son:

i. establecer una visión a largo plazo y evitar las decisiones políticas que surgen de momentos de crisis, mediante procesos de diseño inclusivos y participativos;
ii. establecer una línea de base, objetivos cuantificados e hitos;
iii. realizar análisis *ex ante* y *ex post* del costo-beneficio o costo-eficacia para garantizar que los fondos públicos se utilizan de la manera más eficiente y eficaz;
iv. establecer regímenes de seguimiento durante la ejecución, preferiblemente con la participación de las partes interesadas; y,
v. realizar una evaluación posterior a la intervención de los resultados e impactos de la política para cerrar el círculo y mejorar el diseño de la política a futuro (Mickwitz *et al.* 2009, p.12).

También hay que centrarse en garantizar que las disposiciones reglamentarias y los instrumentos y herramientas políticas tengan en cuenta las condiciones locales. La necesidad de un diseño adecuado se aplica también a los regímenes internacionales (Young 2011). La complejidad del diseño de las políticas aumenta cuando se requiere una combinación efectiva de políticas, a menudo en áreas bajo el control de diferentes prioridades sectoriales. La coherencia de las políticas y la integración de las políticas ambientales son consideraciones fundamentales para garantizar que las políticas sean sinérgicas y no se perjudiquen mutuamente. La eficacia institucional suele surgir de acuerdos de colaboración y participación que implican una integración tanto horizontal como vertical.

La difusión de las políticas es generalmente positiva, pero puede ser mal utilizada si: (i) la política adoptada no es realmente eficaz en el nuevo contexto; y (ii) la transferibilidad de la política se da por supuesta y no se pone a prueba en condiciones diferentes. Aunque es de naturaleza humana querer copiar, no hay nada que sustituya a una política basada en hechos.

Referencias

Abbott, K.W. and Snidal, D. (2010). International regulation without international government: Improving IO performance through orchestration. *The Review of International Organizations* 5(3), 315-344. https://doi.org/10.1007/s11558-010-9092-3.

Adelle, C., Jordan, A., Turnpenny, J., Bartke, S., Bournaris, T., Kuittinen, H. *et al.* (2011). *Impact Assessment Practices in Europe.* Berlin: LIAISE Innovation. https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/18658/LIAISE_innovation_report_n02.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Adelle, C., Macrae, D., Marusic, A. y Naru, F. (2015). New development: Regulatory impact assessment in developing countries—tales from the road to good governance. *Public Money & Management* 35(3), 233-238. https://doi.org/10.1080/09540962.2015.1027500.

Adelle, C. y Weiland, S. (2012). Policy assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal* 30(1), 25-33. https://doi.org/10.1080/14615517.2012.663256.

Adelle, C., Weiland, S., Dick, J., Olivo, D.G., Marquardt, J., Rots, G. *et al.* (2016). Regulatory impact assessment: A survey of selected developing and emerging economies. *Public Money & Management* 36(2), 89-96. https://doi.org/10.1080/09540962.2016.1118930.

Adger, W.N., Brown, K. y Tompkins, E.L. (2005). The political economy of cross-scale networks in resource co-management. *Ecology and Society* 10(2). https://doi.org/10.5751/ES-01465-100209.

Alizada, K. (2017). *Diffusion of Renewable Energy Policies.* Doctor of Philosophy (PhD), Old Dominion University https://digitalcommons.odu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1015&context=gpis_etds

Ambec, S. y Barla, P. (2002). A theoretical foundation of the Porter hypothesis. *Economics Letters* 75(3), 355-360. https://doi.org/10.1016/s0165-1765(02)00005-8.

Ambec, S., Cohen, M.A., Elgie, S. y Lanoie, P. (2013). The Porter Hypothesis at 20: Can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? *Review of Environmental Economics and Policy* 7(1), 2-22. https://doi.org/10.1093/reep/res016.

Andonova, L.B. (2017). *Governance Entrepreneurs: International Organizations and the Rise of Global Public-Private Partnerships.* New York, NY: Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/governance-entrepreneurs/70BCBC8857B11FB1593A6767993AC62B.

Bäcklund, A.-K. (2009). Impact assessment in the European Commission- a system with multiple objectives. *Environmental Science & Policy* 12(8), 1077-1087. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.04.003.

Baumgartner, F.R. y Jones, B.D. (2009). *Agendas and Instability in American Politics. 2nd* edn. American Politics and Political Economy Series. Chicago, IL: The University of Chicago Press. http://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/A/bo6763995.html.

Bernauer, T. (1995). The effect of international environmental institutions: How we might learn more. *International Organization* 49(2), 351-377. https://doi.org/10.1017/s0020818300028423.

Bernauer, T., Kalbhenn, A., Koubi, V. y Spilker, G. (2013). Is there a "Depth versus Participation" dilemma in international cooperation? *The Review of International Organizations* 8(4), 477-497. https:// doi.org/10.1007/s11558-013-9165-1.

Biesenbender, S. y Tosun, J. (2014). Domestic politics and the diffusion of international policy innovations: How does accommodation happen? *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 29, 424-433. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.001.

Breitmeier, H., Underdal, A. y Young, O.R. (2011). The effectiveness of international environmental regimes: Comparing and contrasting findings from quantitative research. *International Studies Review* 13(4), 579-605. https://doi.org/10.1111/j.1468-2486.2011.01045.x.

Calliess, C. (2001). *Rechtsstaat und Umweltstaat: Zugleich ein Beitrag zur Grundrechtsdogmatik im Rahmen mehrpoliger Verfassungsverhältnisse.* Tübingen: Mohr Siebeck. https://www.mohr.de/buch/rechtsstaat-und-umweltstaat-9783161475788.

Capano, G. y Howlett, M. (2009). Introduction: The determinants of policy change: Advancing the debate. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice* 11(1), 1-5. https://doi.org/10.1080/13876980802648227.

Cass, L. (2005). Norm entrapment and preference change: The evolution of the European Union position on international emissions trading. *Global Environmental Politics* 5(2), 38-60. https://doi.org/10.1162/1526380054127736.

Chayes, A. y Chayes, A.H. (1993). On compliance. *International Organization* 47(2), 175-205. https://doi.org/10.1017/S0020818300027910.

Colgan, J.D., Keohane, R.O. y Van de Graaf, T. (2012). Punctuated equilibrium in the energy regime complex. *Review of International Organizations* 7(2), 117-143. https://doi.org/10.1007/s11558-011-9130-9.

Dai, X. (2005). Why comply? The domestic constituency mechanism. *International Organization* 59(2), 363-398. https://doi.org/10.1017/s0020818305050125.

Daugbjerg, C. (2003). Policy feedback and paradigm shift in EU agricultural policy: The effects of the MacSharry reform on future reform. *Journal of European Public Policy* 10(3), 421-437. https://doi.org/10.1080/1350176032000085388.

De Francesco, F. (2012). Diffusion of regulatory impact analysis among OECD and EU member states.

Comparative Political Studies 45(10), 1277-1305. https://doi.org/10.1177/0010414011434297.

Di Gregorio, M., Nurrochmat, D.R., Paavola, J., Sari, I.M., Fatorelli, L., Pramova, E. *et al.* (2017). Climate policy integration in the land use sector: Mitigation, adaptation and sustainable development linkages. *Environmental Science & Policy* 67, 35-43. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.11.004.

Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the Assessment of the Effects of Certain Plans and Programmes on the Environment, 2001. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0042&from=EN.

Downs, G.W., Rocke, D.M. y Barsoom, P.N. (1996). Is the good news about compliance good news about cooperation? *International Organization* 50(3), 379-406. https://doi.org/10.1017/S0020818300033427.

Dür, A. y De Bièvre, D. (2007). Inclusion without influence? NGOs in European trade policy. *Journal of Public Policy* 27(1), 79-101. https://doi.org/10.1017/S0143814X0700061X.

Eckersley, R. (2005). *The Green State: Rethinking Democracy and Sovereignty.* Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/green-state.

Egger, C., Priewasser, R., Rumpl, J., Gignac, M., European Federation of Agencies and Regions for Energy and the Environment, European Council for an Energy Efficient Economy and Energy Cities (2015). *Survey Report 2015: Progress in Energy Efficiency Policies in the EU Member States - The Experts Perspective: Findings from the Energy Efficiency Watch Project.* Linz: OÖ Energiesparverband. http://www.energy-efficiency-watch.org/fileadmin/eew_documents/EEW3/Survey_Summary_EEW3/EEW3-Survey-Report-fin.pdf.

Espinosa, C., Pregernig, M. y Fischer, C. (2017). *Narrative und Diskurse in der Umweltpolitik: Möglichkeiten und Grenzen ihrer strategischen Nutzung.* Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-09-27_texte_86-2017_narrative_0.pdf.

European Commission (2010). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Smart Regulation in the European Union* Brussels. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0543&from=EN.

European Environment Agency (2001). *Reporting on Environmental Measures: Are we Being Effective?* Environmental Issue Report. Copenhagen: European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/publications/rem/issue25.pdf.

European Environment Agency (2006). *Policy Effectiveness Evaluation: The Effectiveness of Urban Wastewater Treatment and Packaging Waste Management Systems.* Copenhagen K, Denmark. https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7c46337b-cfd7-4a13-8c83-082bcd5f2d13.

European Environment Agency (2014). *Resource-Efficient Green Economy and EU Policies.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/resourceefficient-green-economy-and-eu/at_download/file.

Falkner, R. (2016). The Paris Agreement and the new logic of international climate politics. *International Affairs* 92(5), 1107-1125. https://doi.org/10.1111/1468-2346.12708.

Flanagan, K., Uyarra, E. y Laranja, M. (2011). Reconceptualising the 'policy mix' for innovation. *Research Policy* 40(5), 702-713. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.005.

Ford, J.A., Steen, J. y Verreynne, M.-L. (2014). How environmental regulations affect innovation in the Australian oil and gas industry: Going beyond the Porter Hypothesis. *Journal of Cleaner Production* 84, 204-213. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.062.

Gehring, T. y Oberthür, S. (2009). The causal mechanisms of interaction between international institutions. *European Journal of International Relations* 15(1), 125–156. https://doi.org/10.1177/1354066108100055.

Gitari, E., Kahumbu, P., Jayanathan, S., Karani, J., Maranga, W., Muliro, N. *et al.* (2016). *Outcome of Court Trials in the First Two Years of Implementation of the Wildlife Conservation and Management Act, 2013: Courtroom Monitoring Report, 2014 and 2015.* Nairobi, Kenya: Wildlife Direct. https://wildlifedirect.org/wp-content/uploads/2017/03/WildlifeDirect-Courtroom-Monitoring-Report1.pdf.

Government of Nepal, National Planning Commission, United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme and Capacity Development for Development Effectiveness Facility for Asia Pacific (2011). *Nepal Climate Public Expenditure and Institutional Review.* Kathmandu: National Planning Commission, Government of Nepal. https://www.climatefinance-developmenteffectiveness.org/sites/default/files/documents/05_02_15/Nepal_CPEIR_Report_2011.pdf.

Graham, E.R., Shipan, C.R. y Volden, C. (2013). The diffusion of policy diffusion research in political science. *British Journal of Political Science* 43(3), 673-701. https://doi.org/10.1017/s0007123412000415.

Gray, W.B. y Shimshack, J.P. (2011). The effectiveness of environmental monitoring and enforcement: A review of the empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy* 5(1),3-24. https://doi.org/10.1093/reep/req017.

Gutner, T. y Thompson, A. (2010). The politics of IO performance: A framework. *The Review of International Organizations* 5(3), 227-248. https://doi.org/10.1007/s11558-010-9096-z.

Haas, P.M., Keohane, R.O. y Levy, M.A. (eds.) (1993). *Institutions for the Earth: Sources of Effective International Environmental Protection.* Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/institutions-earth.

Heichel, S., Holzinger, K., Sommerer, T., Liefferink, D., Pape, J. y Veenman, S. (2008). Research design, variables and data. En *Environmental Policy Convergence in Europe: The Impact of International Institutions and Trade.* Holzinger, K., Knill, C. y Arts, B. (eds.). Cambridge, MA: Cambridge University Press. chapter 4. 64-97. https://www.cambridge.org/core/books/environmental-policy-convergence-in-europe/research-design-variables-and-data/F6DB3BADF226FC81481C102CD4CEA471

Hertin, J., Jacob, K., Pesch, U. y Pacchi, C. (2009). The production and use of knowledge in regulatory impact assessment – An empirical analysis. *Forest Policy and Economics* 11(5-6), 413-421. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2009.01.004.

Hey, C., Jacob, K. y Volkery, A. (2007). Better regulation by new governance hybrids? Governance models and the reform of European chemicals policy. *Journal of Cleaner Production* 15(18), 1859-1874. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.11.001.

Hildén, M., Jordan, A. y Rayner, T. (2014). Climate policy innovation: Developing an evaluation perspective. *Environmental Politics* 23(5), 884-905. https://doi.org/10.1080/09644016.2014.924205.

Hollway, J. y Koskinen, J. (2016). Multilevel bilateralism and multilateralism: States' bilateral and multilateral fisheries treaties and their secretariats. En *Multilevel Network Analysis for the Social Sciences.* Lazega, E. y Snijders, T.A.B. (eds.). Cham: Springer. 315-332. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-24520-1_13

Holzinger, K., Knill, C. y Sommerer, T. (2011). Is there convergence of national environmental policies? An analysis of policy outputs in 24 OECD countries. *Environmental Politics* 20(1), 20-41. https://doi.org/10.1080/09644016.2011.538163.

Hood, C. (2011). *Summing Up the Parts: Combining Policy Instruments for Least-Cost Climate Mitigation Strategies.* International Energy Agency Information Paper. Paris: International Energy Agency. www.iea.org/publications/freepublications/publication/Summing_Up.pdf.

Hovi, J., Sprinz, D.F. y Underdal, A. (2003). The Oslo-Potsdam solution to measuring regime effectiveness: Critique, response, and the road ahead. *Global Environmental Politics* 3(3), 74-96. https://doi.org/10.1162/152638003322469286.

Howlett, M. (2014). Why are policy innovations rare and so often negative? Blame avoidance and problem denial in climate change policy-making. *Global Environmental Change* 29, 395-403. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.12.009.

Howlett, M. y Cashore, B. (2009). The dependent variable problem in the study of policy change: Understanding policy change as a methodological problem. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice* 11(1), 33-46. https://doi.org/10.1080/13876980802648144.

Howlett, M. y del Rio, P. (2015). The parameters of policy portfolios: Verticality and horizontality in design spaces and their consequences for policy mix formulation. *Environment and Planning C: Government and Policy* 33(5), 1233-1245. https://doi.org/10.1177/0263774x15610059.

Howlett, M. y Lejano, R.P. (2013). Tales from the crypt: The rise and fall (and rebirth?) of policy design. *Administration & Society* 45(3), 357-381. https://doi.org/10.1177/0095399712459725

Howlett, M. y Rayner, J. (2013). Patching vs packaging in policy formulation: Assessing policy portfolio design. *Politics and Governance* 1(2), 170. https://doi.org/10.17645/pag.v1i2.95.

Interwies, E., Görlach, B. y Newcombe, J. (2007). Evaluating the cost-effectiveness of environmental policies: Theoretical aspirations and lessons from European practice for global governance. *Amsterdam Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change*. Amsterdam, 24-26 May 2007. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.6369&rep=rep1&type=pdf

Jabbour, J., Keita-Ouane, F., Hunsberger, C., Sánchez-Rodríguez, R., Gilruth, P., Patel, N. *et al*. (2012). Internationally agreed environmental goals: A critical evaluation of progress. *Environmental Development* 3, 5-24. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2012.05.002.

Jacob, K., Quitzow, R. y Bär, H. (2015). *Green Jobs: Impacts of a Green Economy on Employment*. Berlin: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. http://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/Jacob,%20Quitzow,%20B%C3%A4r%202014%20Green%20Jobs_ENGLISH.pdf.

Jacob, K., Volkery, A. y Lenschow, A. (2008). Instruments for environmental policy integration in 30 ECD countries. En *Innovation in Environmental Policy? Integrating the Environment for Sustainability*. A. Jordan y A. Lenschow (eds.). Cheltenham: Edward Elgar Publishing. chapter 2. 24–46. https://www.elgaronline.com/view/9781847204905.00013.xml

Jacob, K., Weiland, S., Ferretti, J., Wascher, D. y Chodorowska, D. (2011). *Integrating the Environment in Regulatory Impact Assessments*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/Integrating%20RIA%20in%20Decision%20Making.pdf.

Jänicke, M. (2007). Umweltstaat – eine neue Basisfunktion des Regierens. Umweltintegration am Beispiel Deutschlands. En *Politik und Umwelt*. Jacob, K., Biermann, F., Busch, P.-O. y Feindt, P.H. (eds.). 342-259. http://www.polsoz.fu-berlin.de/polwiss/forschung/systeme/ffu/aktuelle-publikationen/martin_jaenicke 2007_d/index.html

Jordan, A. y Huitema, D. (2014a). Innovations in climate policy: The politics of invention, diffusion, and evaluation. *Environmental Politics* 23(5), 715-734. https://doi.org/10.1080/09644016.2014.923614.

Jordan, A. y Huitema, D. (2014b). Policy innovation in a changing climate: Sources, patterns and effects. *Global Environmental Change* 29, 387-394. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.09.005.

Jordan, A. y Lenschow, A. (2010). Environmental policy integration: A state of the art review. *Environmental Policy and Governance* 20(3), 147-158. https://doi.org/10.1002/eet.539.

Jordan, A. y Matt, E. (2014). Designing policies that intentionally stick: Policy feedback in a changing climate. *Policy Sciences* 47(3), 227-247. https://doi.org/10.1007/s11077-014-9201-x.

Kemp, R. y Pontoglio, S. (2011). The innovation effects of environmental policy instruments — A typical case of the blind men and the elephant? *Ecological Economics* 72, 28-36. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.014.

Kern, F., Kivimaa, P. y Martiskainen, M. (2017). Policy packaging or policy patching? The development of complex energy efficiency policy mixes. *Energy Research & Social Science* 23, 11-25. https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.11.002.

Kloepfer, M. (1989). Der begriff umweltstaat. En *Umweltstaat*. Kloepfer, M. (ed.). Berlin: Springer. 43-44. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-95596-9_6

Knill, C., Schulze, K. y Tosun, J. (2012). Regulatory policy outputs and impacts: Exploring a complex relationship. *Regulation & Governance* 6(4), 427-444. https://doi.org/10.1111/j.1748-5991.2012.01150.x.

Koremenos, B., Lipson, C. y Snidal, D. (2001). The rational design of international institutions. *International Organization* 55(4), 761-799. https://doi.org/10.1162/002081801317193592.

Kotze, L.J. y Plessis, A.D. (2006). The inception and role of international environmental law in domestic biodiversity conservation efforts: The South African experience. *Queensland University of Technology Law and Justice Journal* 6(1), 30-53. https://doi.org/10.5204/qutlr.v6i1.191.

Lafferty, W.M. (ed.) (2004). *Governance for Sustainable Development: The Challenge of Adapting Form to Function*. Cheltenham: Edward Elgar. https://www.e-elgar.com/shop/governance-for-sustainable-development.

Lay, J., Brandi, C., Das, R.U., Klein, R., Thiele, R., Alexander, N. *et al.* (2017). *Coherent G20 Policies Towards the 2030 Agenda for Sustainable Development*. G20 Insights. http://www.g20-insights.org/wp-content/uploads/2017/03/TF_2030_Agenda_PolicyCoherence.pdf.

Le Prestre, P.G. (2002). Studying the effectiveness of the CBD. En *Governing global biodiversity: The evolution and implementation of the convention on biological diversity*. Le Prestre, P.G. (ed.). London: Routledge. chapter 3. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781351932547

Lee, N. y Walsh, F. (1992). Strategic environmental assessment: An overview. *Project Appraisal* 7(3), 126-136. https://doi.org/10.1080/02688867.1992.9726853

Levin, S., Xepapadeas, T., Crepin, A.S., Norberg, J., De Zeeuw, A., Folke, C. *et al.* (2013). Social-ecological systems as complex adaptive systems: Modeling and policy implications. *Environment and Development Economics* 18(2), 111-132. https://doi.org/10.1017/S1355770x12000460.

Liefferink, D., Arts, B., Kamstra, J. y Ooijevaar, J. (2009). Leaders and laggards in environmental policy: A quantitative analysis of domestic policy outputs. *Journal of European Public Policy* 16(5), 677-700. https://doi.org/10.1080/13501760902983283.

Lin, B. y Jiang, Z. (2011). Estimates of energy subsidies in China and impact of energy subsidy reform. *Energy Economics* 33(2), 273-283. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.07.005.

Maor, M. (2014). Policy bubbles: Policy overreaction and positive feedback. *Governance* 27(3), 469-487. https://doi.org/10.1111/gove.12048.

Marshall, G.R. (2009). Polycentricity, reciprocity, and farmer adoption of conservation practices under community-based governance. *Ecological Economics* 68(5), 1507-1520. https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2008.10.008.

Matisoff, D.C. y Edwards, J. (2014). Kindred spirits or intergovernmental competition? The innovation and diffusion of energy policies in the American states (1990–2008). *Environmental Politics* 23(5), 795-817. https://doi.org/10.1080/09644016.2014.923639.

Mayrhofer, J.P. y Gupta, J. (2016). The science and politics of co-benefits in climate policy. *Environmental Science & Policy* 57, 22-30. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.11.005.

Mees, H.L.P., Dijk, J., van Soest, D., Driessen, P.P.J., van Rijswick, M.H.F.M.W. y Runhaar, H. (2014). A method for the deliberate and deliberative selection of policy instrument mixes for climate change adaptation. *Ecology and Society* 19(2). https://doi.org/10.5751/ES-06639-190258.

Mickwitz, F.A., Beck, S., Carss, D., Ferrand, N., Görg, C., Jensen, A. *et al.* (2009). *Climate Policy Integration, Coherence and Governance*. Leipzig: Partnership for European Environmental Research. http://www.peer.eu/publications/climate-policy-integration-coherence-and-governance/.

Miles, E.L., Underdal, A., Andresen, S., Wettestad, J., Skjærseth, J.B. y Carlin, E.M. (2002). *Environmental Regime Effectiveness: Confronting Theory with Evidence*. Cambridge: The MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/environmental-regime-effectiveness.

Milewicz, K., Hollway, J., Peacock, C. y Snidal, D. (2016). Beyond trade: The expanding scope of the nontrade agenda in trade agreements. *Journal of Conflict Resolution* 62(4), 743-773. https://doi.org/10.1177/0022002716662687.

Mitchell, R.B. (2002). Of course international institutions matter: But when and how? En *How Institutions Change: Perspectives on Social Learning in Global and Local Environmental Contexts*. Breit, H., Engels, A., Moss, T. y Troja, M. (eds.). Potsdam: VS Verlag für Sozialwissenschaften. 35-52. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-322-80936-0_5

Mitchell, R.B. (2009). *International Politics and the Environment*. Carlsnaes, W. y Checkel, J.T. (eds.). London: SAGE Publications. http://uk.sagepub.com/en-gb/eur/international-politics-and-the-environment/book228800.

Mitchell, R.B. y Keilbach, P.M. (2001). Situation structure and institutional design: Reciprocity, coercion, and exchange. *International Organization* 55(4), 891-917. https://doi.org/10.1162/002081801317193637.

Morgan, R.K. (2012). Environmental impact assessment: The state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal* 30(1), 5-14. https://doi.org/10.1080/14615517.2012.661557.

Morin, J.-F., Pauwelyn, J. y Hollway, J. (2017). The trade regime as a complex adaptive system: Exploration and exploitation of environmental norms in trade agreements. *Journal of International Economic Law* 20(2), 365-390. https://doi.org/10.2139/ssrn.3008543.

Mullally, G. y Dunphy, N.P. (2015). *State of Play: Review of Environmental Policy Integration Literature*. National Economic and Social Council (NESC). http://files.nesc.ie/nesc_research_series/ Research_Series_Paper_7_UCC.pdf.

Nachmany, M., Fankhauser, S., Setzer, J. y Averchenkova, A. (2017). *Global Trends in Climate Change Legislation and Litigation: 2017 Update*. London: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/04/ Global-trends-in-climate-change-legislation-and-litigation-WEB.pdf.

Nasiritousi, N., Hjerpe, M. y Linnér, B.O. (2016). The roles of non-state actors in climate change governance: Understanding agency through governance profiles. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 16(1), 109-126. https://doi.org/10.1007/s10784-014-9243-8.

Niles, M.T. y Lubell, M. (2012). Integrative frontiers in environmental policy theory and research. *Policy Studies Journal* 40(s1), 41-64. https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2012.00445.x.

Nilsson, M. y Persson, Å. (2017). Policy note: Lessons from environmental policy integration for the implementation of the 2030 Agenda. *Environmental Science & Policy* 78, 36-39. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.09.003.

Nilsson, M., Zamparutti, T., Petersen, J.E., Nykvist, B., Rudberg, P. y McGuinn, J. (2012). Understanding policy coherence: Analytical framework and examples of sector-environment policy interactions in the EU. *Environmental Policy and Governance* 22(6), 395-423. https://doi.org/10.1002/ eet.1589.

Oberthür, S. (2009). Interplay management: Enhancing environmental policy integration among international institutions. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 9(4), 371-391. https://doi.org/10.1007/s10784-009-9109-7.

Oberthür, S. y Stokke, O.S. (eds.) (2011). *Managing Institutional Complexity: Regime Interplay and Global Environmental Change*. Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/managing-institutional-complexity.

Organization for Economic Co-operation and Development (2008). *Introductory Handbook for Undertaking Regulatory Impact Analysis (RIA)*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/44789472.pdf

Organization for Economic Co-operation and Development (2016). *Better Policies for Sustainable Development 2016: A New Framework for Policy Coherence*. Paris. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/commitments/493_12066_commitment_Better%20Policies%20for%20Sustainable%20Development%202016.pdf.

Organization for Economic Co-operation and Development (2017). *Policy Coherence for Sustainable Development 2017: Eradicating Poverty and Promoting Prosperity*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/policy-coherence-for-sustainable-development-2017_5jg03xm8f9lw.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2F9789264272576-en&mimeType=pdf.

Organization for Economic Co-operation and Development, International Energy Agency, International Transport Forum and Nuclear Energy Agency (2015). *Aligning Policies for a Low-carbon Economy*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/aligning-policies-for-a-low-carbon-economy_9789264233294-en.

Osborn, D., Cornforth, J. y Ullah, F. (2014). *National Councils for Sustainable Development: Lessons from the Past and Present*. Ottawa: SDplanNet. https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/sdplannet_lessons_from_the_past.pdf.

Ostrom, E. (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(39), 15181-15187. https://doi.org/10.1073/pnas.0702288104.

Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325(5939), 419-422. https://doi.org/10.1126/science.1172133.

Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change* 20(4), 550-557. https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2010.07.004.

Pan, J., Ma, H. and Zhang, Y. (2011). *Green Economy and Green Jobs in China: Current Status and Potentials for 2020*. Mastny, L. (ed.). Washington, D.C.: Worldwatch Institute. http://www.worldwatch.org/system/files/185%20Green%20China.pdf.

Persson, Å. (2007). Different perspectives on EPI. En *Environmental Policy Integration in Practice: Shaping Institutions for Learning*. Nilsson, M. y Eckerberg, K. (eds.). London: Routledge. chapter 2. 25-48. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781136548185/chapters/10.4324%2F9781849773843-10

Pierson, P. (2000). Increasing returns, path dependence, and the study of politics. *American Political Science Review* 94(2), 251-267. https://doi.org/10.2307/2586011.

Porter, M.E. y van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment- competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives* 9(4), 97-118. https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97.

Radaelli, C.M. (2009). Measuring policy learning: Regulatory impact assessment in Europe. *Journal of European Public Policy* 16(8), 1145-1164. https://doi.org/10.1080/13501760903332647.

Renda, A. (2017). *How can Sustainable Development Goals be 'mainstreamed' in the EU's Better Regulation Agenda?* CEPS Policy Insights. Brussels: Centre for European Policy Studies. https://www.ceps.eu/system/files/Better%20regulation%20and%20sustainable%20development_ CEPS%20Policy%20Insights_%20A_Renda.pdf.

Repetto, R. (ed.) (2006). *Punctuated Equilibrium and the Dynamics of US Environmental Policy*. New Haven, CT: Yale University Press. https://yalebooks.yale.edu/book/9780300110760/punctuated-equilibrium-and-dynamics-us-environmental-policy.

Ritzka, M.S. (2016). *Incorporation of Sustainable Development Concerns in Regulatory Impact Assessments*. Masters in Sustainable Development, Uppsala University http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:945065/FULLTEXT01.pdf

Runhaar, H., Driessen, P. y Uittenbroek, C. (2014). Towards a systematic framework for the analysis of environmental policy integration. *Environmental Policy and Governance* 24(4), 233-246. https://doi.org/10.1002/eet.1647.

Schaffrin, A., Sewerin, S. y Seubert, S. (2015). Toward a comparative measure of climate policy output. *Policy Studies Journal* 43(2), 257-282. https://doi.org/10.1111/psj.12095.

Schmidt, T.S., Battke, B., Grosspietsch, D. y Hoffmann, V.H. (2016). Do deployment policies pick technologies by (not) picking applications? - A simulation of investment decisions in technologies with multiple applications. *Research Policy* 45(10), 1965-1983. https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.07.001.

Schmidt, T.S. y Sewerin, S. (2018). Measuring the temporal dynamics of policy mixes – An empirical analysis of renewable energy policy mixes' balance and design features in nine countries. *Research Policy*. https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.012.

Scrase, J.I. y Ockwell, D.G. (2010). The role of discourse and linguistic framing effects in sustaining high carbon energy policy—An accessible introduction. *Energy Policy* 38(5), 2225-2233. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.010.

Sebenius, J.K. (1991). Designing negotiations toward a new regime: The case of global warming. *International Security* 15(4), 110-148. https://doi.org/10.2307/2539013.

Simmons, B. (2010). Treaty compliance and violation. *Annual Review of Political Science* 13(1), 273-296. https://doi.org/10.1146/annurev.polisci.12.040907.132713.

Sprinz, D. y Vaahtoranta, T. (1994). The interest-based explanation of international environmental policy. *International Organization* 48(1), 77-105. https://doi.org/10.1017/S0020818300000825.

Stadelmann, M. y Castro, P. (2014). Climate policy innovation in the South – Domestic and international determinants of renewable energy policies in developing and emerging countries. *Global Environmental Change* 29, 413-423. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.011.

Stokke, O.S. (ed.) (2001). *Governing High Seas Fisheries: The Interplay of Global and Regional Regimes*. Oxford: Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/governing-high-seas-fisheries-9780198299493?cc=ke&lang=en&.

Telli, Ç., Voyvoda, E. y Yeldan, E. (2008). Economics of environmental policy in Turkey: A general equilibrium investigation of the economic evaluation of sectoral emission reduction policies for climate change. *Journal of Policy Modeling* 30(2), 321-340. https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2007.03.001.

Tews, K., Busch, P.O. and Jörgens, H. (2003). The diffusion of new environmental policy instruments. *European of political science* 42(4), 569-600. https://doi.org/10.1111/1475-6765.00096.

Turnpenny, J., Radaelli, C.M., Jordan, A. y Jacob, K. (2009). The policy and politics of policy appraisal: Emerging trends and new directions. *Journal of European Public Policy* 16(4), 640-653. https://doi.org/10.1080/13501760902872783.

Underdal, A. (1983). Causes of negotiation 'failure'. *European Journal of Political Research* 11, 183-195. https://doi.org/10.1111/j.1475-6765.1983.tb00055.x

United Kingdom, Department of Energy and Climate Change, (2009). *Carbon Valuation in UK Policy Appraisal: A Revised Approach*. London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/245334/1_20090715105804_e_carbonvaluationinukpolicyappraisal.pdf.

United Kingdom, Department for Business Innovation and Skills, (2010). *Impact Assessment Toolkit. A Guide to Undertaking an Impact Assessment and Completing the IA Template.* London. http:// webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110120023243/http://www.bis.gov.uk/assets/biscore/better- regulation/docs/10-901-impact-assessment-toolkit.pdf.

United Kingdom Environmental Protection Agency (2018). *Strategic environmental assessment*. http://www.epa.ie/monitoringassessment/assessment/sea/

United Nations (2005). *Review of the Application of Environmental Impact Assessment in Selected African Countries.* Addis Ababa.http://repository.uneca.org/bitstream/handle/10855/5607/bib.%2041846_I.pdf?sequence=1.

United Nations (2017). *Voluntary National Reviews 2017 Synthesis Report.* New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/17109Synthesis_Report_VNRs_2017.pdf.

United Nations Environment Programme (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication: A Synthesis for Policy Makers.* Nairobi: United Nations Environment Programme. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER_synthesis_en.pdf.

United Nations General Assembly (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1.* New York; NY. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E.

Uslu, A., Mozaffarian, H. y van Stralen, J. (2016). *Deliverable 3.2: Benchmarking Bioenergy Policies in Europe.* Strategic Initiative for Resource Efficient Biomass Policies. Brussels: European Union. https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-O--16-009.

Voigt, S. (2013). How (Not) to measure institutions. *Journal of Institutional Economics* 9(1), 1-26. https://doi.org/10.1017/s1744137412000148.

Von Stein, J. (2005). Do treaties constrain or screen? Selection bias and treaty compliance. *American Political Science Review* 99(4), 611-622. https://doi.org/10.1017/s0003055405051919.

Weber, M., Driessen, P.P.J. y Runhaar, H.A.C. (2013). Evaluating environmental policy instruments mixes, a methodology illustrated by noise policy in the Netherlands. *Journal of Environmental Planning and Management* 57(9), 1381-1397. https://doi.org/10.1080/09640568.2013.808609.

Willenbockel, D. (2011). *Environmental Tax Reform in Vietnam: An Ex Ante General Equilibrium Assessment.* Institute of Development Studies at the University of Sussex. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/44411/1/MPRA_paper_44411.pdf.

Wittneben, B.B.F. (2012). The impact of the Fukushima nuclear accident on European energy policy. *Environmental Science & Policy* 15(1), 1-3. https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2011.09.002.

Yin, H.T. y Powers, N. (2010). Do state renewable portfolio standards promote in-state renewable generation? *Energy Policy* 38(2), 1140-1149. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.067.

Young, O.R. (1999). *The Effectiveness of International Environmental Regimes: Causal Connections and Behavioral Mechanisms.* Cambridge, MA: The MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/effectiveness-international-environmental-regimes.

Young, O.R. (2002). *The Institutional Dimensions of Environmental Change: Fit, Interplay, and Scale.* Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/institutional-dimensions-environmental-change.

Young, O.R. (2003). Determining regime effectiveness: A commentary on the Oslo-Potsdam solution. *Global Environmental Politics* 3(3), 97–104. https://doi.org/10.1162/152638003322469295.

Young, O.R. (2006). Vertical interplay among scale-dependent environmental and resource regimes. *Ecology and Society* 11(1), 27. https://doi.org/10.5751/ES-01519-110127.

Young, O.R. (2008). Building regimes for socio-ecological systems: Institutional diagnosis. E *Institutions and Environmental Change: Principal Findings, Applications, and Research Frontiers.* Young, O.R., King, L.A. y Schroeder, H. (eds.). The MIT Press. chapter 4. http://mitpress.universitypressscholarship.com/view/10.7551/mitpress/9780262240574.001.0001/upso-9780262240574-chapter-4

Young, O.R. (2011). Effectiveness of international environmental regimes: Existing knowledge, cutting-edge themes, and research strategies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(50), 19853-19860. https://doi.org/10.1073/pnas.1111690108.

Young, O.R. (2017). *Governing Complex Systems: Social Capital for The Anthropocene.* Cambridge, MA: The MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/governing-complex-systems.

Capítulo 12

Políticas sobre la Calidad del Aire



© Yekbun Gurgoz

Autor coordinador Principal: Peter King (Institute for Global Environmental Strategies)

Autores principales: Frederick Ato Armah (University of Cape Coast), Phillip Dickerson (United States Environmental Protection Agency), Cristina Guerreiro (Norwegian Institute for Air Research), Terry Keating (United States Environmental Protection Agency), Oswaldo dos Santos Lucon (São Paulo State Environment Secretariat, Brazil), Asami Miyazaki (Kumamoto Gakuen University), Amit Patel (Planned Systems International, Inc.), Stefan Reis (Centre for Ecology and Hydrology, Natural Environment Research Council,)

Asistente GEO: Kari DePryck (Institut d'etudes politiques de Paris)

Resumen ejecutivo

A nivel mundial, la capacidad institucional para gestionar la contaminación atmosférica, el cambio climático, el agotamiento del ozono estratosférico y las sustancias tóxicas, bioacumulativas y persistentes, varían significativamente (*bien establecido*). En algunas regiones y países, como por ejemplo en América del Norte, Europa Occidental y Asia Oriental, existen sistemas federados que cuentan con un buen desarrollo de políticas y programas de aplicación nacional, departamental y local. En otras regiones, pueden existir acuerdos internacionales o legislación nacional, pero su aplicación y cumplimiento es débil debido a la falta de capacidad institucional a escala nacional o subnacional (*establecido, pero incompleto*). En algunas regiones, los gobiernos locales están liderando el camino para generar beneficios en distintas zonas del país {5.5, 12.2}.

Así, cada región necesita diferentes inversiones para mejorar su capacidad de gestión. Por ejemplo, las evaluaciones regionales del GEO-6 identificaron como prioridad para África y América Latina, mejorar la infraestructura de vigilancia de la calidad del aire y, para Asia y el Pacífico, mejorar el uso de los análisis de beneficios y costos de las medidas de mitigación del cambio climático y la contaminación atmosférica {5.1}.

Los enfoques reguladores tradicionales, incluido el uso de normas sobre emisiones y tecnología, han tenido éxito a la hora de abordar algunas fuentes de contaminación (*establecido, pero incompleto*). Los éxitos son evidentes en las tendencias decrecientes de las emisiones y en las tendencias crecientes de la actividad económica y la producción. Sin embargo, estos enfoques dependen de recursos humanos adecuados y de sistemas jurídicos y de aplicación de la ley que sean eficaces, los cuales pueden ser inexistentes {12.2.1, 12.2.2}.

Aunque no existe un único acuerdo mundial que aborde la contaminación atmosférica, sí existe un mosaico de acuerdos intergubernamentales de alcance regional e iniciativas centradas en la colaboración entre el sector público y el privado (sin resolver). A nivel mundial se han adoptado acuerdos para abordar el cambio climático, el agotamiento del O_3 estratosférico, los contaminantes orgánicos persistentes y el mercurio {5.5, 12.2.5}.

Los compromisos nacionales sobre el cambio climático en el marco de los procesos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) siguen siendo insuficientes para alcanzar los objetivos acordados de estabilización de la temperatura mundial y las opciones son excluyentes (*establecido, pero incompleto*). El Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático estableció un límite al aumento medio de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados, con la ambición de alcanzar 1,5 grados o menos, como medio para transitar hacia un futuro bajo en carbono y resiliente. Por el momento, el conjunto de compromisos nacionales, al igual que su aplicación no están encaminados a evitar un cambio climático que puede resultar desde peligroso a catastrófico, con lo cual, las ambiciones incumplidas conllevarán mayores riesgos para la economía y para la salud global del planeta {5.5}.

12.1 Introducción

La composición de la atmósfera terrestre es uno de los principales determinantes de la salud del planeta, ya que influye en el clima, los ecosistemas y la salud humana. Esto se pone de manifiesto por la existencia de un vínculo directo o indirecto entre los retos de la contaminación atmosférica, el cambio climático, el agotamiento del ozono (O_3) estratosférico, las sustancias químicas bioacumulables, tóxicas y persistentes (PBT) y cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (United Nations 2015).

Con el fin de hacer frente a estos desafíos, se ha desplegado una plétora de políticas internacionales, nacionales, subnacionales y regionales, dentro de las que se incluyen:

i. estándares tecnológicos o de emisiones, comúnmente denominados de «comando y control»;
ii. regímenes de planificación;
iii. intervenciones en el mercado;
iv. información pública; y,
v. foros de cooperación, incluidos los acuerdos internacionales.

Los distintos instrumentos políticos que se utilizan en cada uno de estos enfoques se analizarán en las siguientes secciones junto con un estudio de caso para su ilustración. Las características principales de cada caso se destacan utilizando la metodología descrita en la Sección 10.6. Los estudios de caso se han seleccionado entre una amplia gama de contextos geográficos, escalas espaciales y plazos de aplicación. Estos no pretenden ser exhaustivos, pero ponen de relieve matices específicos de cada contexto, patrones genéricos y aspectos que requieren la atención de las partes interesadas más pertinentes para obtener mejores resultados en materia de políticas. Tampoco pretenden ser replicables sin tener en cuenta el contexto local.

Las políticas promulgadas para hacer frente a la contaminación atmosférica, el cambio climático, el agotamiento del ozono estratosférico y los PBT deben tener en cuenta la mezcla de emisiones, la vida atmosférica o medio ambiental del contaminante, los beneficios y las compensaciones asociadas (Melamed *et al.* 2016). Las preguntas más pertinentes incluyen:

i. ¿Cómo pueden alcanzarse los objetivos para conseguir una energía asequible, limpia y fiable en todas las escalas territoriales (local, nacional, regional y mundial) teniendo en cuenta las posibles sinergias y compensaciones?
ii. ¿Qué sinergias y beneficios conjuntos pueden identificarse entre la política climática y el control de la contaminación atmosférica?, y
iii. ¿Cómo co-evolucionarán las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de contaminantes atmosféricos en escenarios, con y sin intervenciones de políticas, tales como la regulación específica del contexto de los PBT, la política climática y el control de la contaminación atmosférica?

Desde una perspectiva sistémica, la existencia de diversos instrumentos y regímenes políticos a distintas escalas espaciales y temporales ponen de manifiesto la complejidad de abordar los retos de la calidad del aire de forma integrada y global. Esto hace que sea imperativo adoptar un enfoque integrado para hacer frente a los posibles conflictos y definir las compensaciones entre los objetivos de la política ambiental, así como para aislar y consolidar las políticas con posibles beneficios derivados, como la mejora de la seguridad energética, la calidad del aire urbano y la salud humana (véase la Sección 11.3).

12.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad

12.2.1 Regímenes de planificación

Los regímenes (o marcos) de planificación establecen objetivos ambientales como, por ejemplo, normas de concentración, cargas totales de contaminantes o un cambio en la temperatura media global; así como también de presupuestos (o techos) de emisiones. Posteriormente, se da paso a la elaboración y aplicación de un conjunto de políticas para alcanzar los objetivos o presupuestos, los cuales también son supervisados y, de ser necesario, se desarrollan políticas adicionales o se revisan las existentes. Los regímenes de planificación suelen considerarse fundamentales para la gestión de la contaminación atmosférica, el cambio climático, las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y los PBT, ya que proporcionan un marco político estratégico al que pueden integrarse acciones específicas.

Las normas de concentración ambiental u otros objetivos ambientales sirven para definir el estado deseado del medio ambiente, que a menudo está vinculado a las relaciones causa-efecto en relación con la salud humana. Los presupuestos de emisiones, las cargas de contaminantes o los techos corresponden a los niveles de presión estimados que aún permiten alcanzar el estado deseado, o que no reflejan ningún umbral , por ejemplo, cargas/niveles críticos. Para ejemplificar, las Normas Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos son normas relativas a los contaminantes nocivos establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), de acuerdo con lo establecido en la Ley de Aire Limpio (42 U.S.C. 7.401 y siguientes). Estas normas se aplican al aire exterior en todo el país (United States Environmental Protection Agency 2016) y tienen como objetivo proteger la salud humana de la contaminación atmosférica nociva.

Los presupuestos de emisiones pueden relacionarse con los objetivos ambientales utilizando modelos cuantitativos tales como los atmosféricos o climáticos, que han sido debidamente evaluados en función de las observaciones *in situ*. En el caso de los contaminantes secundarios (aquellos que se crean en la atmósfera) o de los contaminantes que tienen una larga vida en el medio

Tabla 12.1: Tipología de las políticas y enfoques de gobernanza descritos en este capítulo

Enfoque de gobernanza	Instrumento(s) político(s)	Estudio de caso
Regímenes de planificación	Normas ambientales, presupuestos de emisiones	Ley de Cambio Climático del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y presupuestos de carbono
Estándares tecnológicos y de emisiones	Estándares de emisiones, estándares de calidad de combustible, estándares de eficiencia, mejor tecnología de control disponible	Normas sobre emisiones de diésel en Europa
Intervenciones de mercado	Subvenciones, política fiscal, créditos/permisos negociables	Estufas mejoradas en Kenia (Alianza Mundial para Estufas Limpias)
Información pública	Información, previsiones, etiquetado y marca	Suministro de datos y previsiones sobre la calidad del aire en tiempo real
Cooperación internacional	Acuerdos vinculantes multilaterales y bilaterales, organizaciones voluntarias	Acuerdo de la ASEAN sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza Causada por la Calima

ambiente, la relación entre las emisiones y las concentraciones ambientales puede no ser lineal. Por lo cual, establecer un vínculo causal entre las emisiones y el estado deseado suele ser importante para justificar el alcance o los costos de los controles de las emisiones u otras políticas y requiere una cantidad significativa de información (como insumos para el modelo) y conocimientos técnicos. Sin embargo, en los casos en que las emisiones son elevadas y la capacidad técnica de planificación del gobierno es baja, es con frecuencia innecesario cuantificar la relación entre las políticas y el estado deseado para justificar algunas medidas de control sobre las mayores fuentes de emisiones. Basta con demostrar, cualitativamente, que dichas fuentes generan impactos adversos, que los controles aportarán beneficios y que su aplicación permitirá avanzar hacia los objetivos a largo plazo.

Vinculados a los presupuestos de emisiones, se han introducido regímenes de comercio de derechos de emisión en particular para los GEI, donde la ubicación de las emisiones importa menos en contraste con los contaminantes atmosféricos. En diciembre de 2017, China puso en marcha su sistema de comercio de derechos de emisión (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] 2017a), el cual, inicialmente, solo abarcaría al sector eléctrico. Sin embargo, este está llamado a ser el mayor sistema del mundo en su género y supone, aproximadamente, 3.000 millones de toneladas de CO_2 comercializadas. En Europa existe un sistema similar con, aproximadamente, 2.000 millones de toneladas comercializadas (European Commission 2018), así como también existen sistemas de comercio similares en varios países y regiones (Carbon Market Data 2018). Mediante el establecimiento de presupuestos de emisiones, cuya limitación gradual puede ser mayor, los precios de las emisiones comercializadas pueden ajustarse.

De acuerdo con lo que se indica en la Sección 5.5, los países han identificado diferentes normas de concentración ambiental basadas en su propia interpretación de las pruebas epidemiológicas sobre las relaciones entre el estado ambiental y los efectos en la salud; sus niveles existentes de contaminación atmosférica; y, sus propias percepciones sobre su capacidad para lograr disminuciones en esta. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido directrices y objetivos provisionales (WHO 2018) que los países pueden utilizar para establecer sus propios estándares y objetivos. A medida que la OMS y los distintos países establecen o revisan sus normas ambientales basándose en nueva información, otros países suelen tomar nota de los cambios y se plantean la posibilidad de introducir modificaciones similares en sus normas nacionales. Para la protección de los hábitats y ecosistemas sensibles, se han establecido cargas y niveles críticos en el contexto del Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia (CLRTAP, por sus siglas en inglés) de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), centrándose inicialmente en la acidificación a principios de la década de 1980, y ampliándose posteriormente para incluir las cargas críticas de nutrientes y los niveles críticos de amoníaco (NH_3). Lo anterior con fundamento en las crecientes pruebas de daños a los ecosistemas y pérdidas de biodiversidad incluso a niveles de concentración y deposición más bajos, derivados, por ejemplo, de las emisiones de NH_3 de la agricultura (Sutton, Reis y Baker eds. 2009).

Los presupuestos y techos de emisiones no sólo proporcionan una forma de evaluar en el que se espera que un conjunto de políticas alcance los objetivos ambientales pertinentes; también proporcionan una forma de repartir la responsabilidad para alcanzar los objetivos ambientales entre regiones, jurisdicciones, sectores o fuentes individuales. Por ejemplo, los presupuestos de emisiones se han aplicado a nivel nacional y estatal en la planificación de la contaminación atmosférica y a nivel nacional en los acuerdos internacionales para mitigar las emisiones de SAO. En Europa y en la región de la CEPE, el Protocolo de Gotemburgo para reducir la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico de 1999 (modificado) en el marco del CLRTAP (CEPE 2018), así como la Directiva sobre Techos Nacionales de Emisión de la Unión Europea (UE) (European Environment Agency [EEA] 2016a) presentan ejemplos recientes de techos nacionales de emisiones acordados para contaminantes que se sabe que causan una serie de efectos sobre el medio ambiente y la salud humana.

A continuación se presenta un estudio de caso en el que se aplican los presupuestos de emisiones a aquellos tipos de GEI de larga duración en el Reino Unido.

Estudio de caso: Las políticas de energía y clima del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

La Ley de Cambio Climático de 2008 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland [UK] Government 2008a; UK Government 2008b) es un ejemplo de cómo puede establecerse una política nacional dentro de un marco internacional para abordar el cambio climático (incluyendo objetivos y plazos, precios del carbono y comercio de emisiones). Los objetivos legalmente vinculantes pretenden reducir progresivamente las emisiones a través de presupuestos quinquenales de carbono hasta 2050, con importantes beneficios como la competitividad en el mercado internacional, la conservación de los recursos, una eliminación rentable de las barreras, el apoyo a las tecnologías de baja emisión de carbono, el fomento de la captura y el almacenamiento de carbono, y las consideraciones sobre las implicaciones sociales, como la pobreza energética. Para alcanzar estos objetivos, las medidas prácticas incluyen regímenes obligatorios de límites máximos y comercio, normas, financiación y fiscalidad, estrategias de innovación y despliegue de tecnologías (UK, Department of Trade and Industry 2007).


© Shutterstock/Gill Copeland

Tabla 12.2: Resumen de los criterios de evaluación: Las Políticas de energía y clima del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte

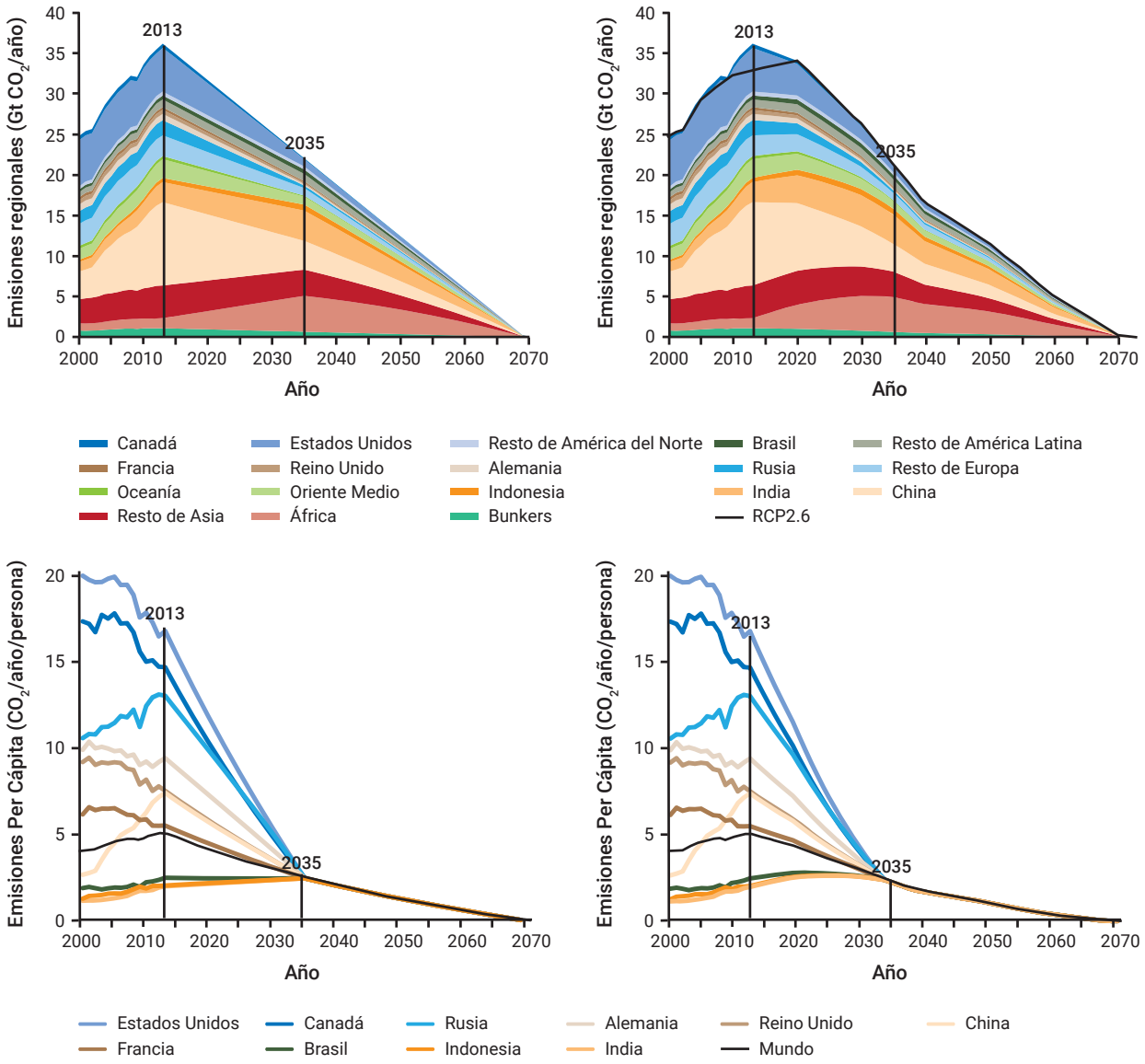
Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Reducción de las emisiones de GEI en un 5%/año desde 2012, alcanzando en 2016 un 42% por debajo de los niveles de 1990, con un crecimiento de la economía del 60%. Entre 2008 y 2015 las emisiones de GEI per cápita se redujeron de 8,22 a 5,99 tCO_2, GEI por PIB (0,20 a 0,15 tCO_2/2010 US$, ó 0,22 a 0,16 tCO_2/2010 US$ PPA); uso de energía per cápita como suministro total de energía primaria en toneladas en lo equivalente de petróleo (STEP 3,37 a 2,78 tep/persona), STEP por PIB (0,08 a 0,07 tep/1.000 US$ 2010) y consumo de electricidad per cápita (6,01 a 5,08 Mwh/persona).	UK, Department for Business, Energy & Industrial Strategy 2016; International Energy Agency [IEA] 2017; UK, Committee on Climate Change 2017
Independencia de la evaluación	Informe oficial al Parlamento, respaldado por estadísticas.	
Actores clave	Principalmente organismos gubernamentales (incluyendo a las administraciones descentralizadas).	
Línea de referencia	Emisiones de GEI en toda la economía en 1990, además de otras bases de referencia asociadas, como la proporción de energía renovable.	
Plazo de ejecución	Reducciones de GEI del 80% para 2050, con otros objetivos intermedios (50% para 2025), basados en presupuestos de carbono quinquenales, fijados con 12 años de antelación para permitir la preparación; otros objetivos en el sector energético (electricidad renovable y biocombustibles, eficiencia en el transporte, introducción progresiva de vehículos eléctricos y otros, incluida la captura y el almacenamiento de carbono).	
Factores limitantes	Limitaciones lentas de los gases de efecto invernadero en los sectores del transporte y la construcción, así como captura y almacenamiento de carbono muy limitados.	
Factores facilitadores	La principal fuerza motriz fue la reducción del uso del carbón en un 75% en el sector energético. Dicha Ley contó con un fuerte apoyo debido a la reducción en las facturas energéticas, la relevancia de las pruebas científicas, la concienciación pública, las respuestas políticas derivadas de la innovación fuera del gobierno, las mejoras tecnológicas, el valor de la innovación institucional, el uso de pruebas que replantean el cambio climático como una cuestión económica y la importancia del liderazgo.	
Rentabilidad	Los costos se situarán en torno al 1%-2% del PIB en 2050, con importantes oportunidades de negocio derivadas de una economía con bajas emisiones de carbono (en 2009 un mercado por valor de 112.000 millones de libras esterlinas, con más de 900.000 puestos de trabajo).	
Equidad	Enfoque de contracción y convergencia.	
Beneficios derivado	Mejor acceso al mercado, innovación, resistencia de las infraestructuras, seguridad del suministro energético y flexibilidad del sistema (almacenamiento, interconexión), adopción de nuevas tecnologías, calidad de vida (aire, agua, salud y bienestar, usos de la tierra.	
Aspectos transfronterizos	Es necesario un reajuste político debido a la salida de la UE y una mayor ambición por cumplir con los objetivos del Acuerdo de París.	
Posibles mejoras	Aumentar la generación de energía con bajas emisiones de carbono, acelerar la adopción de vehículos eléctricos, aumentar la calefacción con bajas emisiones de carbono junto con la eficiencia energética, reanudar los trabajos sobre la captura y el almacenamiento de carbono, abordar las prácticas de gestión de la tierra, mejorar y precisar las combinaciones de instrumentos políticos (fijación de precios del carbono, normas y reglamentos, financiación de la investigación y el desarrollo, subvenciones, diseño del mercado y tributación).	

La Ley de Cambio Climático del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte fue el primer instrumento legal del mundo que estableció un objetivo de reducción de carbono significativo, de largo alcance y con un marco legalmente vinculante. Su enfoque considera una transición sociotécnica y de equidad bajo un modelo de contracción y convergencia (Lovell, Bulkeley y Owens 2009; UK, Department for Business, Energy and Industrial Strategy 2016; Global Commons Institute 2018), con presupuestos de carbono (topes en las emisiones de GEI) utilizados como una política paragua dirigida con fuerza a todos los principales sectores económicos.

La importancia de los presupuestos de carbono para orientar las políticas climáticas se ilustra en la **Figura 12.1**, en la cual se asignan límites a las emisiones acumuladas por país. Un presupuesto mundial de carbono refleja la capacidad de carga atmosférica para soportar las emisiones antropogénicas de GEI dentro de los objetivos fijados por el Acuerdo de París de la CMNUCC de 2015 (1,5-2°C), teniendo como referencia las vías de concentración representativas (RCP, por sus siglas en inglés). Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2014), para el período 2011-2100, los límites oscilaron entre 1.000 $GtCO_2$ (750-1.400 para 2°C con una probabilidad >66%, o 550-600 $GtCO_2$ para el objetivo de 1,5°C con una probabilidad >50%).

A pesar de ser una lección importante para otros países, el Reino Unido aún está, parcialmente, solo en el camino para alcanzar sus objetivos de emisiones de GEI. El conjunto de políticas aplicadas ha tenido un éxito moderado en algunos sectores, como el transporte y la construcción. Intereses arraigados, tales como las centrales eléctricas de carbón y el sector del transporte, no están cambiando con la rapidez necesaria para alcanzar los objetivos, por lo cual

Figura 12.1: Asignación regional de emisiones acumuladas de CO_2



	Convergencia 2035	Convergencia 2050
Canadá	8	10
Estados Unidos	78	97
Resto de América del Norte	15	14
Brasil	21	18
Resto de América Latina	35	33
Francia	8	9
Reino Unido	9	10
Alemania	13	15
Rusia	27	33

	Convergencia 2035	Convergencia 2050
Resto de Europa	51	54
Oceanía	7	8
Oriente Medio	51	55
Indonesia	27	23
India	133	114
China	197	214
Resto de Asia	133	125
África	155	136
Bunkers	30	30

Nota: La asignación regional de las emisiones acumuladas de CO_2 tras un descenso lineal a cero (izquierda) y el escenario de emisiones globales RCP 2.6 (derecha). La convergencia per cápita tendrá lugar en 2035 y las emisiones acumulativas totales después de 2013 son iguales a 1.000 Gt CO_2 para ambos escenarios. La tabla lateral compara la asignación de emisiones acumulativas regionales (valores en Gt CO_2 a partir de 2014) del escenario RCP 2.6, para la convergencia per cápita en 2035 y 2050 (Gignac y Matthews 2015).

se necesitarán políticas adicionales para acelerar el cambio y lograr las reducciones obligatorias de emisiones. Por último, ya que gran parte de la legislación ambiental existente en el país procede de la pertenencia a la UE, se necesitaría una amplia gama de nuevas políticas y programas tras la salida de Gran Bretaña (UK, Committee on Climate Change 2017).

12.2.2 Estándares tecnológicos y de emisiones

Uno de los enfoques más comunes para abordar los retos relacionados con la calidad del aire y el cambio climático es definir normas de emisiones u otras normas de rendimiento para procesos, equipos o productos industriales específicos. Estas normas pueden disponer que un proceso, equipo o producto no emita más de una masa especificada de emisiones de un determinado contaminante por unidad de tiempo, entrada o salida. Por ejemplo, las calderas utilizadas para generar electricidad pueden estar limitadas a una masa de emisiones por kilovatio-hora generado; los vehículos suelen estar limitados a ciertas emisiones por kilómetro (km) recorrido. Otra posibilidad es que una norma exija la aplicación de un tipo específico de tecnología o una práctica operativa concreta. Por ejemplo, para limitar las emisiones de polvo fugitivo de una zona de construcción, se puede exigir que los vehículos salientes pasen por una estación de lavado de ruedas. En la mayoría de los casos, las normas están diseñadas para ser neutrales con respecto a la elección del combustible o a la elección de un fabricante de control, pero el principio general es que el contaminador es responsable de cumplir con la norma y, por tanto, debe asumir el costo del control de las emisiones. Por ejemplo, los contaminadores son responsables de la adaptación de las tecnologías existentes, en las que es necesario instalar equipos específicos para cumplir con las normas vigentes sobre emisiones y con las nuevas reglamentaciones. Cuando las tecnologías de control de emisiones se integran en equipos nuevos, por ejemplo, en el caso de los vehículos que cumplen las normas de emisiones Euro, los cuales deben pasar la homologación en el momento de la producción, los costos del control de emisiones se incluyen en el precio unitario.

La implementación y el cumplimiento de las normas tecnológicas y de emisiones constituyen una medida directa que afecta las "presiones" y contribuye a la consecución de los objetivos y presupuestos en esta materia, es decir, el "estado" deseado establecido en un régimen de planificación (véase la Figura 1.2, Capítulo 1). A menudo denominados como instrumentos de "comando y control", las normas tecnológicas y de emisiones pueden aplicarse y hacerse cumplir a través de programas de permisos, regímenes de homologación, inspecciones y auditorías, y reforzarse con requisitos de seguimiento y notificación de las emisiones. Sin embargo, las normas sobre tecnología y emisiones también pueden ser desarrolladas y aplicadas voluntariamente por grupos industriales, autocontroladas o sujetas a la verificación de terceros y asociadas a programas de marca (véase la Sección 12.2.4). Las elecciones de estilo de vida y los patrones de consumo pueden desempeñar un papel fundamental a la hora de determinar la eficacia de los enfoques voluntarios.

Las diferentes normas en las jurisdicciones de un mismo mercado geográfico aumentan los costos para los fabricantes de productos y equipos, al ser los responsables de cumplir con las distintas reglamentaciones. Aunque los costos de cumplimiento de la normativa son solo uno de los factores que afectan las decisiones de localización de las empresas, la falta de armonización de las normas puede dar lugar a desplazamientos de la actividad económica y de las emisiones asociadas entre jurisdicciones, ya que las empresas buscan ubicaciones con menores costos generales de cumplimiento. Por ello, las normas suelen definirse a nivel nacional, teniendo en cuenta las normas de otros países, jurisdicciones y mercados.

De acuerdo con la Ley de Aire Limpio de los Estados Unidos, las Normas de Desempeño de Nuevas Fuentes (NSPS, por sus siglas en inglés) definen un nivel mínimo de control de la contaminación atmosférica para todas las nuevas e importantes fuentes de emisiones industriales en todo el país, sin embargo, pueden aplicarse normas más estrictas en función del nivel de contaminación existente. Para evitar el deterioro de la calidad del aire en las zonas que ya cumplen las Normas Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (NAAQS, por sus siglas en inglés) de exposición a corto plazo a la contaminación atmosférica, las nuevas fuentes principales deben utilizar la Mejor Tecnología de Control Disponible (BACT, por sus siglas en inglés), la cual es determinada caso por caso en el marco de un proceso de autorización y deberá ser al menos tan estricta como las NSPS. En las zonas contaminadas que ya superan las NAAQS, las más nuevas fuentes deben cumplir la tasa de emisión más baja posible (LAER, por sus siglas en inglés), reflejando los requisitos más estrictos en la práctica. Las fuentes existentes en esas zonas deben cumplir la norma menos estricta de la Tecnología de Control Razonablemente Disponible (RACT, por sus siglas en inglés). La EPA de los Estados Unidos dispone de una base de datos sobre estas normas y determinaciones, caso por caso, en lo que se conoce como RACT/BACT/ LAER Clearinghouse (United States Environmental Protection Agency 2018b). A medida que la tecnología evoluciona, también lo hacen las determinaciones RACT/ BACT/LAER, pero al hacerse pública la información, las normas de las diferentes jurisdicciones pueden evolucionar juntas. Asimismo, la Directiva de Emisiones Industriales (2010/75/UE) regula las actividades industriales en Europa, haciendo uso también de un concepto jurídicamente vinculante de «Mejores Técnicas Disponibles» (BAT, por sus siglas en inglés) para establecer los niveles de rendimiento ambiental que debe alcanzar la industria (European Commission 2018b). La definición de una BAT se realiza a través de un intercambio transparente de información entre la industria, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y los reguladores, la cual termina siendo reconocida más allá de la UE.

Para las emisiones del transporte marítimo, la Organización Marítima Internacional (OMI) y el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques (MARPOL, Anexo VI) (International Maritime Organization [IMO] 2018) establecen normas sobre un límite global de azufre en el combustible utilizado a bordo de los buques el cual es de 0,50% m/m (masa sobre masa), el cual entrará en vigor el 1 de enero de 2020, lo que representa una regulación basada en el combustible. El cumplimiento puede lograrse mediante la utilización por parte de los buques de combustible de bajo contenido en azufre. Por el contrario, una Zona de Control de Emisiones de Óxido de Nitrógeno (NO_x) (NECA, por sus siglas en inglés), que entrará en vigor para el Mar del Norte y el Mar Báltico a partir del 1 de enero de 2021, exigirá a todos los buques construidos a partir de dicha fecha, el cumplimiento de las normas de emisiones destinadas a reducir aquellas asociadas con NO_x en un 80% en comparación con los niveles actuales. En la práctica, el cumplimiento solo puede lograrse equipando los buques con catalizadores o utilizando combustibles de gas natural licuado (GNL). Las zonas de control de emisiones existentes para el óxido de azufre (SO_x) abarcan el Mar Báltico (19 de mayo de 2006) y el Mar del Norte (22 de noviembre de 2007), y para el SO_x y el NO_x, las costas este y oeste de Norteamérica (1 de agosto de 2012) y el Mar Caribe estadounidense (1 de enero de 2014).

La eficacia de las normas tecnológicas y de emisiones depende del nivel de cumplimiento, de la asequibilidad y de la medida en que estas reflejen el impacto en el mundo real de las fuentes de emisión. El nivel de cumplimiento, a su vez, depende del nivel de educación, así como de la supervisión y la aplicación de la ley, entre otros factores. Sin embargo, en los países o jurisdicciones donde el gobierno tiene poca capacidad para hacer cumplir las normas mediante inspecciones y auditorías, este puede ser bajo. Incluso en países en los que las inspecciones y auditorías sofisticadas son rutinarias, algunas empresas y personas pueden violar las normas para obtener una ventaja económica competitiva.

Los análisis costo-beneficio, como el realizado por Åström *et al.* (2018), pueden proporcionar una visión de la rentabilidad y los efectos distributivos del establecimiento de normas, tanto para las evaluaciones *ex ante* como *ex post*.

Por último, recientemente, el uso de combustibles sólidos, incluida la biomasa en calderas residenciales está recibiendo más atención, ya que otros sectores claves están siendo regulados en las últimas décadas. Por ejemplo, la Comisión Europea ha establecido normas de rendimiento para los calefactores de combustible sólido con una potencia calorífica nominal igual o inferior a 50 kW, los cuales hasta ahora no han sido regulados en su mayor parte y pueden contribuir a los problemas locales de calidad del aire debido a las emisiones de NO_x y material particulado inferior a 2,5 µm ($MP_{2,5}$) (European Union 2015). Del mismo modo, la Directiva de Diseño Ecológico de la UE (Directiva 2009/125/CE) establece un marco para fijar los requisitos de diseño ecológico de los productos relacionados con la energía, los electrodomésticos y las tecnologías de la información y la comunicación.

Tomando como ejemplo la normativa de emisiones Euro 6, el siguiente estudio de caso busca ilustrar la eficacia de las normas de emisiones mediante un sistema de homologación, la diferencia entre cómo se mide el cumplimiento, frente al rendimiento en el mundo real y los esfuerzos de algunas empresas para frustrar las pruebas de cumplimiento.

Estudio de caso: Exceso de emisiones de diésel en Europa

Desde la década de 1970, el mecanismo clave para regular las emisiones de contaminantes atmosféricos de los vehículos en Europa ha sido una política de regulación, tipo comando y control, la cual, desde 2009, ha establecido progresivamente normas cada vez más estrictas para las emisiones de contaminantes atmosféricos y GEI. Una serie de directivas, conocidas como normas Euro, definen los límites aceptables para las emisiones de escape de los nuevos vehículos de carretera vendidos en la UE. Dichas normas, que comenzaron con la publicación de la norma Euro 1, y cuya entrada en vigor se dio en 1993, se han modificado periódicamente desde entonces, siendo la norma Euro 6 la más reciente para vehículos ligeros de pasajeros y comerciales, la cual entró en vigor en 2014 (Commission Regulation (EU) No 582/2011).

El objetivo de esta política es contribuir a la reducción de las emisiones reales del transporte por carretera, los cuales constituyen una importante fuente de emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos. Sin embargo, ya que el transporte por carretera permite a las personas acceder a empleos, educación, bienes y servicios, los fabricantes de vehículos de carretera de la UE también contribuyen

Tabla 12.3: Resumen de los criterios de evaluación: Exceso de emisiones de diésel en Europa

Criterio	Evaluación	Referencia
Éxito o fracaso	Las normas Euro han conseguido reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos y de GEI por unidad de viaje y disminuir las concentraciones de contaminación atmosférica aptas de medición, especialmente cerca de las carreteras. Sin embargo, las reducciones en el mundo real no alcanzan las reducciones potenciales medidas en las pruebas de laboratorio.	EEA 2015; EEA 2016a; EEA 2016b; EEA 2017
Independencia de la evaluación	Se han realizado evaluaciones independientes de los progresos generales.	
Actores clave	Las asociaciones de propietarios de automóviles y de fabricantes de vehículos, las ONG, etc., tuvieron una gran participación. Fue un proceso largo con un alto nivel de participación de las partes interesadas.	
Línea de referencia	Se establecieron líneas referencia cuantitativas que fueron actualizadas en cada modificación.	
Plazo de ejecución	Las políticas se aplicaron a tiempo, pero algunos de los objetivos previstos no se alcanzaron debido a la inadecuación del ciclo de pruebas y a las amplias excepciones que permitían a los fabricantes desconectar las tecnologías de control de emisiones en determinadas condiciones ambientales.	
Factores limitantes	Las presiones de la industria han provocado retrasos y el debilitamiento de la política. En algunos casos, los fabricantes han eludido las normas diseñando coches que tienen menos emisiones durante las pruebas que en la carretera.	Grice *et al.* 2009; Guerreiro *et al.* 2010, p. 3; Hotten 2015;
Factores facilitadores	La estructura normativa y de gobernanza europea fue clave para permitir la aplicación de la política. Algunos países carecían de recursos para verificar de forma independiente las emisiones notificadas por los fabricantes. El nivel de participación en el desarrollo de la política fue alto, lo que llevó a altos niveles de aprobación pública.	
Rentabilidad	Los costos y beneficios, incluidos los impactos en la salud, la agricultura y los ecosistemas, fueron considerados cuidadosamente en el proceso de desarrollo de políticas europeas, con el objetivo de lograr una alta rentabilidad.	European Commission 2018
Equidad	Los impactos pueden considerarse positivos para todos, pero benefician especialmente a las personas que viven cerca de las carreteras y quienes pueden estar en desventaja económica.	
Beneficios derivados	Las normas Euro son un ejemplo para el mundo. La industria se ve impulsada a innovar. La eficiencia del combustible aumentó, mejorando la seguridad energética y disminuyendo las emisiones de GEI. Algunas políticas nacionales que incentivaban la compra de vehículos diésel provocaron un aumento de las emisiones de NO_2. Las subvenciones al transporte pueden compensar la reducción de las emisiones.	Franco *et al.* 2014; European Commission 2015; EEA 2015
Efectos transfronterizos	A medida que las normas Euro fueron penetrando en el mercado internacional de vehículos de segunda mano, las emisiones vehiculares se redujeron en aquellos países que no tenían una normativa similar.	
Posibles mejoras	Reducir los márgenes de incertidumbre técnica en las pruebas, eliminar sus flexibilidades y aumentar los controles de emisiones de los coches en circulación.	

a la economía y al empleo. De ahí que la política pretenda lograr un equilibrio entre estos objetivos.

El principal objetivo de las normas europeas originales fue reducir las emisiones de NO_x, monóxido de carbono (CO), $MP_{2,5}$ y compuestos orgánicos volátiles (COV), así como el dióxido de carbono (CO_2) y otros contaminantes, mientras que las modificaciones posteriores han implementado mayores límites. Además, las normas Euro, que son cada vez más estrictas, exigen que la gasolina y el diésel sean más limpios (calidad que fue regulada por la Directiva 2003/17/CE, por ejemplo, en lo que respecta al bajo contenido de azufre), provocando, por ejemplo, una reducción de las emisiones de MP. Estas normativas han sido impulsadas, principalmente, por los efectos de la contaminación atmosférica en la salud humana y, en menor medida, en los ecosistemas naturales y seminaturales, además del cambio climático. De igual forma, al resultar cada vez más estrictas han logrado obtener resultados positivos, dando lugar a la introducción de nuevas tecnologías de vehículos, que han logrado reducir considerablemente las emisiones de estos en las últimas décadas en Europa. Por ejemplo, la última norma (Euro 6) para los coches diésel exige una reducción de casi el 97% de las emisiones de MP en comparación con la norma Euro 1 para un vehículo de hace 20 años.

Las normas Euro han conseguido disminuir las emisiones de contaminantes atmosféricos y de GEI por unidad de viaje, así como reducir las emisiones globales del transporte incluso cuando esta actividad ha presentado un aumento (EEA 2015, pp. 25, 30, 32, 33, 37, 38, 46; EEA 2017, p.19). También han dado lugar a una disminución apreciable de las concentraciones de contaminación atmosférica, especialmente, cerca de las carreteras (EEA 2016b, pp. 31, 43, 77–79, 82). Sin embargo, estas reducciones no alcanzan los objetivos señalados en la política, debido a las diferencias que se registran entre el comportamiento en el mundo real y las emisiones en condiciones de ensayo en laboratorio (EEA 2015, p. 46; EEA 2016a, pp. 27–37). Estas diferencias han aumentado considerablemente desde el año 2000, especialmente en lo que respecta a las emisiones de CO_2 y NO_x de los automóviles diésel, debido principalmente a:

i. el procedimiento de laboratorio que no refleja las condiciones de conducción del mundo real;
ii. una flexibilización de los procedimientos que permitían a los fabricantes conseguir valores de consumo y emisiones más bajos durante las pruebas
iii. varios factores de uso, como el estilo de conducción y las condiciones ambientales; y,
iv. el uso de "dispositivos de desactivación" diseñados para reducir las emisiones medidas durante las pruebas de los vehículos en el laboratorio, pero no en la carretera.

Solo después del escándalo diesel-gate en 2015 (Hotten 2015) hubo suficiente conciencia y voluntad política para cambiar el ciclo de pruebas de laboratorio con el fin de reflejar mejor las emisiones en el mundo real (European Union 2016).

En vista de las deficiencias de las normas aplicadas, se revisaron los ciclos de pruebas y se introdujeron nuevas pruebas de emisiones que resultaron de mayor fiabilidad en condiciones reales de conducción, así como pruebas de laboratorio mejoradas para los nuevos modelos de automóviles vendidos en Europa en 2017. Además, la Comisión Europea presentó una nueva propuesta en 2018, con el objetivo de reducir los márgenes de incertidumbre técnica en los ensayos, eliminar las flexibilizaciones y aumentar los controles de emisiones de los coches en circulación.

12.2.3 Intervenciones de mercado

Como una posible alternativa frente a la imposición de estilos de vida y tecnología, los gobiernos pueden llegar a orientarlos mediante la creación de incentivos económicos, tales como, subvenciones, créditos fiscales, préstamos o garantías de precios; o, desincentivos, tales como tasas o impuestos en los mercados existentes o creando nuevos mercados de derechos o productos básicos que no se han comercializado como, por ejemplo, créditos de reducción de emisiones o créditos de energías renovables. Todos estos tipos de intervenciones de mercado se han utilizado en cierta medida para mitigar la contaminación atmosférica, el cambio climático, las SAO o los PBT.

En el marco del FPEIR (Figura 1.2, Capítulo 1), las intervenciones de mercado afectan las "fuerzas motrices" de los problemas ambientales, los cuales a su vez afectan las "presiones" y al "estado" del medio ambiente.

Aunque las intervenciones del mercado no disminuyen directamente las emisiones o las concentraciones ambientales, estas ofrecen a las personas y empresas reguladas cierta flexibilidad hasta el punto de crear un incentivo para mejorar el rendimiento y reducir los costos. Así, una intervención de mercado correctamente diseñada y ajustada puede lograr una reducción de las emisiones más eficaz que los enfoques de "comando y control".

Dado que los mercados se ven afectados por muchos factores que escapan al control de los gobiernos, las intervenciones en el mercado deben ajustarse periódicamente para reflejar las condiciones cambiantes. Siendo así de suma utilidad que esos ajustes puedan realizarse en el contexto de un régimen de planificación (véase la Sección 11.3), de modo que pueda evaluarse y seguirse el progreso hacia el estado deseado.

En algunos casos, las intervenciones gubernamentales son necesarias para introducir nuevas tecnologías en un mercado determinado. Una vez que la tecnología se ha introducido en el mercado y se le ha proporcionado un punto de apoyo, por ejemplo, mediante subvenciones o préstamos iniciales, debería ser capaz de competir con otras tecnologías sin la ayuda del gobierno. El siguiente estudio de caso explora cómo el Gobierno de Kenia ayudó a introducir estufas y combustibles limpios para reducir la contaminación atmosférica residencial.

Estudio de caso: Cocinas mejoradas en Kenia

La contaminación del aire en los hogares por el uso de fuentes de combustible tradicionales (madera, estiércol y carbón vegetal) para cocinar, es uno de los principales factores que contribuyen a la carga mundial de morbilidad (Lim *et al.* 2012; Cepeda *et al*. 2017; Landrigan 2017, véase la Sección 5.2.4). Una serie de enfermedades crónicas, como las cataratas, el cáncer de pulmón y la bronquitis, están asociadas al humo de la cocina, siendo las mujeres y los niños los más afectados (Cepeda *et al.* 2017). Más allá de esto, el carbono negro (un contaminante del aire doméstico) ha sido identificado como la segunda emisión antropogénica más importante que afecta significativamente al clima mundial (Bond *et al.* 2013; Myhre *et al.* 2013).

Los efectos adversos de la dependencia del mundo en desarrollo con respecto a la energía renovable tradicional para cocinar han hecho necesaria la oportuna intervención de la Alianza Mundial para Estufas Limpias (en adelante, la Alianza), una asociación público-privada orientada a la creación de un mercado mundial de soluciones mejoradas, limpias y eficientes para cocinar en los hogares, en un intento de reducir la huella de carbono de las estufas tradicionales que resultan altamente contaminantes. La Alianza se puso en marcha en 2010 con el ambicioso objetivo de fomentar la adopción de cocinas y combustibles limpios en 100 millones de hogares para 2020. Para ello se promovió una asociación entre ONG, fundaciones, cooperativas de mujeres, asociaciones comerciales, instituciones académicas, inversores y empresarios para ampliar los mercados de estufas limpias. Dado el amplio uso de la leña sin procesar, especialmente, en la zona rural del África Subsahariana, la Alianza inició su operació en varios países de esta región, incluyendo Kenia, donde el 84% de la población utiliza combustible sólido para cocinar y 16.500 muertes

anuales se atribuyen a la exposición a los contaminantes del aire interior (Global Alliance for Clean Cookstoves 2012a).

Kenia es la región del África Subsahariana que más ha avanzado en el desarrollo, la comercialización y la distribución de estufas limpias, pues desde 1980 inició con el desarrollo de la cerámica keniana Jiko (United States Agency for International Development y Winrock International 2011). Sin embargo, en 2007, la tasa de ingreso al mercado keniano de estufas fue de, aproximadamente, el 36%, con una adopción en las zonas rurales bastante baja. Desde entonces, la Alianza ha hecho notables incursiones en el mercado keniano de estufas gracias a su asociación con la Clean Cookstoves Association of Kenya (CCAK) mediante la cual se busca animar a los funcionarios del gobierno a adoptar incentivos de mercado, por ejemplo, suprimiendo o minimizando los impuestos y aranceles que impiden el crecimiento del sector de las estufas limpias. Un logro notable fue la reducción de los derechos de importación de estufas eficientes del 25% al 10% por parte del Gobierno de Kenia en 2016. La Alianza también ha concedido subvenciones para impulsar la creación de marcas y los esfuerzos de marketing, y ha apoyado a dos empresas cuyas propietarias son mujeres a través de su Fondo de Empoderamiento de las Mujeres. La financiación del carbono para las estufas limpias no solo ha sido beneficiosa para los kenianos, sino también ha permitido a las empresas internacionales alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones a través del comercio de carbono, lo que permite utilizar los créditos de carbono para cumplir con las obligaciones de reducción de emisiones en virtud de los sistemas de fijación de límites máximos y comercio, o para los sistemas de reducción voluntaria (Lambe *et al.* 2015).

Una evaluación de seis tipos de estufas de biomasa puso de manifiesto la necesidad de abordar los factores clave que contribuyen a reducir las emisiones, a saber: el diseño y el rendimiento de las estufas; otras fuentes potenciales de emisiones; la disponibilidad y el costo de las mismas; la ventilación; y, las estrategias para garantizar la adopción y el uso de estufas limpias (Pilishvili *et al.* 2016). Los resultados de la evaluación mostraron que las cocinas de biomasa redujeron las emisiones en comparación con la línea de referencia de las cocinas tradicionales de tres piedras. Sin embargo, la reducción de las emisiones no alcanzó los umbrales que permiten maximizar los beneficios para la salud pública.

En general, el mercado de las estufas limpias en Kenia es prometedor, pero hay una fuerte necesidad de intervención política

Tabla 12.4: Resumen de los criterios de evaluación: cocinas mejoradas en Kenia

Criterio	Descripción	Referencia
Éxito o fracaso	Aproximadamente, el 37% (3,5 millones) de los hogares utilizan cocinas de biomasa mejoradas (ICS, por sus siglas en inglés), mientras que más del 50% (aproximadamente, 5 millones) de los hogares siguen utilizando cocinas de biomasa tradicionales. Cada año se venden entre 240.000 y 300.000 ICS a nuevos clientes. El Gobierno de Kenia pretende alcanzar el 50% del potencial de reducción (es decir, aproximadamente 2,6 $MtCO_2e$) para 2030.	Kenya, Ministry of Energy and Petroleum and Sustainable Energy for All 2016; Kenya, Ministry of Environment and Natural Resources 2017
Independencia de la evaluación	Fondo Verde para el Clima, un mecanismo de financiación de la CMNUCC.	
Actores clave	Más del 80% de la cuota de mercado de las ICS de biomasa está dominada por las estufas artesanales.	Green Climate Fund 2018
Línea de referencia	En 2010 inició el proyecto de la Alianza Mundial para Estufas Limpias y para abril de 2016 ya había vendido, aproximadamente, 251.000 estufas en todo Kenia.	Natural Capital Partners 2018
Plazo de ejecución	Para 2030, el objetivo de mitigación de las emisiones de GEI es del 30%, dentro de un escenario sin cambios (BAU, por su sigla en inglés) correspondiente a143 $MtCO_2e$. De esta cifra, se considera que las intervenciones relacionadas con las ICS tienen un potencial de reducción para 2030 de 5,6 $MtCO_2e$.	Global Alliance for Clean Cookstoves 2014: Fondo Verde para el Clima 2018
Factores limitantes	La cadena de suministro de las ICS está poco desarrollada; las comunidades recogen la leña de forma gratuita; para cubrir las zonas rurales remotas existen costos y riesgos asociados a la inversión; la escasa concienciación de los consumidores; las limitaciones normativas, es decir, los derechos de importación, los impuestos y las subvenciones mal orientadas; la limitada capacidad de ensayo de los productos para hacer cumplir las normas; y la insuficiente inversión en la mejora de los productos.	Global Alliance for Clean Cookstoves 2012b; Green Climate Fund 2018
Factores facilitadores	Kenia eliminó el 16% de impuesto sobre el valor agregado (IVA) sobre el GLP, redujo el derecho de importación de las estufas eficientes del 25% al 10% y estableció un IVA de tasa cero para las estufas mejoradas, las materias primas y sus accesorios.	Global Alliance for Clean Cookstoves 2016
Rentabilidad	El diseño de las estufas no ofrece todos los beneficios del ahorro de combustible y la reducción de emisiones y las estufas de alta calidad no se distinguen fácilmente de sus competidores.	
Equidad	Los hogares situados en el 20% más pobre, las mujeres de los grupos de edad más jóvenes y las personas que viven en zonas remotas tienen menos probabilidades de adoptar e instalar estufas mejoradas.	Silk *et al.* 2012; Kapfudzaruwa, Fay y Hart 2017
Beneficios derivados	Mejoras en los medios de subsistencia, impactos sociales (incluidos los de género), reducciones de contaminantes (daños por ozono en los cultivos), entre otros.	
Aspectos transfronterizos	Las lecciones aprendidas pueden aplicarse a otros países del África Subsahariana.	
Posibles mejoras	Es necesario realizar estudios de segmentación de clientes para comprender sus necesidades y adaptar los productos financieros a los compradores. Es necesario utilizar las redes existentes de distribución y venta al por mayor de estufas para mejorar el acceso de los consumidores.	(Global Alliance for Clean Cookstoves 2013; Kenya, Ministry of Energy and Petroleum 2015)

en las zonas rurales para ampliar la adopción y el uso de las estufas. A futuro, el tema de la salud humana podría integrarse mejor dentro de esta política, al delinearse claramente los indicadores de salud de importancia local y mundial que deben ser monitoreados periódicamente con miras a hacer un seguimiento efectivo del progreso en dicha área a nivel espacial y temporal.

12.2.4 Políticas de información

Adicional al uso de mandatos regulatorios y de incentivos de mercado, en algunas ocasiones, los gobiernos pueden tratar de promover un cambio en el estilo de vida con el fin de reducir las emisiones o la exposición a niveles nocivos de contaminación atmosférica al proporcionar al público mejor información. Esto va de la mano de un mejoramiento sobre el entendimiento de los peligros y riesgos de la exposición a la contaminación atmosférica en los últimos años (Kelly y Fussel 2015), a pesar de la importancia que se otorgó a la creación de una educación pública para el control de la contaminación atmosférica, la cual fue planteada hace más de 50 años por Auerbach y Flieger (1967). Un ejemplo de este enfoque es el suministro de observaciones y previsiones sobre la calidad del aire en tiempo casi real. La publicación en línea de este tipo de datos es cada vez más común en muchos países e importantes ciudades de todo el mundo. Algunos lugares también proporcionan previsiones sobre la calidad del aire para uno o más días en el futuro. Esta información suele difundirse además a través de otros sitios web, redes sociales, aplicaciones para teléfonos inteligentes, periódicos, radio y televisión locales. Esta difusión en medios debería complementarse con carteles y folletos educativos con el objetivo de animar a los ciudadanos a cambiar su estilo de vida y así disminuir su exposición a la contaminación y, en consecuencia:

i. reducir el riesgo de aquellos efectos adversos para la salud, como por ejemplo, evitar el ejercicio al aire libre durante las concentraciones máximas, o que las personas especialmente vulnerables permanezcan en el interior; y,
ii. reducir sus emisiones, por ejemplo, mediante el uso del transporte público en lugar del transporte personal o reducir el uso de la leña o la quema de biomasa durante los episodios de contaminación previstos.

Las previsiones de calidad del aire y los valores en tiempo real pueden utilizarse para complementar otras políticas de control de la contaminación atmosférica. Así, algunas localidades de Estados Unidos imponen restricciones a la quema de leña cuando se ha emitido una alerta de episodio de contaminación, mientras que en Europa varias ciudades de gran tamaño, como París, han emitido restricciones al uso del automóvil privado durante episodios de alta concentración de contaminantes en los últimos años. En los episodios más graves, los gobiernos pueden cerrar fábricas y otras actividades no esenciales. En China, varias ciudades imponen una prohibición a los camiones y otros vehículos de altas emisiones durante el día para gestionar la calidad del aire.

Otros ejemplos de suministro de información para orientar el comportamiento e informar a los consumidores para la toma de decisiones, son el etiquetado y la marca. En el primer caso, el etiquetado se refiere a proporcionar información sobre un producto acerca de sus impactos ambientales, como sus emisiones relativas o su consumo de energía. Estas etiquetas pueden ser exigidas por la normativa gubernamental, por ejemplo, las estimaciones de emisiones y consumo de combustible se exigen en las etiquetas de los vehículos nuevos en los Estados Unidos, o pueden ser proporcionadas, voluntariamente, por el fabricante. La marca, en este contexto, implica asociar un logotipo o símbolo con un producto o servicio que le indique al consumidor que ha cumplido unos criterios determinados de comportamiento ambiental, tal es el caso de Energy Star. Estas marcas han sido establecidas por los gobiernos, las asociaciones industriales o los grupos de defensa pública en forma de programas voluntarios, con la inclusión en algunos casos de pruebas independientes.

Estos enfoques deben alcanzar un nivel de concientización y reconocimiento en sus poblaciones objetivo antes de que puedan tener un gran efecto sobre las presiones ambientales, tales como el consumo y otros comportamientos generadores de emisiones y aquellos impactos derivados de la exposición. Sin embargo, una vez alcanzado el umbral, los ciudadanos y consumidores pueden empezar a esperar y exigir esa información. Adicionalmente, una mayor concienciación sobre las fuentes y los impactos de la contaminación puede aumentar la demanda pública por un aire más limpio, productos y servicios con menos emisiones y políticas más estrictas.

El acceso a la información también promueve la innovación. En el pasado, la mayor parte de la información sobre la calidad del aire procedía de los organismos reguladores. Sin embargo, la curiosidad del público por saber más sobre la calidad del aire ambiente y sus vínculos con la salud humana, ha generado en la actualidad un nuevo mercado de monitores de calidad del aire no reglamentarios, que proporcionan la misma información que los monitores reglamentarios, pero a menor costo. Aunque la calidad de los datos producidos por los sensores de calidad del aire (a menudo catalogados como de bajo costo) para el crowdsourcing son veces cuestionados (Lewis y Edwards 2016; Thompson 2016), no debe subestimarse el empoderamiento de los ciudadanos en la apropiación de los datos ambientales (véase la Sección 25.2). Esto aporta información a la sociedad y permite al público tomar decisiones informadas sobre cuándo salir, cuándo pasar más tiempo al aire libre, etc., mientras se ve respaldado por las actividades para hacer que la información sobre la calidad del aire esté disponible de forma abierta y sea fácilmente accesible; por ejemplo, a través de la iniciativa OpenAQ ((https://openaq.org), que tiene como objetivo "hacer posible una ciencia antes imposible, incidir en la política y empoderar al público para luchar contra la contaminación del aire a través de datos abiertos, herramientas de código abierto y cooperación".

La necesidad de contar con más información ha llevado a que tanto organizaciones privadas como organismos reguladores se encarguen de experimentar con formas novedosas de generación de información que sean más adecuadas para el consumo. Es factible que la experimentación se amplíe y que los organismos reguladores intervengan y avalen las tecnologías emergentes para su posterior expansión.

Con el amplio uso de teléfonos inteligentes y aplicaciones abiertas, esta información está ahora al servicio de todos los que tienen acceso a un teléfono, además de los canales de difusión tradicionales. Debido a la amplia difusión de las aplicaciones móviles, el conocimiento y el acceso de los ciudadanos a la información está aumentando rápidamente. Como consecuencia, el público ha generado una demanda de cambio. La disponibilidad de información específica puede empoderar aún más a las personas para estar preparadas y gestionar los riesgos para la salud en respuesta a los peligros ambientales, como lo demuestra, por ejemplo, el sistema de información *Know and Respond* en Escocia, o el pronóstico sobre contaminación del aire en todo el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte proporcionado por el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales de dicho país (2018). *Know and Respond* es un servicio gratuito para los suscriptores en Escocia que envía a los usuarios registrados un mensaje de alerta si se prevé que la contaminación atmosférica en su zona será moderada, alta o muy alta (Air Quality in Scotland 2018).

Estudio de caso: AirNow, datos y previsiones sobre la calidad del aire en tiempo real

En 1995, la Asociación Americana del Pulmón de Maryland, un grupo de defensa no gubernamental, inició la creación de un mapa diario sobre las observaciones de ozono de los monitores operados por el Estado de Maryland (los gobiernos estatales y locales son responsables de operar las estaciones de monitoreo de calidad del aire en los Estados Unidos). Para 1997, los mapas diarios de ozono se ampliaron a 14 estados del noreste y para 1998, la EPA de los Estados Unidos se hizo cargo del funcionamiento del sistema central de datos, añadiendo siete estados más y concediéndole el nombre de sistema AirNow (http://airnow.gov/).

Durante los 10 años siguientes, AirNow creció a medida que más estados y agencias locales aportaban sus datos, contando, para 2008, con los datos de los organismos de 50 estados de los Estados Unidos, 4 provincias canadienses y el gobierno nacional y 2 estados mexicanos. Con el tiempo, el sistema de datos y la entrega de productos fueron mejorando paulatinamente, experimentando con nuevos productos y servicios. En 2009, la arquitectura del sistema y las herramientas del software fueron revisadas lo cual permitió la implementación del software en diferentes entornos. El nuevo software, denominado AirNow-International, se implantó en Shanghái (China) para la Exposición Universal de 2010 y en Monterrey (México) en 2012.

Actualmente, AirNow reúne y distribuye observaciones y previsiones de más de 130 organismos federales, estatales y locales.

Los datos de Estados Unidos se facilitan al público y a los medios de comunicación mediante el Índice de Calidad del Aire (ICA), mediante una escala numérica y codificada por colores basada en las Normas Nacionales de Calidad del Aire Ambiental de Estados Unidos. En el caso de los teléfonos inteligentes, una interfaz de programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) ha el cual cuenta con sistema de datos a las aplicaciones para este tipo de dispositivos, las cuales continúan proliferado. AirNow-International ha aumentado su alcance geográfico y el Departamento de Estado de EE.UU. ha empezado a proporcionar observaciones de la calidad del aire desde determinadas embajadas y consulados estadounidenses en todo el mundo.

Como política de información, el programa AirNow de la EPA de los Estados Unidos constituye un ejemplo de bajo costo, pero alto beneficio, ya que el programa aprovecha la infraestructura de una manera novedosa al hacer uso de las estructuras existentes, como las redes de vigilancia y las agencias estatales o locales de calidad del aire. El principal beneficio de esta política de información consiste en ayudar a los individuos a reducir o evitar la exposición a altos niveles de contaminación, por lo cual, la información oportuna anima a los ciudadanos a tomar medidas paliativas para reducir su contribución a la contaminación. Además, el suministro de información crea una conciencia sobre la contaminación atmosférica, una demanda de aire más limpio y una mayor aceptación de otras políticas reguladoras y de mercado con miras a disminuir la contaminación. Aunque no existe ninguna evaluación formal del programa, varios estudios demuestran que la información sobre la calidad del aire tiene un impacto en la concientización y el estilo de vida.

Tabla 12.5: Resumen de los criterios de evaluación: AirNow, datos y previsiones de la calidad del aire en tiempo real

Criterio	Evaluación	Referencia
Éxito o fracaso	Estudios han demostrado un aumento en la concientización debido a las alertas, sin embargo, los cambios en el estilo de vida, por ejemplo, la disminución en el uso de vehículos o en el consumo de energía, resultan más difíciles de cuantificar.	Blanken, Dillon y Wismann 2001; Henry y Gordon 2003; Mansfield y Corey 2003; Kansas Department of Health and Environment 2006; Mansfield, Johnson y von Houtven 2006; McDermott, Srivastava y Croskell 2006; Semenza *et al.* 2008; Mansfield, Sinha y Henrion 2009; Neidell 2008
Independencia de la evaluación	Varios estudios.	
Actores clave	Gobiernos nacionales, estatales/provinciales y locales.	
Línea de referencia	Depende de la ubicación.	
Plazo de ejecución	Entre 1995 y 2008, el sistema pasó de ser la iniciativa de un estado a convertirse en un sistema en el que participan organismos de 50 estados en los Estados Unidos, 4 provincias canadienses, el gobierno nacional y 2 estados mexicanos. En la actualidad, se cuenta con la participación de más de 130 organismos federales, estatales y locales.	
Factores limitantes	La información sobre la calidad del aire puede generar ansiedad por los posibles efectos sobre la salud, conduciendo a algunas personas a buscar atención médica innecesaria. Incluso, una vez que la información es puesta a disposición del público, una variedad de usos imprevistos puede llegar a darse. Las políticas y las actitudes relacionadas con la transparencia de la información y su disponibilidad pueden constituir importantes limitaciones.	
Factores facilitadores	Un requisito previo es contar con una infraestructura eficaz de control de la calidad del aire y un programa de recogida y difusión de datos.	
Rentabilidad	Los costos adicionales de la gestión y difusión de datos son pequeños, en comparación con los costos de la actividad de monitoreo y el valor de la cobertura mediática	
Equidad	El acceso a la información sobre la calidad del aire no es uniforme. Las personas con poca educación o sin acceso a Internet pueden quedar excluidas.	
Beneficios derivados	Crea una mayor demanda de calidad del aire y mejora la aceptación de las políticas de gestión de esa calidad	
Efectos transfronterizos	La expansión del programa a nivel internacional se realiza bajo los auspicios del Grupo sobre Observaciones de la Tierra.	
Posibles mejoras	A medida que aumenta el acceso a diversos tipos de información, también aumentan las expectativas de acceso sobre información relacionada con la calidad del aire.	

12.2.5 Cooperación internacional

Nadie puede vivir sin aire y su calidad es indispensable. Sin embargo, actualmente el 90% de la población mundial se ve obligada a vivir con aire insalubre, sobre todo en Asia y África (WHO 2018). La contaminación atmosférica y los PBT resultan especialmente preocupantes, ya que se desplazan a nivel local, internacional, regional y mundial. Es por esto que la cooperación internacional desempeña un papel importante cuando la contaminación atmosférica cruza las fronteras o debe abordarse a través de ellas.

La cooperación pueda adoptar muchas formas, desde la diplomacia formal a la informal, pasando por la bilateral y la multilateral. Los gobiernos son uno de los actores clave para alinear sus acciones, entre otras, negociar y concluir acuerdos medio ambientales multilaterales (MEA) en el marco de una intrincada red de intereses nacionales; brindar ayuda internacional; conducir la creación de capacidades y ayuda técnica en el marco del acuerdo o más allá del mismo; vigilar y modelar la contaminación atmosférica para mejorar los conocimientos científicos con la ayuda de una comunidad de expertos; compartir información con el público; sensibilizar y participar en esfuerzos voluntarios encaminados a lograr una mayor cooperación con miras a reducir la contaminación atmosférica. Una capacitación formal, la demostración de tecnología y las actividades de investigación y evaluación cooperativa ofrecen oportunidades más eficaces de intercambio de conocimientos y creación de capacidades. Aunque su impacto inmediato es difícil de cuantificar, estas actividades pueden tener una influencia a largo plazo y de gran significado en los resultados medio ambientales. Aunque los gobiernos locales son actores importantes en la aplicación de las políticas medio ambientales nacionales, la cooperación de las empresas y la industria es crucial de cara a aumentar la eficacia de las mismas. En el marco de los ocho protocolos jurídicamente vinculantes del CLRTAP se han logrado avances considerables en materia de cooperación política, control y notificación de emisiones y recuperación de ecosistemas. La aplicación del concepto de carga crítica orientada a los efectos, junto con la minimización de los costos regionales de las medidas de mitigación basadas en la ciencia, tanto técnicas como estructurales, ha ofrecido un camino sofisticado pero exitoso para los países participantes.

Un enfoque relativamente reciente de la cooperación internacional en cuestiones relacionadas con el aire ha sido el desarrollo de iniciativas público-privadas, como: la Alianza a Favor de Vehículos y Combustibles Menos Contaminantes; la Alianza Mundial para Estufas Limpias (véase la Sección 12.2.3); la Alianza Mundial de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura; y, la Coalición Clima y Aire Limpio para la Reducción de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCAC, por su sigla en inglés). Estas iniciativas congregan a gobiernos nacionales interesados, organizaciones intergubernamentales, empresas del sector privado, organizaciones de la sociedad civil y fundaciones filantrópicas para impulsar esfuerzos específicos de mitigación de la contaminación. Por ejemplo, la CCAC fue fundada en 2012 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en compañía de los gobiernos de Bangladesh, Canadá, Ghana, México, Suecia y Estados Unidos, con el fin de catalizar acciones para reducir las emisiones de carbono negro, metano e hidrofluorocarbonos. La CCAC cuenta ahora con más de 100 organizaciones estatales y no estatales asociadas que participan en 11 iniciativas diferentes. Esto podría contribuir a que haya combustibles y tecnologías más limpias en los hogares de 3.000 millones de personas vulnerables que sufren la contaminación del aire en sus hogares (Apte y Salvi *et al.* 2016).

Las instituciones financieras internacionales, como el Banco Mundial, el Banco Asiático de Desarrollo, el Banco Africano de Desarrollo, el Fondo Mundial para el Medio Ambiente y el Fondo Verde para el Clima, desempeñan un papel importante en la financiación de proyectos. La ayuda financiera y la aplicación cooperativa de medidas de control pueden tener un efecto claro y demostrable en la disminución de las emisiones a corto plazo, pero los impactos a largo plazo pueden ser mucho mayores si las medidas de control se reproducen.

Las organizaciones regionales pueden funcionar de dos maneras: la primera, como la UE, está asumiendo el liderazgo de las negociaciones como actor global y un papel cada vez más importante en la política medio ambiental; mientras que la segunda, como la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN), funciona como un foro internacional. Ambas ofrecen oportunidades para establecer agendas regionales, aprender nuevos conocimientos y perspectivas, compartir información y debatir cuestiones comunes. Los secretariados de los tratados podrían influir en el proceso de negociación entre los Estados en el marco de estos. Los grupos afines, las alianzas y los aliados de los Presidentes también podrían dirigir, mediar o frenar las negociaciones. Algunos de estos procesos de cooperación también podrían ser activados por las ONG medio ambientales, los partidos verdes y los ciudadanos, así como por organizaciones internacionales como la OMS, la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y el PNUMA, ayudando a establecer la agenda ambiental, enmarcando las cuestiones medio ambientales o proporcionando recursos para la cooperación internacional.

Como se ha presentado en la Sección 5.5, los MEA que guardan relación con la contaminación atmosférica son los relativos al cambio climático (CMNUCC), el agotamiento del ozono estratosférico (Convenio de Viena y Protocolo de Montreal), el mercurio (Convenio de Minamata) y los contaminantes orgánicos persistentes (Convenio de Estocolmo). Aunque no hay un convenio mundial sobre la contaminación atmosférica, existen varios MEA regionales y acuerdos bilaterales, siendo el CLRTAP de 1979 uno de los MEA regionales más antiguos negociado en el marco de la CEPE. En los ocho protocolos jurídicamente vinculantes del CLRTAP se han logrado avances considerables en materia de cooperación política, seguimiento y modelización, control de las emisiones y presentación de informes, así como en la recuperación de los ecosistemas.

Evaluar el impacto de los acuerdos internacionales no es una tarea fácil. El cumplimiento de los compromisos legales puede evaluarse, pero no siempre está claro si la reducción en las emisiones producidas fueron el resultado de un acuerdo internacional o si se habrían producido en ausencia del este. Además, un cumplimiento perfecto puede ser indicio de objetivos poco ambiciosos que requieren un poco más de esfuerzo que el acostumbrado.

Ninguno de los MEA identificados anteriormente cuenta con un mecanismo de aplicación internacional eficaz. Dependiendo de las leyes de un país, un gobierno nacional puede ser llevado a los tribunales de su propio país por no cumplir sus tratados internacionales. Sin embargo, este tipo de acciones son escasas y garantizar el cumplimiento de los compromisos internacionales depende sobre todo de la presión diplomática o de los pares.

El siguiente estudio de caso explora los progresos realizados en el marco del acuerdo regional sobre la neblina transfronteriza negociado en el seno de la ASEAN en 2002 y ofrece valiosas lecciones aprendidas sobre los retos de la cooperación internacional.

Estudio de caso: Acuerdo de la ASEAN sobre la Contaminación Transfronteriza Causada por la Calima

La calima o bruma contaminante, término usado en el sudeste asiático, es sinónimo de contaminación atmosférica procedente de los incendios terrestres y forestales y de la quema de residuos agrícolas de las poblaciones rurales. La contaminación transfronteriza por calima se debe a la contaminación cuyo origen físico se encuentra total o parcialmente en una zona bajo la jurisdicción nacional de un país y que se transporta a otra zona bajo la jurisdicción de otro país (Acuerdo de la ASEAN sobre la Contaminación Transfronteriza por calima). Los peores episodios de calima se han presentado en los años afectados simultáneamente por las anomalías climatológicas de El Niño-Oscilación del Sur y el Dipolo del Océano Índico. En 2015 se presentó el episodio de bruma contaminante más severo causado en parte por la sequedad desencadenada por ambas anomalías en la región, especialmente en las islas indonesias de Sumatra y Kalimantan (Koplitz *et al.* 2016).

Tabla 12.6: Resumen de los criterios de evaluación: Acuerdo de la ASEAN sobre la Contaminación Transfronteriza Causada por la Calima

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Opinión mixta sobre la eficacia y la consecución de los objetivos.	
Independencia de la evaluación	Sin consenso en las evaluaciones.	
Actores clave	Gobiernos, Secretaría de la ASEAN y sus organismos, ONG, gobiernos extranjeros, industrias y organizaciones internacionales/regionales.	
Línea de referencia	El Acuerdo no proporciona una línea de referencia específica.	
Plazo de ejecución	Se espera que el Acuerdo permanezca en vigor a perpetuidad con la participación activa de todos los Estados miembros de la ASEAN, a fin de lograr una ASEAN libre de calima en 2020.	Haze Action Online 2018
Factores limitantes	La tala y el desbroce de tierras mediante la quema, generan empleo para las personas de escasos recursos debido a la escasez de oportunidades laborales en otros sectores. Así, las industrias de la palma aceitera y de madera para pulpa han prosperado, en gran medida, en un contexto de una débil aplicación de la ley por parte de las autoridades locales. Una vez el terreno es limpiado para dar espacio a las plantaciones, los bosques de turba tienden a arder bajo la tierra durante semanas, incluso después de que los incendios de la superficie se hayan extinguido por completo.	
Factores facilitadores	Entre 2007 y 2011, Singapur colaboró con Jambi, en Indonesia, en la ejecución de programas de acción para prevenir y mitigar los incendios terrestres y forestales. Malasia cooperó con la ONG, Global Environmental Centre, para reducir los riesgos asociados a los incendios de turberas. El proyecto de siembra de nubes de 2005 en Riau y Kalimantan Occidental, llevado a cabo por Indonesia, Malasia y Singapur, fue una muestra de cooperación. La asociación medio ambiental entre Singapur e Indonesia entre 2009 y 2011 permitió la gestión y extinción de incendios en Riau. Los acuerdos institucionales y la colaboración han sido factores facilitadores fundamentales, al igual que la voluntad de las partes de comenzar a actuar incluso antes de la ratificación de Indonesia. Los programas para mejorar la gestión de las turberas y controlar la contaminación por calima han sido bien acogidos por los Estados miembros.	Haze Action Online 2017
Rentabilidad	El costo del Proyecto de Bosques de Turberas de la ASEAN 2010-2014 fue de 5,9 millones de dólares y logró ampliar la gestión y rehabilitación de lugares críticos en Filipinas y Vietnam. Una estimación del costo para controlar la calima en Indonesia se sitúa en 5.700 millones de dólares, y otra para hacer frente a los incendios forestales es de 1.200 millones de dólares, pero esto no incluye las pérdidas por la quema de turberas, que el Banco Mundial establece en 16.000 millones de dólares solo por los incendios de 2015.	World Bank 2016; Nazeer y Furuoka 2017; Hans 2018
Equidad	La calima contribuye a las dificultades respiratorias y a otras enfermedades relacionadas con este tipo de contaminación, especialmente, en los niños y en las personas de escasos recursos.	Malaysian Nature Society Science and Conservation Unit 1997; Gordon, Mackay y Rehfuess 2004
Co-beneficios	Los impactos relacionados con la calima incluyen las emisiones de CO_2, pérdidas de vida silvestre y beneficios potenciales derivados de la preservación de la naturaleza y la biodiversidad y, adicionalmente, se encuentran vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como, por ejemplo, a los objetivos 3, 11 y 12. La estrategia de gestión de las turberas de la ASEAN y el proyecto sobre turberas de la SEA incluyen contribuciones a la mitigación del cambio climático (2006-2020). El Acuerdo es relevante para la consecución de los objetivos nacionales de calidad del aire. Por ejemplo, en Singapur, país que ha adoptado objetivos para 2020, la gestión eficaz de las turberas y el control de la contaminación por calima en los países vecinos han tenido un impacto directo en su calidad del aire.	Asia Pacific Clean Air Partnership [APCAP] 2015, p. 2; World Wide Fund for Nature [WWF] 2018
Efectos transfronterizos	El humo de los incendios forestales y de la quema de residuos agrícolas se desplaza a otros países afectándolos negativamente.	
Posibles mejoras	El desarrollo de una política de combustión cero, la consecución de la Visión 2025 de la Comunidad de la ASEAN y el aumento de la voluntad política para una mayor cooperación, podría obtener beneficios potenciales a través de la colaboración con otras iniciativas como la Acid Deposition Monitoring Network en Asia Oriental, la Climate and Clean Air Coalition y la Asian Co-benefits Partnership.	

La calima es un problema de salud que empeora las afecciones cardíacas y pulmonares existentes (WHO 2016). Esta ha causado infecciones respiratorias agudas en más de 500.000 personas y llevado a la muerte de 19 en 2015. Su costo económico se estimó en 16.000 millones de dólares, afectando a los sectores del transporte (372 millones de dólares), el turismo (399 millones de dólares), el comercio (1.300 millones de dólares), la industria manufacturera y la minería y la educación masiva (World Bank 2016, pp. 1-2, 4-8). Las emisiones por la quema de turberas contenían 90 gases con altos niveles de toxicidad de formaldehído, acroleína, benceno, monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno (Stockwell *et al.* 2016).

El primer gran episodio de contaminación por calima que se presentó en 1997-1998 exigió una acción regional y tras la importante evaluación de los daños realizada por el Banco Asiático de Desarrollo (Qadri ed. 2001), en 2002 se adoptó el Acuerdo de la ASEAN sobre la Contaminación Transfronteriza Causada por la Calima, que entró en vigor en 2003 (Haze Action Online 2018; UNEP 2010).

El Acuerdo procura cambiar los esquemas de gobernanza hacia una región ASEAN libre de calima mediante la prevención y el control de la contaminación transfronteriza producto de esta como resultado de los incendios terrestres y forestales y que es mitigada a través de esfuerzos nacionales concertados y la intensificación de la cooperación regional e internacional. El Centro Meteorológico Especializado de la ASEAN ha recibido el mandato de ser el centro regional encargado de vigilar y evaluar la situación de la calima y la bruma contaminante y de proporcionar una alerta temprana sobre su aparición a nivel transfronterizo. Los Centros Nacionales de Monitoreo son designados dentro de cada país para vigilar la situación de los incendios y la calima a nivel local (Velasco y Rastan 2015).

Existen opiniones encontradas sobre la eficacia del Acuerdo para alcanzar sus objetivos. En 2003, este se convirtió en el primer acuerdo medio ambiental regional de la ASEAN en entrar en vigor, pero no todos los países de la ASEAN ratificaron el acuerdo sino hasta 2014. Una vez que entró en vigor, se iniciaron algunas actividades de cooperación internacional y políticas nacionales, sin embargo, eventos importantes de contaminación por la calima han seguido ocurriendo, con episodios notables en 2013 y 2015. Al igual que muchos MEA, el Acuerdo no tiene una cláusula de sanciones frente al incumplimiento de las obligaciones estipuladas, no obstante, desde 2015 se han observado algunos avances. Por ejemplo, Brunéi ha desarrollado su propio sistema de previsión de calima transfronterizas; Singapur ha promulgado una ley para mejorar la capacidad del país de hacer frente a la calima transfronteriza, haciendo que las empresas asuman la responsabilidad sobre los eventos de contaminación por calima producidos a causa de una actividad en dicho territorio o por fuera de este; Indonesia puso en marcha una normativa para proteger los bosques primarios y las turberas, basándose en una moratoria sobre nuevas concesiones iniciada en 2011. Se espera que esta política evite 7,8 Gt de emisiones de CO_2 para 2030 (Republic of Indonesia 2015, pp. 5–6).

Las actividades realizadas en el marco del Acuerdo también pueden apoyar otras formas de cooperación en la región, como la coordinación de las redes de vigilancia, por ejemplo, a través de la Asociación Asia y Pacífico para el Aire Limpio (APCAP, por su sigla en inglés). La APCAP reúne el Acuerdo sobre la calima de la ASEAN, la Declaración de Malé, la Red de Asia Oriental para la Deposición Ácida y las iniciativas sobre las nubes marrones en la atmósfera.

12.3 Indicadores

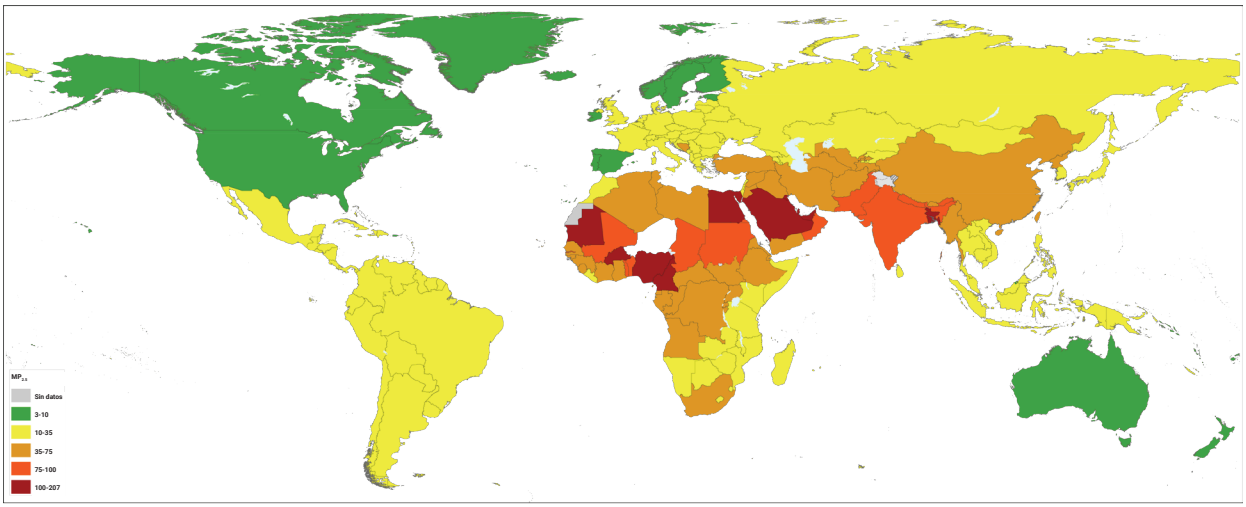
Tal y como se comentó en el Capítulo 5, el cambio atmosférico (incluida la contaminación atmosférica, el cambio climático, el agotamiento del ozono estratosférico y la contaminación por PBT) está directa o indirectamente relacionado con cada uno de los ODS (véase la Figura 5.2). Estos asuntos también se abordan en un conjunto de MEA mundiales y regionales, así como en políticas a nivel nacional, provincial y municipal, en donde la evaluación de su eficacia e idoneidad individual o en conjunto, requiere disponer de indicadores capaces de ser medidos. Lo ideal es que esos indicadores sean sensibles a los cambios políticos de interés, pero que no se vean alterados por otras influencias. Sin embargo, el indicador también debe poder relacionarse con los impactos del cambio de política que la sociedad valora. Estos dos objetivos apuntan a cualquiera de los dos extremos del marco FPEIR (Figura 1.2) utilizado en los capítulos anteriores, lo que sugiere que la selección proporcione un indicador óptimo que suele ser un elemento de consenso que puede ser diferente cuando la intención es evaluar la eficacia de una política específica (como en los estudios de caso anteriores) frente a la idoneidad de un conjunto de políticas (incluidas las políticas a diferentes escalas geográficas).

En esta sección se describen tres indicadores del cambio atmosférico que pretenden seguir el progreso hacia los ODS y comparar la idoneidad de las políticas existentes a escala nacional. Los indicadores elegidos se centran en la contaminación atmosférica, el agotamiento del ozono estratosférico y el cambio climático. Los datos disponibles sobre emisiones y concentraciones de PBT no son suficientes para evaluar la eficacia de las políticas a nivel global o nacional.



12.3.1 Indicador 1: Concentración media anual de $MP_{2,5}$ ponderado por población

Figura 12.2: Concentración media anual de $MP_{2,5}$ ponderado por el conjunto de la población del país en 2016



Este mapa combina datos de observaciones satelitales, monitoreos de superficie y un modelo de transporte y química atmosférica.

Fuente: Adaptado de Health Effects Institute (2017); Shaddick *et al.* (2018).

Relevancia política/relación causal

Las concentraciones de $MP_{2,5}$ son variables propias del estado que dependen de las emisiones de contaminantes, pero también de la meteorología y el clima. Estas partículas se emiten directamente, pero también se forman en la atmósfera a partir de las emisiones de gases precursores. Las políticas influyen en las concentraciones de $MP_{2,5}$ mediante la modificación de las emisiones y, a largo plazo, del clima. Las concentraciones de $MP_{2,5}$ están relacionadas con la exposición y el impacto en la salud humana, los ecosistemas, la visibilidad y el forzamiento climático a corto plazo.

Las concentraciones de $MP_{2,5}$ y sus concentraciones en el ambiente pueden ser monitoreadas en lugares de contacto con la superficie y también pueden estimarse a partir de las observaciones de los instrumentos satelitales. La mejor caracterización de la distribución de las concentraciones de $MP_{2,5}$ se desarrolla combinando la información de las observaciones de la superficie, las observaciones satelitales y los modelos informáticos. El campo de concentración resultante puede combinarse con la distribución de la población para estimar la media anual ponderada por la población.

La exposición a las concentraciones de $MP_{2,5}$ provoca una serie de impactos en la salud humana, incluida la muerte prematura. La ponderación de la concentración media según la distribución de la población crea un indicador centrado en las concentraciones a las que están expuestas las personas.

Las emisiones de $MP_{2,5}$ y sus precursores provienen de una amplia variedad de fuentes antropogénicas, incluida la generación de electricidad, el transporte, la combustión residencial, los procesos industriales y las quemas agrícolas, las cuales pueden gestionarse mediante una amplia variedad de enfoques políticos.

Otros factores

Las concentraciones de $MP_{2,5}$ también se ven afectadas por el clima, los incendios forestales, el polvo arrastrado por el viento y los volcanes. El clima está sujeto a una importante variabilidad interanual, a ciclos decenales y a tendencias a largo plazo; las contribuciones de los incendios forestales, el polvo arrastrado por el viento y los volcanes también varían cada año. Estas influencias deben tenerse en cuenta a la hora de atribuir las tendencias observadas al impacto de las políticas de control.

Las tendencias observadas pueden atribuirse cuantitativamente a los cambios en las emisiones antropogénicas, las emisiones naturales y el clima, utilizando modelos informáticos de química y dinámica atmosférica. Sin embargo, la incertidumbre en las estimaciones de los modelos puede ser tan grande como el impacto producido por un cambio de política.

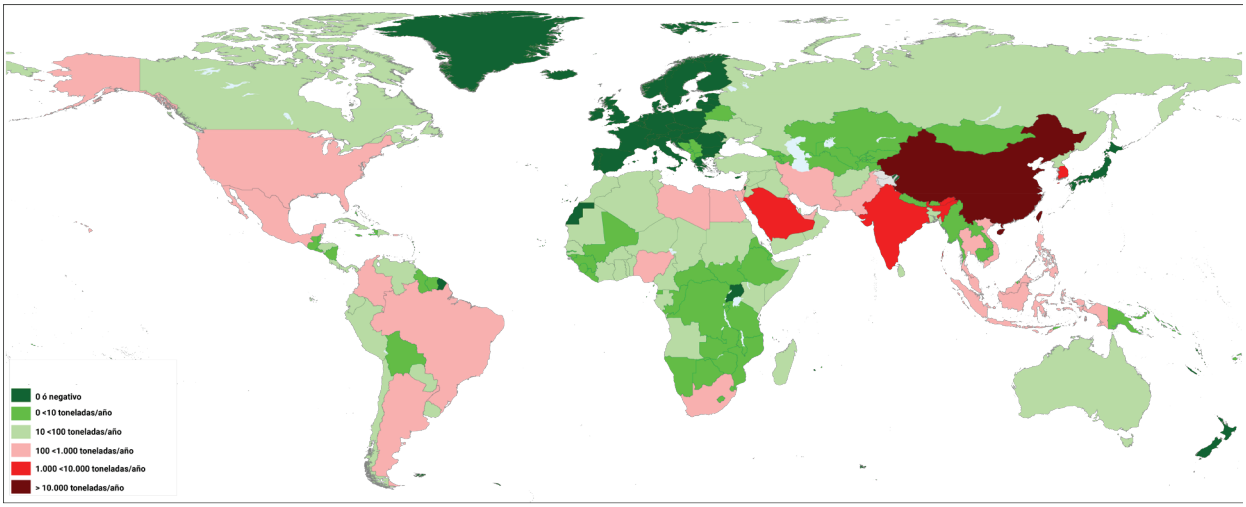
Posibles alternativas

Las concentraciones de $MP_{2,5}$ constituyen una medida bien aceptada sobre la contaminación atmosférica. La OMS ha establecido un valor orientativo y objetivos provisionales para las concentraciones medias anuales máximas de $MP_{2,5}$. En el marco de los ODS, se seleccionó el nivel medio anual de $MP_{2,5}$ o MP_{10} ponderado por la población como indicador de progreso hacia ciudades sostenibles. La ponderación de las concentraciones en función de la población expuesta centra la métrica en el impacto global sobre la población. Sin embargo, una media ponderada por población puede ocultar el número de personas expuestas a los niveles de contaminación atmosférica más extremos. Por ello, las concentraciones absolutas proporcionan otra alternativa métrica.

Las emisiones directas de $MP_{2,5}$ y sus precursores gaseosos (incluidos el SO_2, NO_x y NH_3) son indicadores alternativos. Las emisiones se ven más directamente afectadas por los cambios políticos, pero están más distanciadas de los impactos en la salud. Para muchas fuentes, la medición de emisiones es poco práctica y las estimaciones son muy inciertas.

12.3.2 Indicador 2: Emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono

Figura 12.3: Consumo en toneladas de sustancias que agotan la capa de ozono en 2016



Fuente: PNUMA (2017).

Relevancia política/cadena causal

La fabricación y el uso de las SAO provocan emisiones que afectan la concentración de ozono en la estratosfera y, en consecuencia, el nivel de radiación ultravioleta (UV) que llega a la superficie de la Tierra. A su vez, el aumento a la exposición a los rayos UV afecta negativamente la salud humana y los ecosistemas, mientras que las SAO varían en la medida en que agotan el ozono estratosférico. La eficacia de las políticas para limitar la fabricación y el uso de las SAO puede medirse utilizando las estimaciones de las emisiones de dichas sustancias ponderadas por el potencial de agotamiento del ozono (PAO) de cada compuesto (2014). Las emisiones de SAO ponderadas por el PAO se comunican a la Secretaría del Convenio de Viena y del Protocolo de Montreal.

Otros factores

Las emisiones de SAO están directamente relacionadas con la eficacia de las políticas para eliminar su fabricación, uso e inadecuada eliminación.

La relación entre las emisiones de SAO, las concentraciones de ozono estratosférico, las exposiciones a los rayos UV y los efectos sobre la salud pueden estimarse mediante modelos que tengan en cuenta la química y la dinámica atmosférica, los comportamientos de exposición y las características de la población. Estas estimaciones del modelo pueden evaluarse comparándolas con las concentraciones de ozono, los niveles de UV y las tasas de incidencia de enfermedades observadas.

Posibles alternativas

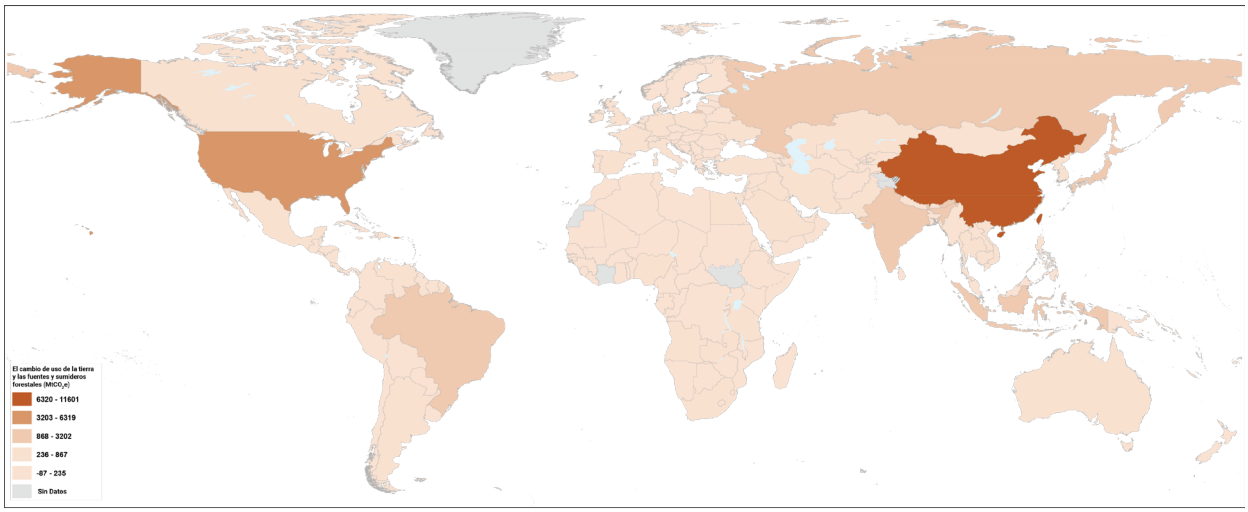
Se han utilizado otras métricas para medir el éxito de los esfuerzos por proteger el ozono estratosférico, como la concentración mínima de ozono estratosférico observada, los cambios en los niveles de radiación UV y la extensión espacial del "agujero" de ozono en la Antártida. Estas métricas están influidas por las políticas de los ODS a largo plazo, pero también por la variabilidad interanual, los ciclos climáticos decenales y el cambio climático a largo plazo.

Las emisiones de las SAO podrían compararse en función de las cifras per cápita o del producto interno bruto (PIB), lo que implica una suposición diferente sobre lo que constituye una distribución equitativa de la carga de los controles adicionales.



12.3.3 Indicador 3: Emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero de larga duración (equivalentes de CO_2)

Figura 12.4: Emisiones nacionales totales de GEI en 2014 expresadas en MtCO2e, incluyendo el cambio de uso de la tierra y las fuentes y sumideros forestales



Fuente: World Resources Institute (2017). Herramienta de Indicadores de Análisis Climático: Climate Data Explorer del WRI Washington, DC: World Resources Institute (WRI) Disponible en http://cait.wri.org/historical/. Obsérvese que estos datos proceden de varias fuentes, como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] 2016; la AIE 2016; la CMNUCC 2017b).

Relevancia política/cadena causal

El cambio climático a largo plazo se debe, principalmente, a emisiones de GEI, como el CO_2, el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los gases fluorados. La contribución de cada uno de estos contaminantes al cambio climático puede compararse en términos de sus equivalencias de CO_2 utilizando el índice de Potencial de Calentamiento Global (PCG), que tiene en cuenta los diferentes tiempos de vida atmosférica de los contaminantes. Este índice se calcula para un plazo determinado, siendo 100 años, el más habitual para comparar los impactos de los GEI de larga vida.

Las emisiones antropogénicas de GEI proceden de una amplia gama de fuentes, pero están asociadas principalmente a la producción y el consumo de energía, el cambio de uso del suelo y la deforestación. Diferentes tipos de políticas pueden afectar directa o indirectamente los comportamientos y tecnologías de producción y consumo de energía y, por tanto, la generación de emisiones de GEI. Las emisiones antropogénicas se cuantifican y notifican a nivel nacional a la CMNUCC y proporcionan un indicador agregado sobre la eficacia de las políticas. La CMNUCC dispone de datos sobre emisiones anuales desde 1990 hasta la actualidad para los países industrializados o las economías en transición (denominados Partes del Anexo I en la Convención). En virtud del Acuerdo de París, todos los países deben presentar inventarios de emisiones cada dos años.

Otros factores

Las emisiones antropogénicas de GEI se ven afectadas, no sólo por las políticas, sino también por las tendencias económicas, sociales y tecnológicas. Las emisiones de GEI son generadas no solo por fuentes naturales, sino por fuentes antropogénicas las cuales se ven afectadas por la variabilidad meteorológica y climática natural.

La relación entre las emisiones de GEI, el forzamiento radiativo, los cambios en el clima y la variabilidad climática y los impactos posteriores sobre la salud humana, los ecosistemas y las infraestructuras puede estimarse utilizando modelos del sistema terrestre que deben tener en cuenta un número importante de procesos y retroalimentaciones.

Las estimaciones de las emisiones de GEI pueden compararse con las observaciones de las concentraciones de GEI procedentes de las mediciones in situ y de los instrumentos de satélite, aunque puede resultar difícil atribuir los pequeños cambios en las fuentes antropogénicas específicas a los cambios en la distribución observada.

Posibles alternativas

Las emisiones de GEI de larga duración ponderadas por el PCG constituyen una medición bien aceptada respecto a la eficacia de la política climática en el marco de la CMNUCC.

Los cambios en las emisiones y los cambios en las concentraciones atmosféricas, en el forzamiento radiativo o en las variables de estado del clima (temperaturas, precipitaciones, etc.) presentan un gran desfase, lo que hace que estas variables de estado sean menos útiles a la hora de evaluar la eficacia de las políticas.

Las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta (como el carbono negro y los hidrofluorocarbonos) podrían incluirse en la agregación, y podrían utilizarse otros índices (como un Potencial de Temperatura Global (PTG) o un PCA en un horizonte de 20 años) para ponderar la contribución de los distintos contaminantes.

Las emisiones de GEI podrían compararse por habitante o por PIB, cada uno de los cuales implica una suposición diferente sobre lo que constituye una distribución equitativa de la carga de los controles adicionales.

12.4 Debate y conclusiones

Los problemas de la contaminación atmosférica, el cambio climático, las SAO y los PBT han sido objeto de una gran variedad de enfoques políticos, que incluyen, entre otros, los regímenes de planificación, las normas sobre emisiones y tecnología, las intervenciones en el mercado, la información pública y la cooperación internacional. Es posible aprender lecciones sobre cada tipo de enfoque político a partir de las aplicaciones hechas para los cuatro distintos problemas en distintas escalas geográficas.

Una de las lecciones es que los enfoques políticos deben adaptarse a contextos específicos, pues no existe un único modelo de política que sea el más adecuado para todos los entornos. Los países de ingresos altos se basan en regímenes de planificación con mucha información y en enfoques normativos respaldados por la capacidad de ejecución del gobierno. Estos enfoques pueden no ser los más apropiados para contextos en los que la información es escasa y la capacidad de aplicación es inexistente. En estos casos, las normas voluntarias, las intervenciones en el mercado y la información pública pueden resultar más eficaces para reducir las emisiones y la exposición a los peligros.

Para mejorar la eficacia de estos intentos por reforzar la financiación relacionada con el clima y reducir la contaminación atmosférica, la cooperación para el desarrollo desempeñará un papel crucial en la creación de capacidades y el desarrollo de la economía verde. La creación de capacidades debe centrarse en el fortalecimiento de aquellas técnicas y de planificación más relevantes, tanto a nivel local como nacional, para anticipar los posibles impactos del cambio climático y desarrollar respuestas políticas adecuadas. Las medidas relativas a la calidad del aire deben combinarse con las medidas climáticas y energéticas, con la política agrícola, la política de transportes y la planificación urbana, centrándose en la mejora de la salud y la biodiversidad. Un mensaje clave y un reto es cómo garantizar que las políticas climáticas no aumenten los riesgos para la salud (por ejemplo, por la quema de biomasa y el gasóleo) y que la política de calidad del aire sea neutral desde el punto de vista climático. Asimismo, es imperativo consolidar un enfoque de gobernanza multinivel que alinee las acciones internacionales, nacionales y locales (Maas y Grennfelt eds. 2016).

Referencias

Air Quality in Scotland (2018). *Know & respond - Scotland, the free air pollution alert messaging system*. http://www.scottishairquality.co.uk/know-and-respond/ (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

Apte, K. y Salvia, S. (2016). Household air pollution and its effects on health. *F1000Research* 5(2593). https://doi.org/10.12688/f1000research.7552.1.

Asia Pacific Clean Air Partnership (2015). *Asia Pacific Clean Air Partnership: Promoting Better Air Quality in Asia Pacific.* http://staging.unep.org/documents/APCAP%20Brochure%208%20October%202015.pdf.

Åström, S., Yaramenka, K., Winnes, H., Fridell, E. y Holland, M. (2018). The costs and benefits of a nitrogen emission control area in the Baltic and North Seas. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 59, 223-236. https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.12.014.

Auerbach, I.L. y Flieger, K. (1967). The importance of public education in air pollution control. *Journal of the Air Pollution Control Association* 17(2), 102-104. https://doi.org/10.1080/00022470.1967.10468947.

Blanken, P.D., Dillon, J. y Wismann, G. (2001). The impact of an air quality advisory program on voluntary mobile source air pollution reduction. *Atmospheric Environment* 35(13), 2417-2421. https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00523-9.

Bond, T.C., Doherty, S.J., Fahey, D.W., Forster, P.M., Berntsen, T., DeAngelo, B.J. *et al.* (2013). Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. 118(11), 5380-5552. https://doi.org/10.1002/jgrd.50171.

Carbon Market Data (2018). *World carbon market database: A unique data platform covering the world's carbon trading markets*. https://www.carbonmarketdata.com/en/products/world-ets-database/presentation (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

Cepeda, M., Schoufour, J., Freak-Poli, R., Koolhaas, C.M., Dhana, K., Bramer, W.M. *et al.* (2017). Levels of ambient air pollution according to mode of transport: A systematic review. *The Lancet Public Health* 2(1), e23-e34. https://doi.org/10.1016/S2468-2667(16)30021-4.

European Commission (2015a). *Cost-benefit analysis of the CAFE programme*. http://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/activities/cba.htm (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

European Commission (2015b). *Evaluation of Regulations 443/2009 and 510/2011 on CO_2 Emissions from Light-Duty Vehicles: Final Report*. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/evaluation_ldv_co2_regs_en.pdf.

European Commission (2018a). *EU emissions trading system (EU ETS)*. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en (Consultado: 10 de octubre de 2018).

European Commission (2018b). *The industrial emissions directive: Summary of directive 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)*. http://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/ied/legislation.htm (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

European Environment Agency (2015). *Evaluating 15 Years of Transport and Environmental Policy Integration Term 2015: Transport Indicators Tracking Progress Towards Environmental Targets in Europe.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/term-report-2015/download.

European Environment Agency (2016a). *Air Quality in Europe: 2016 Report.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016/at_download/file.

European Environment Agency (2016b). *Explaining Road Transport Emissions: A NonTechnical Guide.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/explaining-road-transport-emissions/at_download/file.

European Environment Agency (2017). *Air quality in Europe: 2017 report.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017/at_download/file.

European Union 2015/1185 (2015). Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with Regard to Ecodesign Requirements for Solid Fuel Local Space Heaters Union, E., 1-19 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1185&from=EN

European Union (2016). Commission Regulation (EU) 2016/427 of 10 March 2016 amending Regulation (EC) No 692/2008 as Regards Emissions from Light Passenger and Commercial Vehicles (Euro 6) (Text with EEA relevance). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0427

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *FAOSTAT: Food and Agriculture Data.* http://www.fao.org/faostat/en/#data.

Franco, V., Sánchez, F.P., German, J. y Mock, P. (2014). *Real-World Exhaust Emissions from Modern Diesel Cars - A Meta-Analysis of PEMS Emissions Data from EU (Euro 6) and US (Tier 2 Bin 5/ ULEV II) Diesel Passenger Cars. Part 1: Aggregated Results.* Berlin: International Council on Clean Transportation. https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_PEMS-study_diesel-cars_20141010.pdf.

Gignac, R. y Matthews, H.D. (2015). Allocating a 2 °C cumulative carbon budget to countries. *Environmental Research Letters* 10(7), 075004. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/7/075004.

Global Alliance for Clean Cookstoves (2012a). *East Africa Regional Analysis.* Washington, D.C: Global Alliance for Clean Cookstoves. http://cleancookstoves.org/binary-data/RESOURCE/file/000/000/158-1.pdf.

Global Alliance for Clean Cookstoves (2012b). *Global Alliance for Clean Cookstoves: Kenya Market Assessment. Sector Mapping.* http://cleancookstoves.org/resources_files/kenya-market-assessment-mapping.pdf.

Global Alliance for Clean Cookstoves (2013). *Kenya Country Action Plan (CAP) 2013.* http://cleancookstoves.org/resources_files/kenya-country-action-plan.pdf.

Global Alliance for Clean Cookstoves (2016). *Kenya: Overview and country statistics*. http://cleancookstoves.org/country-profiles/focus-countries/4-kenya.html. (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

Global Commons Institute (2018). *Contraction and convergence: Climate truth and reconciliation*. http://www.gci.org.uk/endorsements_UK_Climate_Act.html (Consultado: 10 de octubre de 2018).

Gordon, B.A., Mackay, R. y Rehfuess, E. (2004). *Inheriting the World: The Atlas of Children's Health and the Environment.* Geneva: World Health Organization. http://www.who.int/ceh/publications/en/atlas.pdf?ua=1.

Green Climate Fund (2018). *Concept Note: Promotion of Climate-Friendly Cooking: Bangladesh, Kenya and Senegal.* https://www.greenclimate.fund/documents/20182/893456/19770_-_Promotion_of_Climate-Friendly_Cooking_Bangladesh_Kenya_and_Senegal.pdf.

Grice, S., Stedman, J., Kent, A., Hobson, M., Norris, J., Abbott, J. *et al.* (2009). Recent trends and projections of primary NO_2 emissions in Europe. *Atmospheric Environment* 43(13), 2154-2167. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.01.019.

Guerreiro, C., Horálek, J., de Leeuw, F., Hak, C., Nagl, C., Kurfürst, P. *et al.* (2010). *Status and Trends of NO_2 Ambient Concentrations in Europe.* ETC/ ACC Technical Paper. Bilthoven: European Topic Centre on Air and Climate Change. https://www.researchgate.net/profile/Cristina_Guerreiro/publication/260600537_Status_and_trends_of_NO2_ambient_concentrations_in_Europe/links/5433a1070cf22395f29e1e57/Status-and-trends-of-NO2-ambient-concentrations-in-Europe.pdf.

Hans, N.J. (2018). *Study on economic loss from Indonesia's peat policies criticized*. Mongabay https://news.mongabay.com/2018/01/study-on-economic-loss-from-indonesias-peat-policies-criticized/ (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

Haze Action Online (2017). *Information on fire and haze*. Association of South East Asian Nations http://haze.asean.org/%20about-us/information-on-fire-and-haze/ (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

Haze Action Online (2018). *Haze hotspot map today*. Association of South East Asian Nations https://haze.asean.org/ (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

Health Effects Institute (2017). *State of Global Air 2017: A Special Report on Global Exposure to Air Pollution And Its Disease Burden.* Boston, MA. https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/SoGA2017_report.pdf.

Henry, G.T. y Gordon, C.S. (2003). Driving less for better air: Impacts of a public information campaign. *Journal of Policy Analysis and Management* 22(1), 45-63. https://doi.org/10.1002/ pam.10095

Hotten, R. (2015). Volkswagen: The scandal explained. British Broadcasting Corporation https://www.bbc.com/news/business-34324772.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Pachauri, R.K., Meyer, L.A. Geneva. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf.

International Energy Agency (2016). *CO_2 Emissions from Fuel Combustion 2016.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/co2_fuel-2016-en.pdf?expires=1541330155&id=id&accname=ocid195767&checksum=B4C10B7629C3B96202B183CE7A93E533.

International Energy Agency (2017). *Energy Balances of OECD Countries.* https://www.iea.org/statistics/relateddatabases/energybalancesofoecdcountries/.

International Maritime Organization (2018). *Prevention of air pollution from ships*. http://www.imo. org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Air-Pollution.aspx (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

Kansas Department of Health and Environment (2006). *Environmental Factors, Outdoor Air Quality, and Activity Level: Results from 2005 Kansas Behavioral Risk Factor Surveillance System.* Topeka, KS. http://www.kdheks.gov/brfss/PDF/cste_report_final.pdf.

Kapfudzaruwa, F., Fay, J. y Hart, T. (2017). Improved cookstoves in Africa: Explaining adoption patterns. *Development Southern Africa* 34(5), 548-563. https://doi.org/10.1080/0376835X.2017.1335592.

Kelly, F.J. y Fussell, J.C. (2015). Air pollution and public health: Emerging hazards and improved understanding of risk. *Environmental geochemistry and health* 37(4), 631-649. https://doi.org/10.1007/s10653-015-9720-1.

Kenya, Ministry of Environment andv Natural Resources, (2017). *Nationally Determined Contribution Sector Analysis Report: Evidence Base for Updating Kenya's National Climate Change Action Plan.* Nairobi: Ministry of Environment and Natural Resources. http://www.starckplus.com/documents/ta/ndc/NDC%20Sector%20Analysis%20Report%202017.pdf.

Kenya, Ministry of Energy and Petroleum and Sustainable Energy for All (2016). *Kenya Action Agenda.* https://www.seforall.org/sites/default/files/Kenya_AA_EN_Released.pdf.

Kenya, Ministry of Energy and Petroleum (2015). *Draft Strategy and Action Plan for Bioenergy and LPG Development in Kenya.* Nairobi. https://kepsa.or.ke/download/draft-strategy-and-action-plan-for-bioenergy-and-lpg-development-in-kenya/?wpdmdl=12841.

Koplitz, S.N., Mickley, L.J., Marlier, M.E., Buonocore, J.J., Kim, P.S., Liu, T. *et al.* (2016). Public health impacts of the severe haze in Equatorial Asia in September-October 2015: Demonstration of a new framework for informing fire management strategies to reduce downwind smoke exposure. *Environmental Research Letters* 11(9). https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/094023.

Lambe, F., Jürisoo, M., Lee, C. y Johnson, O. (2015). Can carbon finance transform household energy markets? A review of cookstove projects and programs in Kenya. *Energy Research & Social Science* 5, 55-66. https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.12.012.

Landrigan, P.J. (2017). Air pollution and health. *The Lancet Public Health* 2(1), e4-e5. https://doi.org/10.1016/S2468-2667(16)30023-8.

Lewis, A. y Edwards, P. (2016). Validate personal air-pollution sensors. *Nature* 535(7610). https://doi.org/10.1038/535029a.

Lim, S.S., Vos, T., Flaxman, A.D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H. *et al.* (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: A systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *The Lancet* 380(9859), 2224-2260. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8.

Lovell, H., Bulkeley, H. y Owens, S. (2009). Converging agendas? Energy and climate change policies in the UK. *Environment and Planning C: Government and Policy* 27(1), 90-109. https://doi.org/10.1068/c0797j.

Maas, R. y Grennfelt, P. (2016). *Towards Cleaner Air. Scientific Assessment Report 2016. EMEP Steering Body and Working Group on Effects of the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution.* Oslo. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2016/AIR/Publications/CLRTAP_Scientific_Assessment_Report_-_Final_20-5-2016.pdf.

Malaysian Nature Society Science and Conservation Unit (1997). The haze thing. *Malaysian Naturalist* 51(2), 18-21.

Mansfield, C. y Corey, C. (2003). *Task 4: Analysis of Survey Data on Ozone Alert Days: Final Report.* Research Triangle Park, NC: United States Environmental Protection Agency. https://www.rti.org/sites/default/files/resources/rti-publication-file-83190b2b-f906-414b-9709-8bf84f88b367.pdf.

Mansfield, C., Johnson, F.R. y van Houtven, G. (2006). The missing piece: Valuing averting behavior for children's ozone exposures. *Resource and Energy Economics* 28(3), 215-228. https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2006.02.002.

Mansfield, C., Sinha, P. y Henrion, M. (2009). *Influence Analysis in Support of Characterizing Uncertainty in Human Health Benefits Analysis.* United States Environmental Protection Agency. https://www3.epa.gov/ttnecas1/regdata/Benefits/influence_analysis_final_report_psg.pdf.

McDermott, M., Srivastava, R. y Croskell, S. (2006). Awareness of and compliance with air pollution advisories: A comparison of parents of asthmatics with other parents. *Journal of Asthma* 43(3), 235-

Melamed, J.R., Riley, R.S., Valcourt, D.M. y Day, E.S. (2016). Using gold nanoparticles to disrupt the tumor microenvironment: An emerging therapeutic strategy. *ACS Nano* 10(12), 10631-10635. https://doi.org/10.1021/acsnano.6b07673.

Myhre, G., Samset, B.H., Schulz, M., Balkanski, Y., Bauer, S., Berntsen, T.K. *et al.* (2013). Radiative forcing of the direct aerosol effect from AeroCom Phase II simulations. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13, 1853–1877. https://doi.org/10.5194/acp-13-1853-2013.

Natural Capital Partners (2018). *Kenya improved cookstoves*. Natural Capital Partners https://www.naturalcapitalpartners.com/projects/project/kenya-improved-cookstoves (Consultado: 1 de mayo de 2018).

Nazeer, N. y Furuoka, F. (2017). Overview of ASEAN environment transboundary haze pollution agreement and public health. *International Journal of Asia Pacific Studies* 13(1), 73-94. https://doi.org/10.21315/ijaps2017.13.1.4.

Neidell, M.J. (2008). *Information, Avoidance Behavior, and Health: The Effect of Ozone on Asthma hospitalizations.* Cambridge, MA National Bureau of Economic Research. https://www.nber.org/papers/w14209.pdf.

Pilishvili, T., Loo, J.D., Schrag, S., Stanistreet, D., Christensen, B., Yip, F. *et al.* (2016). Effectiveness of six improved cookstoves in reducing household air pollution and their acceptability in rural Western Kenya. *PloS one* 11(11), e0165529. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165529.

Qadri, S.T. (ed.) (2001). *Fire, Smoke, and Haze: The ASEAN Response Strategy*. Manila: Asian Development Bank. https://www.adb.org/sites/default/files/publication/28035/fire-smoke-haze.pdf.

Republic of Indonesia (2015). *Intended Nationally Determined Contribution: Republic of Indonesia.* Jakarta. http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Indonesia/1/INDC_REPUBLIC%200F%20INDONESIA.pdf.

Semenza, J.C., Hall, D.E., Wilson, D.J., Bontempo, B.D., Sailor, D.J. y George, L.A. (2008). Public perception of climate change. *American Journal of Preventive Medicine* 35(5), 479-487. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.020.

Shaddick, G., Thomas, M.L., Green, A., Brauer, M., Donkelaar, A., Burnett, R. *et al.* (2018). Data integration model for air quality: A hierarchical approach to the global estimation of exposures to ambient air pollution. *Journal of the Royal Statistical Society* 67(1), 231-253. http://doi.org/10.1111/rssc.12227.

Silk, B.J., Sadumah, I., Patel, M.K., Were, V., Person, B., Harris, J. *et al.* (2012). A strategy to increase adoption of locally-produced, ceramic cookstoves in rural Kenyan households. *BMC Public Health* 12(359), 1-10. https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-359.

Stockwell, C.E., Jayarathne, T., Cochrane, M.A., Ryan, K.C., Putra, E.I., Saharjo, B.H. *et al.* (2016). Field measurements of trace gases and aerosols emitted by peat fires in central Kalimantan, Indonesia. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16, 11711-11732. https://doi.org/10.5194/acp-16-11711-2016.

Sutton, M., Reis, S. y Baker, S. (eds.) (2009). *Atmospheric Ammonia: Detecting Emission Changes and Environmental Impacts. Results of an Expert Workshop Under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution*. 1st edn: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9781402091209.

Thompson, J.E. (2016). Crowd-sourced air quality studies: A review of the literature & portable sensors. *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 11, 23-34. https://doi.org/10.1016/j.teac.2016.06.001.

United Kingdom, Department of Trade and Industry, (2007). *Meeting the Energy Challenge: A White Paper on Energy.* London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/243268/7124.pdf.

United Kingdom, Department for Business Energy & Industrial Strategy, (2016). *Guidance: Carbon budgets*. https://www.gov.uk/guidance/carbon-budgets (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

United Kingdom, Committee on Climate Change, (2017). *Meeting Carbon Budgets: Closing the Policy Gap. 2017 Report to Parliament.* London. https://www.theccc.org.uk/wp-content/

uploads/2017/06/2017-Report-to-Parliament-Meeting-Carbon-Budgets-Closing-the-policy-gap.pdf.

United Kingdom, Department of Environment Food and Environmental Affairs, (2018). *Pollution forecast*. https://uk-air.defra.gov.uk/forecasting/ (Consultado: 5 de noviembre de 2018).

United Kingdom Government (2008a). *Carbon Plan.* London. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/47621/1358-the-carbon-plan.pdf.

United Kingdom Government (2008b). Climate Change 2008. 108 1 http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga_20080027_en.pdf

United Nations (2015). *Sustainable development goals: 17 goals to transform our world*. https://www.un.org/sustainabledevelopment/home/ (Accessed: 4 de noviembre de 2018).

United Nations Economic Commission for Europe (2018). *Gothenburg protocol: Guidance documents and other methodological materials for the implementation of the 1999 protocol to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone*. http://www.unece.org/environmental-policy/conventions/envlrtapwelcome/guidance-documents-and-other-methodological-materials/gothenburg-protocol.html (Consultado: 4 de noviembre de 2018).

United Nations Environment Programme (2010). *Air Pollution: Promoting Regional Cooperation.* Nairobi. http://www.rrcap.ait.asia/Publications/Air_pollution_book.pdf.

United Nations Environment Programme (2017). *Ozone-Depleting Substance Consumption: Country Data*. Ozone Secretariat, Nairobi. http://ozone.unep.org/countries/data

United Nations Framework Convention on Climate Change (2017a). *China to launch world's largest emissions trading system*. https://unfccc.int/news/china-to-launch-world-s-largest-emissions-trading-system (Consultado: 10 de octubre).

United Nations Framework Convention on Climate Change (2017b). *GHG data from UNFCCC*. https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/ghg-data-unfccc (Accessed: 4 de noviembre de 2018).

United States Agency for International Development and Winrock International (2011). *Clean and Efficient Cooking Technologies and Fuels: The Fuel-Efficient Cookstoves and Clean Fuels Sector is Evolving Rapidly, Enabling Cross-Cutting Solutions that can Achieve Greater Development Impacts.* United States Agency for International Development and Winrock International. https://www.winrock.org/wp-content/uploads/2017/09/Winrock_Cookstove_final_reduced.pdf.

United States Environmental Protection Agency (2016). *NAAQS table*. https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table (Accessed: 10 de octubre de 2018).

United States Environmental Protection Agency (2017). *RACT/BACT/LAER clearinghouse (RBLC)*. https://cfpub.epa.gov/RBLC/ (Consultado: 10 de octubre de 2018).

Velasco, E. y Rastan, S. (2015). Air quality in Singapore during the 2013 smoke-haze episode over the strait of Malacca: Lessons learned *Sustainable Cities and Society* 17, 122-131. https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.04.006.

Banco Mundial (2016). *The Cost of Fire: An Economic Analysis of Indonesia's 2015 Fire Crisis.* Washington, D.C. http://documents.worldbank.org/curated/en/776101467990969768/pdf/103668-BRI-Cost-of- Fires-Knowledge-Note-PUBLIC-ADD-NEW-SERIES-Indonesia-Sustainable-Landscapes-Knowledge- Note.pdf.

World Health Organization (2016). *Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease.* Geneva. http://www.who.int/iris/bitstream/10665/250141/1/9789241511353-eng.pdf?ua=1.

World Health Organization (2018). *WHO outdoor air quality guidelines*. http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/policy/who-outdoor-air-quality-guidelines (Consultado: 10 de octubre de 2018).

World Resources Institute (2017). *Climate analysis indicators tool: WRI's climate data explorer*. http:// cait.wri.org/historical/Country%20GHG%20Emissions?indicator[]=Total%20GHG%20Emissions%20 Excluding%20Land-Use%20Change%20and%20Forestry&indicator[]=Total%20GHG%20Emissions%20 Including%20Land-Use%20Change%20and%20Forestry&year[]=2014&sortIdx=NaN&chartType=geo (Accessed: 4 de noviembre de 2018).

World Wide Fund for Nature (2018). *Forests and Sustainable Development: The Role of SDG 15 in Delivering the 2030 Agenda.* Gland. http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/wwf_forest_practice_report_hlpf_2018 forests_and_sustainable_development the_role_of_.pdf.

Capítulo 13

Política sobre Biodiversidad



© Dr Nibedita Mukherjee

Autor coordinador principal: Diana Mangalagiu (University of Oxford y Neoma Business School)

Autores principales: Nibedita Mukherjee (University of Cambridge and University of Exeter), Dolors Armenteras Pascual (Universidad Nacional de Colombia), Jonathan Davies (University of British Columbia), Leandra Regina Gonçalves (University of Campinas), Jeremy Hills (University of the South Pacific), Louise McRae (Zoological Society of London), Peter Stoett (University of Ontario Institute of Technology)

Autores contribuyentes: Irene Dankelman (Radboud University), Souhir Hammami (Freie universität Berlin), Caradee Wright (South African Medical Research Council), Carol Zastavniouk (Golder Associates Ltd)

Resumen ejecutivo

La biodiversidad es un componente fundamental de un planeta sano para gente sana (*bien establecido*). Aunque las pruebas sobre su importancia para la productividad económica, la salud y la seguridad han aumentado considerablemente en las dos últimas décadas, resulta cierto que las medidas existentes para conservarla y gestionarla de forma sostenible son inadecuadas {Recuadro 13.1, Sección 6.1, 13.1}.

De igual forma, los instrumentos políticos que funcionan de forma aislada son insuficientes para frenar la pérdida de biodiversidad *(bien establecido).* Por el contrario, son vitales los enfoques multidireccionales que abarquen una diversidad de instrumentos y escalas, incluidas las plataformas que fomenten el cambio de comportamiento {13.1, 13.2.3}.

El costo de la inacción tanto social, como económica en materia de conservación y restauración de la biodiversidad es extremadamente alto, ya que la pérdida de biodiversidad es en gran medida irreversible (*establecido, pero incompleto*) {13.1, 13.2.1, 13.2.4}.

Es urgente actuar de forma inmediata y reforzar las respuestas políticas para conservar la biodiversidad e invertir en la creación de capacidades y en una infraestructura institucional que permita alcanzar las Metas de Aichi y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (*bien establecido*) {13.3, 13.4.2}.

Los actuales métodos de evaluación no son adecuados para contabilizar los impactos negativos de la pérdida de biodiversidad (*bien establecido*), por lo cual, es urgente desarrollar métricas y métodos de valoración adecuados para que los responsables de la toma de decisiones comprendan los múltiples valores de la biodiversidad (por ejemplo, cuentas de capital natural). Dichas técnicas de valoración deberían tener en cuenta todo el valor del capital natural a nivel nacional e integrarlo en su Plan de Acción Estratégico Nacional sobre la Biodiversidad {13.2.4}.

Todas las partes interesadas, incluidos los gobiernos y el sector privado, deberían promover la integración de la biodiversidad en temas como la salud, la agricultura, la seguridad social, el comercio y la educación (*bien establecido*) {13.2.2, 13.2.3, 13.2.4}.

Existe una falta de información de referencia para medir el éxito o el fracaso de la mayoría de las políticas de biodiversidad y de las intervenciones gubernamentales (*bien establecido*). La inversión en programas de investigación a largo plazo sería útil, sobre todo en los países en desarrollo con gran biodiversidad, para desarrollar líneas de referencia eficaces. Adicionalmente, un marco temporal bien definido para convertir los objetivos en acciones resulta de gran utilidad para una aplicación eficaz de las políticas de conservación {13.2}.

Invertir en monitoreos independientes y en análisis de costo-beneficio podría ayudar a medir la eficacia de las políticas (*bien establecido*). El mejoramiento de esta eficacia podría resultar de la integración de un seguimiento y una evaluación autónoma en la aplicación de programas por parte de los países, empezando por darle prioridad a la creación de una base de datos que contenga pruebas de aquello que funciona en el ámbito de la conservación {13.2}.

Los problemas de conservación requieren soluciones a largo plazo, mientras que su financiamiento e investigación suelen darse a corto plazo (*bien establecido*). Por lo cual, es urgente abordar este **desajuste temporal** en la fase de diseño de las intervenciones políticas {13.2.3}.

Asimismo, es necesario establecer políticas y mecanismos que apoyen medidas innovadoras para reforzar la protección de la biodiversidad. Por ejemplo, mientras que enfoques tradicionales tales como el de las áreas protegidas han sido la norma para asegurar la tenencia, otras medidas tales como las áreas de conservación basadas en la comunidad, como por ejemplo, las áreas marinas gestionadas localmente, son necesarias para complementar este tipo de áreas con miras a la conservación de la biodiversidad a largo plazo {13.1}.

El desarrollo económico suele percibirse como una amenaza para la conservación de la biodiversidad, pero el crecimiento sostenible y desarrollo de la economía verde (con bajas emisiones de carbono, uso eficiente de los recursos e inclusión social) también pueden promover y mejorar la biodiversidad (*bien establecido*) {13.2.3, 13.2.5}.

En la fase de diseño de las políticas, es necesario prestar la debida atención a los aspectos de equidad, género y salud (*bien establecido*), así como también es necesario ampliar, innovar y transformar el enfoque de gestión de la biodiversidad con el fin de obtener beneficios conjuntos relacionados con su mejoramiento y otros objetivos medio ambientales y sociales. Esto también ayudaría a otros sectores a alcanzar sus objetivos a través de la conservación de la biodiversidad. El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 17 es un reflejo de esto ya que insta a la creación de alianzas para alcanzar los ODS. {4.2, 13.1, 13.2.4}

La asombrosa riqueza de biodiversidad que compartimos colectivamente es un préstamo de las generaciones futuras. Para crear el futuro que queremos, es necesario instar a los Estados miembros, a las organizaciones comunitarias, a las organizaciones no gubernamentales y a las empresas a crear incentivos financieros y sociales que permitan a las personas y a los responsables políticos tomar decisiones que favorezcan la protección y la promoción de la biodiversidad {13.2.2, 13.2.3, 13.2.4}.

13.1 Introducción

La biodiversidad es una parte esencial para lograr un planeta sano y el bienestar humano (Cardinale *et al.* 2012; World Health Organization [WHO] and Secretariat of the Convention on Biological Diversity [SCBD] 2015). Sin embargo, su ritmo de pérdida no cesa y es bien sabido que los riesgos de extinción de las especies están aumentando con el paso del tiempo (véase la Sección 6.1). El costo anual estimado para la economía mundial por la pérdida de biodiversidad y de funciones de los ecosistemas es de hasta 14 billones de euros para 2050; esto equivale al 7% del producto interior bruto (PIB) mundial previsto (Braat y ten Brink (eds.) 2008). Otra estimación sitúa el costo mundial de la pérdida de servicios ecosistémicos, exclusivamente, por el cambio en el uso de la tierra, en 4,3-20,2 billones de dólares anuales (en valoración de 2007) entre 1997 y 2011 (Costanza *et al.* 2014). Aunque es imposible ser preciso, la cuantificación de los costos por la inacción promueve la necesidad de adoptar medidas políticas (Braat y ten Brink (eds.) 2008; Oliver *et al.* 2015). Adicionalmente, la importancia de la biodiversidad para la salud en todas sus dimensiones (WHO y SCBD 2015) se ha materializado en iniciativas como los enfoques ecosistémicos de la salud, Ecosalud, Una Salud y Salud Planetaria (véase la Sección 4.2.1). Esto muestra que cada vez se presta más atención a las interrelaciones entre la salud de los seres humanos, los animales domésticos y salvajes y otras especies en el contexto de sistemas socioecológicos complejos (Charron 2012; Wilcox, Aguirre y Horwitz 2012; WHO y SCBD 2015) (**Recuadro 13.1**).

La pérdida de biodiversidad es un tema complicado (véase la Sección 6.1) y su conservación depende de estrategias que implican una amplia gama de enfoques políticos, como la reglamentación tipo comando y control, los incentivos económicos, el apoyo a la inversión, la promoción de la innovación, la habilitación de actores, la creación de capacidades y el establecimiento de objetivos, entre otros. Así, las principales respuestas políticas y de gobernanza son el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (CBD 1992), la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por su sigla en inglés) y las áreas protegidas (véase la Sección 6.7). Mientras que haya variaciones en la eficacia y la legitimidad percibida en los acuerdos ambientales internacionales (AAI) y los acuerdos ambientales multilaterales (MEA) (véase al final de este documento, en el Anexo 6-1, la lista de los MEA más relevantes en materia de biodiversidad) constituyen la base de la gobernanza medio ambiental mundial y siguen determinando el comportamiento y las expectativas de los gobiernos (Stoett 2012). En materia de biodiversidad existen más MEA que en otros ámbitos de la política medio ambiental (véase el Anexo 13.1).

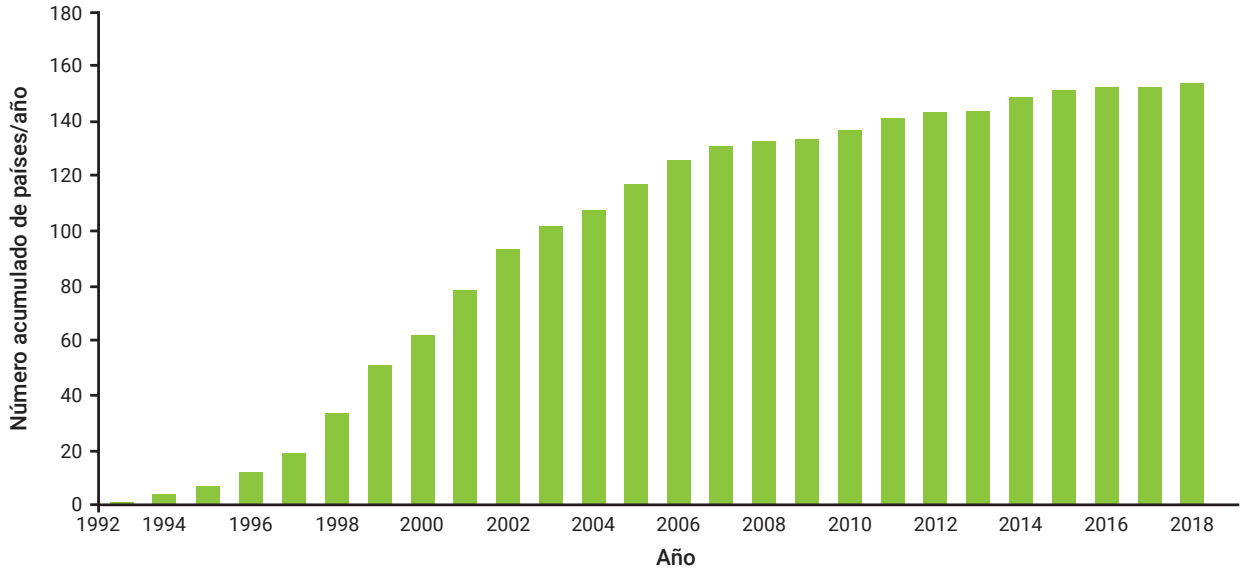
En los últimos 10 años, y en particular desde el último informe GEO, la conciencia sobre la pérdida de biodiversidad ha aumentado significativamente en el discurso político, sanitario y económico internacional (WHO y SCBD 2015; Jabbour y Flaschsland 2017; World Economic Forum 2018). Los avances más recientes en el panorama de la política y la gobernanza de la biodiversidad mundial se describen en el Anexo 13.2 al final de este documento.

De acuerdo con el Artículo 6, los 196 Estados Miembros del CDB deben desarrollar Planes de Acción Estratégico Nacional sobre la Biodiversidad (EPANB), de los cuales, a la fecha, 190 países (que corresponden al 96%) han cumplido con su desarrollo (SCBD 2018a) (**Figura 13.1**).

Recuadro 13.1: Reconocimiento mundial del vínculo entre la salud humana y la biodiversidad

En 2012 se estableció formalmente un programa de trabajo conjunto entre el CDB y la OMS (CDB 2012 (Decisión XI/6)). La 13a Conferencia de las Partes (CoP) del CDB, celebrada en México en diciembre de 2016, identificó la salud como un sector prioritario de integración (CDB 2016a (Decisión XIII/3)), adoptándose también una decisión global para integrar los vínculos entre la biodiversidad y la salud en las políticas nacionales (CDB 2016b (Decisión XIII/6)). La Evaluación GEO-6 del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), "Planeta Sano, Gente Sana" y la publicación conjunta de la OMS y el CDB "State of Knowledge Review Connecting Global Priorities" (WHO y SCBD 2015) reconocen que la salud humana y la biodiversidad están inextricablemente vinculadas. En la 71ª Asamblea Mundial de la Salud, celebrada en 2018, muchos Estados Miembros reconocieron que la pérdida de biodiversidad es un problema importante para la salud humana. De igual forma, progresivamente, la comunidad médica, de salud pública, de conservación de la biodiversidad y los responsables de las políticas están forjando nuevas redes y quebrando las estructuras tradicionales, en los cuales Una Salud, Ecosalud y Salud Planetaria surgen como enfoques animadores.

Figura 13.1: Número acumulado de países que han adoptado los EPANB en 2018



Fuente: SCBD (2018a).

Además, de forma similar a lo que ocurre con otros temas medio ambientales, en materia de conservación y restauración de la biodiversidad se requiere de la participación de una diversidad de partes interesadas que a menudo cuentan con posiciones de valor contradictorias (Mukherjee *et al.* 2018). Con el tiempo, ha habido un mayor reconocimiento de las dimensiones de género y equidad de las políticas de conservación y su implementación **(Recuadro 13.2**).

Este capítulo sigue el marco bidireccional de evaluación sobre la eficacia de las políticas (de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba) descrito en el Capítulo 10[1].

Políticas claves y enfoques de gobernanza (descendente o de arriba hacia abajo): Un conjunto de políticas y cinco instrumentos políticos específicos pertenecientes a estos grupos se han elaborado. Cinco estudios de caso se han seleccionado como ejemplos ilustrativos de dichos instrumentos políticos (**Tabla 13.1**), los cuales no pretenden ser representativos en modo alguno ya que fueron seleccionados para abarcar las tres dimensiones de la biodiversidad (ecosistemas, especies y genética), una gama de enfoques dentro de la tipología, la dispersión geográfica de los ejemplos y los distintos grados de éxito (véase la Sección 10.6). Los estudios de caso fueron tomados de América del Norte, el sur de Asia, Europa, el Pacífico y África.

Indicadores (ascendentes o de abajo hacia arriba): Los estudios de caso van seguidos de una revisión de tres indicadores relevantes para las políticas (véase la Sección 10.7), que trazan el progreso hacia los objetivos y metas acordadas internacionalmente y que complementan los anteriores enfoques de política y gobernanza.

Recuadro 13.2: Aspectos destacados de las dimensiones de género y equidad en las políticas de biodiversidad

El Párrafo 13 del Preámbulo del CDB reconoce los temas de género en la conservación, y el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) menciona las prácticas, los conocimientos y los roles de género de las mujeres en la producción de alimentos (SCBD 2018b). La necesidad de una participación plena y activa de las partes interesadas relevantes, incluidas las comunidades indígenas y locales, los jóvenes, las organizaciones no gubernamentales (ONG), las mujeres y la comunidad empresarial, se resalta en el Convenio.

- El Protocolo de Nagoya sobre el acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de su utilización creó un marco internacional que proporciona medidas, normas y procedimientos concretos.
- De los 254 informes ENBPA producidos por 174 países, se cuenta con que el 56% de todos los documentos, correspondiente al 61% de todos los países examinados (143 informes de 107 países) contienen al menos una palabra clave de género; el 83% (145 de los 174 países) identifican la igualdad de género como un principio rector; y, el 12% incluyen la igualdad de género o el empoderamiento de las mujeres como un objetivo o meta (International Union for Conservation of Nature [IUCN] 2016; SCBD y IUCN 2018).

13.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad

13.2.1 Actores facilitadores: Conservación basada en la comunidad

Una característica central de muchos esfuerzos de conservación de la biodiversidad y de gestión de los recursos naturales a nivel mundial, con el propósito de que la conservación sea más eficaz, consiste en involucrar a las partes interesadas locales mediante la conservación basada en la comunidad. En el marco de las fuerzas motrices, las presiones, el estado, el impacto y la respuesta (FPEIR) (véase la Figura 1.2 del Capítulo 1), la conservación basada en la comunidad como enfoque político aborda las fuerzas motrices, ya que sirve de contrapeso frente a los usuarios externos de los recursos quienes no tienen el mismo apego cultural e histórico al área.

Las áreas protegidas son una herramienta clave para la conservación de la biodiversidad. En las últimas décadas se ha producido un cambio, pasando de las áreas protegidas exclusivas, en las que los seres humanos no eran bienvenidos, a una conservación más centrada en las personas o basada en la comunidad (Brown 2003; Oldekop *et al.* 2015) y en la gestión integrada del paisaje (Food and Agriculture Organization [FAO] 2018). Una comprensión matizada de la gobernanza y el contexto sociocultural desempeña un papel importante en todos los tipos de esfuerzos de participación de las partes interesadas para la conservación de la biodiversidad (Bennett *et al.* 2017; Mukherjee *et al.* 2018) haciendo que esos esfuerzos sean más legítimos, destacados, sólidos y eficaces (Sterling *et al.* 2017).

Las comunidades son los principales actores en la toma de decisiones en los Territorios y Áreas Conservadas por Pueblos Indígenas y Comunidades Locales (TICCA). Estas desempeñan un papel clave en la conservación de los conocimientos ecológicos tradicionales, culturales y de lenguaje, los cuales a menudo están inextricablemente vinculados a la conservación de la biodiversidad (Corrigan y Hay-Edie 2013). Este papel permite abordar la Meta 18 de Aichi para la Diversidad Biológica del CDB, cuyo objetivo es preservar los conocimientos tradicionales, las innovaciones y las prácticas de los pueblos indígenas y las comunidades locales e integrarlos en las intervenciones de conservación de la biodiversidad (ICCA Registry 2018).

Tabla 13.1: Tipología de las políticas y enfoques de gobernanza descritos en este capítulo

Tipo de política /aproximación gubernamental	Instrumento(s) de política	Estudio de caso	Escala espacial
Actores facilitadores	Conservación basada en la comunidad	Zonas marinas gestionadas localmente, Fiyi	Nacional
Comando y control	Vigilancia del comercio ilegal de especies silvestres	Tráfico de especies silvestres y Proyecto Predator, Asia meridional	Regional
Incentivo económico	Pago por servicios ecosistémicos	Programa "Working for Water", Sudáfrica	Subnacional
Apoyo a la inversión	Almacenamiento de material genético	Bóveda mundial de semillas de Svalbard, Noruega	Global
Actores facilitadores[1]	Planeación estratégica medio ambiental	Diversidad urbana en Edmonton, Canadá	Ciudad

1 El tipo de política "actores facilitadores" se ha mostrado a través de dos ejemplos diferentes de instrumentos políticos asociados.

El estudio de caso que se presenta a continuación sobre las Áreas Marinas Gestionadas Localmente (LMMA, por sus siglas en inglés) explica uno de estos tipos de gestión sostenible basada en la comunidad en el ámbito marino.

Estudio de caso: Áreas Marinas Gestionadas Localmente en Fiyi

Las LMMA en Fiyi se definen como "zonas de aguas cercanas a la costa y recursos costeros gestionados principalmente a nivel local por las comunidades costeras, grupos de propietarios de tierras, organizaciones de socios y/o los representantes del gobierno que colaboran y que residen o tienen su sede en la zona más cercana" (**Figura 13.2**). Estas abarcan 145 zonas de pesca definidas tradicionalmente (el 79% de las zonas de pesca costera de Fiyi); las zonas restantes hacen posible comparar la eficacia del enfoque. El enfoque de los LMMA se caracteriza por la presencia de agentes locales capacitados que actúan a escala comunitaria para gestionar de forma sostenible los recursos de la costa para el beneficio de toda la comunidad, por lo general, mediante cierres periódicos de capturas (Jupiter *et al.* 2017). Tras ganar adeptos en Fiyi, el enfoque se extendió a Melanesia, Polinesia y a Asia a través de la red de LMMA.

Los enfoques comunitarios han obtenido apoyo por su adaptabilidad a diferentes contextos y por centrarse en objetivos identificados, negociados y aplicados localmente por las partes interesadas. En lugar de promover visiones nuevas y alternativas para atender las necesidades humanas a corto plazo, los enfoques comunitarios como el de las LMMA se basan en refrescar y revitalizar sistemas tradicionales de larga data. Sin embargo, la naturaleza no prescriptiva del enfoque conduce a múltiples objetivos que confunden la simple medición de los resultados de los recursos naturales y la biodiversidad (Jupiter *et al.* 2014). Otros beneficios del enfoque podrían extenderse a la salud humana a través de la mejora de la seguridad alimentaria, nutricional y la integridad de la comunidad; sin embargo, esto no se ha documentado hasta la fecha.

La expansión orgánica de los enfoques alternativos es un indicio positivo de su eficacia. Algunas herramientas de gestión utilizadas con el enfoque LMMA, como la recolección periódica cerradas, resultan poco efectivas para la biomasa de peces y la biodiversidad (Jupiter *et al.* 2017). Aunque el enfoque se ha expandido espacialmente de forma drástica debido a la ausencia de alternativas y en la actualidad se depende en gran medida de este para lograr resultados de conservación y gestión pesquera en Fiyi, en la actualidad no hay pruebas claras de que haya sido completamente eficaz en términos de resultados biológicos para el lugar. El enfoque tiene un potencial transformador, al promover beneficios basados en un sistema comunitario establecido desde hace tiempo y reforzado por enfoques coherentes de gestión de recursos.

Figura 13.2: La pesca costera es una importante fuente de alimentación en Fiyi y la mayoría de estas zonas están bajo la tenencia tradicional de comunidades locales



Dado que los costos, tanto de la inacción como de la acción, son asumidos predominantemente por la comunidad local, el incentivo para la transformación progresiva es evidente. De ahí que sea necesario prestar atención a la causalidad entre los acuerdos de gobernanza basados en la comunidad y la eficacia de los esfuerzos de conservación (Eklund y Cabeza 2017). Los análisis existentes sobre la eficacia de las políticas, como el informe "Planeta Protegido" (Bertzky *et al.* 2012; Juffe-Bignoli *et al.* 2014; United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre [UNEP- WCMC] y IUCN 2016), podrían consultarse para identificar las brechas entre la intención de las políticas y la eficacia de la gobernanza.

13.2.2 Políticas de comando y control: la vigilancia del comercio ilegal de especies silvestres

Las políticas de comando y control (CCP, por su sigla en inglés) se caracterizan por ser estructuras de toma de decisiones centralizadas, a menudo jerárquicas y burocráticas, que tienen una autoridad jurisdiccional definida y menos flexibilidad en su aplicación, si se analiza de forma comparativa con las políticas de incentivos económicos (Cox 2016). Las CCP son la forma más tradicional de instrumentos reguladores que buscan "controlar" las actividades que podrían afectar negativamente a la biodiversidad a través de sanciones, normas prohibitivas, aplicación y controles de cumplimiento. Normalmente, los gobiernos nacionales o subnacionales son las autoridades encargadas de la toma de decisiones que crean las normas y deciden cómo, cuándo y quién las aplicará (Holling y Meffe 1996). Debido a su estructura centralizada y a su apoyo institucional, es más fácil evaluar la eficacia de las políticas de CCP, sobre todo cuando tienen objetivos y plazos claramente definidos (Gunningham y Young, 1997). Por tanto, pueden ser muy adecuadas para cuestiones complejas y no lineales como la pérdida de biodiversidad, por ejemplo, debido a puntos de inflexión ecológicos. Sin embargo, los enfoques de arriba hacia abajo también pueden plantear problemas de legitimidad, equidad y sostenibilidad para las comunidades locales (Redpath *et al.* 2017).

Integrar los puntos de vista de las partes interesadas locales en las fases de toma de decisiones y de aplicación suele ser clave para el éxito de los CCP (Mukherjee *et al.* 2018). Por ejemplo, aunque la Directiva de Aves 79/409/CEE (European Council 1979) y la Directiva de Hábitats 92/43/CEE (European Council 1992) de la Unión Europea (UE) involucraron a varios actores en la fase de diseño de la política, a menudo terminan aplicándose de manera inflexible a nivel nacional en los Estados Miembros de la UE (Primmer *et al.* 2014). En Grecia, las comunidades locales rara vez participaron en la aplicación y el cumplimiento efectivo de las directivas de la UE; dando lugar a una representación limitada de las especies endémicas de dicho país en los apéndices Natura 2000, así como a respuestas inadecuadas (Apostolopoulou y Pantis 2009), conflictos y a una falta de confianza (Primmer *et al.* 2014). Además, la eficacia de los CCP (por ejemplo, las áreas protegidas) es directamente proporcional a la capacidad y los recursos disponibles para gestionarlos (Geldmann *et al.* 2018).

Tabla 13.2: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso sobre las Áreas Marinas Gestionadas Localmente (LMMA, por su sigla en inglés) en Fiyi

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El enfoque de las LMMA en Fiyi puede aumentar el tamaño y la abundancia de peces e invertebrados. De las zonas estudiadas, tres de ocho obtuvieron beneficios en biomasa de peces y una en biodiversidad. Esto mejora el potencial para un uso sostenible de los recursos pesqueros en las costas y, por lo tanto, apoya las agendas políticas nacionales, por ejemplo, la Hoja de Ruta para la Democracia y el Desarrollo Socioeconómico Sostenible y el Marco de Crecimiento Verde, así como ciertas obligaciones internacionales como la CNUDM y el CDB.	Jupiter *et al.* 2017
Independencia de la evaluación	Las evaluaciones realizadas por expertos contaron con la participación de varias organizaciones, entre ellas: UN Environment World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), Centre for Sustainable Development and Environment (CENESTA), International Union for Conservation of Nature (UICN); el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Secretariat of Pacific Regional Environment Programme (SPREP), South Pacific Community (SPC), World Wide Fund for Nature (WWF), WorldFish y Reefbase.	Govan 2009; Jupiter *et al.* 2014; Jupiter *et al.* 2017,
Actores clave	Existe una contribución externa del sector de las ONG y de las organizaciones comunitarias (CBO, por su sigla en inglés) guiada por las normas locales. El Gobierno no desempeña ningún papel directo en la gestión y tiene una función administrativa pasiva, como la recaudación de las cuotas de los permisos de pesca de las pesquerías no tradicionales (no comunitarias), que luego se devuelven a la comunidad.	
Línea de referencia	No se recopilaron datos de referencia al inicio de las iniciativas. La selección de las zonas objetivo se basó en el interés de la comunidad, más que en una situación biológica o social concreta.	
Marco temporal	No se estableció ningún marco temporal para la iniciativa. Las LMMA surgieron en 1980, tras darse cuenta de la ineficacia de los enfoques occidentales de conservación en países con tenencia local y con poca capacidad para hacer cumplir las medidas de conservación. En el caso de Fiyi, estas zonas, se ampliaron a lo largo de 1990 y 2000 hasta alcanzar su actual cobertura de 145 zonas de pesca tradicionales, las cuales corresponden al 79% de la zona de pesca costera de Fiyi.	
Factores limitantes	Aunque la comunidad puede ser capaz de gestionar los recursos locales, deben aplicarse estrategias que mejoren la gestión de las amenazas que operan a mayor escala y a través de las fronteras, por ejemplo, la escala provincial, las interacciones tierra-mar, el cambio climático.	
Factores facilitadores	La apertura de la red de LMMA de Fiyi permitió la participación de un amplio abanico de entidades en la expansión del programa, incluidas ONG, universidades y organizaciones comunitarias, a la vez que facilitó el correspondiente apoyo financiero. Trabajar dentro de las normas socioculturales existentes permitió que prosperara este enfoque inclusivo e integrado que vincula a las comunidades con los recursos naturales.	
Rentabilidad	No se ha realizado ninguna evaluación de la relación costo-eficacia.	
Equidad	Los beneficios en materia de equidad del enfoque incluyen: aumento del tamaño y la abundancia de peces e invertebrados, los cuales mejoran la dieta y también mejora el potencial uso sostenible de los recursos pesqueros costeros cuando se encuentran bajo la gestión de la LMMA. Sin embargo, estas ganancias biológicas no están garantizadas y otros beneficios colaterales pueden ser más importantes, como el fortalecimiento de las costumbres y la reivindicación de los derechos de acceso y tenencia. Es de suponerse que los beneficios sean relativamente equitativos en la forma en que se reparten entre las comunidades implicadas; sin embargo, hay sectores de la población a los que no se les conceden derechos consuetudinarios tradicionales.	Jupiter *et al.* 2014; Jupiter *et al.* 2017
Beneficios derivados	La expansión a otros países del Pacífico y de Asia no fue una consecuencia prevista al principio, pero puede percibirse como un co-beneficio que se suma a los identificados a nivel comunitario.	
Aspectos transfronterizos	No hay problemas transfronterizos intra o internacionales.	
Posibles mejoras	Es necesario aumentar el compromiso y la alineación con el gobierno. La "ratificación" por parte del gobierno y una financiación sostenible de las ayudas a los sistemas consuetudinarios de gestión de los recursos naturales ayudaría a estabilizar el enfoque. Sería útil una mayor claridad en los costos de estos enfoques y un mejor seguimiento para evaluar la gestión de los recursos y los resultados de la biodiversidad.	

El estudio de caso que se presenta a continuación examina la eficacia de los CCP en el contexto de la lucha contra el comercio ilegal de especies silvestres a nivel mundial. El valor estimado de este tipo de comercio oscila entre los 50.000 y los 150.000 millones de dólares por año: la pesca ilegal se estima entre 10.000 y 23.500 millones de dólares y la tala ilegal entre 30.000 y 100.000 millones de dólares (Nellemann e International Criminal Police Organization [INTERPOL] Environmental Crime eds. 2012; Higgins y White 2016). La corrupción de algunos funcionarios públicos, incluidos los aduaneros y la policía local, además de la falta permanente de recursos, dificultan la vigilancia y la aplicación efectiva de la ley. Incluso en países con infraestructuras tecnológicas y criminológicas relativamente avanzadas, los delitos contra la vida silvestre van a la zaga de otros aspectos de la aplicación de la ley (Wellsmith 2011). La violencia tampoco es infrecuente, ya que la caza furtiva involucra el uso de armas, haciendo que los esfuerzos contra la misma sean letales; los grupos rebeldes armados también utilizan el comercio para financiar sus campañas militares.

En el marco del FPEIR (véase la Sección 1.6), este enfoque político se dirige principalmente a la presión de la sobreexplotación, abordando la pérdida de biodiversidad relacionada o protegiendo las especies endémicas y las prácticas humanas tradicionales (véase la Sección 6.4.4). Sin embargo, el desarrollo de CCP eficaces para limitar las actividades humanas no deseadas exige importantes esfuerzos de capacitación.

Estudio de caso: El Proyecto Predator y la vigilancia del tráfico ilícito de especies silvestres a escala mundial

El Proyecto Predator se puso en marcha en 2011, en la 80a reunión de la Asamblea General de la INTERPOL, celebrada en Hanoi (Viet Nam), la cual se centró en la creación de la capacidad policial para la conservación de los grandes felinos asiáticos, especialmente, el tigre. Las poblaciones de tigres salvajes están disminuyendo a un ritmo vertiginoso, pasando de más de 100.000 ejemplares a principios del siglo XX a menos de 4.000 en la actualidad (Goodrich *et al.* 2015). Aunque la principal amenaza para los grandes felinos es la destrucción de su hábitat, la caza furtiva sigue siendo un gran problema en toda su área de distribución. De acuerdo con la Lista Roja de la UICN, el mayor mercado es el de los huesos de tigre, los cuales son utilizados en la medicina tradicional asiática; sin embargo, otros mercados ilegales de productos de tigre, especialmente pieles, dientes y garras (sobre todo en Sumatra), contribuyen a la presión de la caza furtiva. También puede verse favorecida la caza de tigres para el comercio ilegal por parte de agricultores o aldeanos que creen que su ganado o sus habitantes corren peligro de ser atacados por estos animales.

Los objetivos específicos del Proyecto Predator incluyen:

i. fomentar la creación de las National Environmental Security Taskforces (**Figura 13.3**) y el fortalecimiento de la Red de Aplicación de la Legislación sobre Vida Silvestre de Asia Meridional;
ii. gestionar la información, la inteligencia y la mejora de las capacidades de investigación;
iii. crear capacidades e integración internacional; y,
iv. crear actividades contra la caza furtiva basadas en la inteligencia.

Entre los Estados pertenecientes al área de distribución del tigre se encuentran Bangladesh, Bután, Camboya, China, la Federación Rusa, India, Indonesia, Laos, Malasia, Myanmar, Nepal, Tailandia y Vietnam. La colaboración entre la INTERPOL, los gobiernos nacionales y los sistemas jurídicos es un hecho relativamente nuevo en la gobernanza mundial del medio ambiente que respalda la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y otros convenios internacionales. También se han puesto en marcha programas similares para el comercio de marfil, los residuos peligrosos, la tala ilegal y la pesca ilegal.

Figura 13.3: Los Grupos Especiales de Seguridad Medio Ambiental son los enlaces directos entre las burocracias nacionales y la Oficina Central Nacional de la INTERPOL; imagen que muestra el decomiso de 114 kg de huesos de tigre





Fuente: https://greennews.ie/wanted-wildlife-trafficker-arrested-nepal-this-month/

Tabla 13.3: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso del Proyecto Predator

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El éxito corresponde a la evidencia empírica sobre la incautación de partes de animales. En 2015, los funcionarios organizaron la Operación Protección de las Especies Silvestres de Asia (PAWS, por su sigla en inglés) en 17 países. Esto condujo a la detención de más de 300 delincuentes y reveló la ubicación de cuatro fugitivos por delitos contra la vida silvestre. Los funcionarios incautaron 6 pieles de tigre y sus partes, más de 150 pieles y partes de leopardo común y nublado, incluidas 12 pieles de grandes felinos, más de 9 toneladas de marfil, 37 cuernos de rinoceronte, más de 2.000 tortugas y reptiles, 282 pangolines, 5 toneladas de carne de pangolín y 275 kg de escamas de pangolín.	INTERPOL 2015
Independencia de la evaluación	Hasta donde sabemos, no se ha realizado ninguna evaluación formal del Proyecto Predator. Sin embargo, un estudio reciente de la red independiente de vigilancia del comercio de especies silvestres, TRAFFIC, subraya la necesidad de compartir información entre los Estados del área de distribución y el papel potencialmente útil de la INTERPOL.	Stoner *et al.* 2016
Actores clave	Los principales financiadores del Proyecto Predator son el Gobierno del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Environment Canada, el Fondo Internacional para el Bienestar de los Animales (IFAW, por su sigla en inglés), el Smithsonian, la USAID y la Iniciativa Mundial del Tigre. Esta última es una organización paragua formada en 2008 por el Banco Mundial, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, el Smithsonian y el Save the Tiger Fund. Está relacionada, a su vez, con la Coalición Internacional del Tigre, que comprende unas 40 ONG de 13 países del área de distribución del tigre. La Secretaría de la CITES es un socio formal.	United States Agency for International Development [USAID] 2016
Línea de referencia	Las poblaciones de tigres salvajes han disminuido de más de 100.000 a principios del siglo XX a menos de 4.000 en la actualidad.	Goodrich *et al.* 2015
Marco temporal	El proyecto Predator se creó en 2011 y se espera que la financiación continúe hasta 2020.	
Factores limitantes	La corrupción a todos los niveles sigue siendo un problema, al igual que la incapacidad de tipificar el delito medio ambiental como delito punible en muchos países. Las redes transnacionales de delitos medio ambientales implicadas en el tráfico de especies silvestres son poderosas y se cree que sus actividades ilícitas transversales incluyen la trata de personas, el contrabando de drogas y armas, el blanqueo de dinero y la extorsión.	
Factores facilitadores	La indignación internacional por el destino de las poblaciones de tigres salvajes y leopardos de las nieves, relacionada con su fascinante naturaleza, fue un factor de motivación. Con lo cual, una actuación de inteligencia policial y la introducción de nuevas tecnologías de rastreo fue esencial. Desde la creación de un Comité de Delitos contra el Medio Ambiente en 1992, la INTERPOL se ha convertido en un agente activo en los esfuerzos por frenar y castigar los delitos transnacionales en esta materia.	
Rentabilidad	Todavía no se ha llevado a cabo	
Equidad	De manera problemática, el cazador furtivo de bajos ingresos suele asumir el peso de la persecución legal, mientras que el "intermediario" adinerado o comprador del comercio ilícito de fauna y flora silvestres escapa. Dentro de estas últimas categorías se incluyen a naciones desarrolladas como el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y los Estados Unidos de América las cuales continúan comerciando con fauna y flora silvestres "legales" cuando las fuentes son a menudo difíciles de identificar (Nelson 2017).	
Beneficios derivados	Los grandes felinos son fundamentales para la resiliencia de los ecosistemas y la biodiversidad, por lo que su protección es beneficiosa para todos aquellos que dependen de los servicios ecosistémicos relacionados. La mejora de los sistemas judiciales a través de los Grupos de Trabajo Nacionales de Seguridad Ambiental es otro de los principales beneficios complementarios.	Thinley *et al.* 2018
Aspectos transfronterizos	El tráfico de especies silvestres involucra a una gran variedad de actores internacionales, haciendo imposible para la INTERPOL vigilarlos a todos. Por lo cual, en última instancia, el éxito de los esfuerzos contra la caza furtiva dependerá de la capacidad de los gobiernos nacionales para vigilar sus propias fronteras en un contexto libre de corrupción y para imponer un castigo serio a los infractores.	
Posibles mejoras	Se necesita más información sobre las repercusiones de las intervenciones de la INTERPOL y de los grupos de trabajo nacionales sobre la seguridad medio ambiental. Un seguimiento más preciso de las poblaciones de grandes felinos sería útil en todos los Estados, al igual que resulta indispensable una mayor participación de la comunidad local.	

Las estrategias de comando y control han dominado históricamente los esfuerzos para promover la protección del medio ambiente. Sin embargo, estas se enfrentan a dificultades por la falta de recursos humanos y de participación local (Harrington, Morgenstern y Sterner 2004; Laitos y Wolongevicz 2014). Aunque los CCP presentan su cuota de inconvenientes, pueden ser muy pertinentes en situaciones en las que están en juego especies y hábitats en peligro crítico y su pérdida es inminente (véase la Sección 6.4.4).

A modo de ejemplo, la flexibilización de las normas de desbroce y la aplicación de la ley ha provocado un aumento de la pérdida de bosques, especialmente, en aquellos bosques remanentes (Marcos-Martínez *et al.* 2018). Por lo cual, el reto reside en una mayor integración de las comunidades locales tanto en la fase de diseño como en la de ejecución (Paavola, Gouldson y Kluvánková-Oravská 2009). Una consulta adecuada y neutral, en términos de poder, de las diferentes partes interesadas durante el diseño de las políticas, así como el seguimiento y la adaptación periódica podrían

Recuadro 13.3: La importancia de los pueblos indígenas y las comunidades locales

La Resolución 2/14 de la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente solicitó una revisión de las "mejores prácticas para involucrar a las comunidades rurales en la gestión de la vida silvestre" (Cooney *et al.* 2018), centrándose específicamente en la participación de los pueblos indígenas y las comunidades locales (IPLC, por su sigla en inglés) en la lucha contra el comercio ilegal de vida silvestre. El informe elaborado por la UICN y el Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED, por su sigla en inglés) concluye que las comunidades locales deben ser actores centrales para frenar el comercio ilegal y ser consideradas como partes interesadas y no solo como víctimas o testigos pasivos. Aunque las acciones policiales son importantes, también pueden verse como respuestas militarizadas que alienan a las comunidades locales que son las que más se benefician con la mejora de la conservación de la biodiversidad. Como señala el informe, en parte como "resultado de una mayor militarización de la caza furtiva, la respuesta [ha incluido] el resurgimiento de un enfoque proteccionista de arriba hacia abajo que hace hincapié en las cercas, las multas, las armas y las botas. Sin embargo, a menos que se acompañe de medidas reforzadas de rendición de cuentas, esto puede conducir -y ha conducido- a abusos de los derechos humanos, a restringir las opciones de subsistencia y a causar privaciones en los IPLC (que pueden conducir a) una privación de derechos, resentimiento e ira" (Cooney *et al.* 2018, p. 5).

Los enfoques basados en la comunidad exigen paciencia, ya que las partes interesadas locales deben organizarse y desarrollar sus propias capacidades. La creación de oportunidades sólidas para que los IPLC sean escuchados y ejerzan sus derechos en todos los niveles es fundamental para promover estrategias de conservación de la vida silvestre que sean más eficaces y equitativas.

contribuir a mejorar la eficacia de las CCP para la conservación de la biodiversidad. En el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, la implementación de los espacios Natura 2000 se llevó a cabo de forma integrada, lo que condujo a una mayor aceptación (Primmer *et al.* 2014). Si los enfoques de la INTERPOL que se han descrito anteriormente tienen éxito, podrían servir de modelo para otras iniciativas destinadas a frenar la delincuencia internacional y la destrucción del medio ambiente. Además, el establecimiento de ensayos aleatorios de control y la medición e información periódica sobre el éxito o el fracaso de las intervenciones de conservación pueden ayudar en el seguimiento de la eficacia (Schwartz *et al.* 2017).

13.2.3 Políticas de incentivos económicos: Pago por servicios ecosistémicos

Las políticas de incentivos económicos (EIP, por su sigla en inglés) y los instrumentos derivados del mercado son posiblemente más flexibles que las CCP y las políticas regulatorias, lo que permite el desarrollo de enfoques innovadores que replantean la relación entre las personas y el medio ambiente. Las EIP suelen ser una medida de respuesta en el marco del FPEIR (véase la Sección 1.6) y se basan en el supuesto de que los incentivos económicos permiten tener en cuenta las externalidades del mercado, facilitando los comportamientos a favor de la conservación y desincentivando los comportamientos negativos. Estos instrumentos económicos también pueden utilizarse para compensar a las partes interesadas que se ven afectadas negativamente por la conservación de la biodiversidad.

Por lo tanto, las EIP logran resolver los desajustes de nivel existentes en la conservación de la biodiversidad, por ejemplo, cuando los beneficios de la conservación se perciben a escala regional o nacional, mientras que el costo es asumido por comunidades locales a una escala menor. Entre los ejemplos de EIP se encuentran los planes vinculados a REDD+, la mejora de las especies, la certificación ecológica, la retirada de tierras agrícolas o la compra de tierras públicas o subvencionadas. Otros incluyen servidumbres de conservación, pagos de incentivos para la agricultura ecológica, medidas fiscales/tributarias y pagos por servicios ecosistémicos (PSE) (UNDP 2017). Por ejemplo, los municipios situados en la zona central de un parque nacional en Francia reciben actualmente una "asignación ecológica" para la protección de estas zonas (General Code for Local Authorities, article L2,334-7), también existe una reducción del 20% en la tasa del impuesto sobre la propiedad para todos los humedales del país (Primmer *et al.* 2014).

Los PSE recogen muchos de los elementos importantes de las EIP. Como instrumento de política, el PSE se aplicó por primera vez a escala nacional en Costa Rica (Porras *et al.* 2013), donde funciona desde 1996, pero desde entonces se ha extendido a muchos países en diferentes formas. Por lo general, los PSE recompensan a los administradores locales de un ecosistema para que mantengan los recursos naturales de los que ellos dependen (y a menudo aquellos usuarios aguas abajo). Por ejemplo, se puede incentivar a los agricultores de laderas empinadas para que devuelvan sus tierras a la cubierta forestal, de modo que un suministro importante de agua pueda ser protegido. Un ejemplo bien documentado es el de la ciudad de Nueva York, que pagó a los propietarios de las montañas Catskill para que protegieran el paisaje y así evitar incurrir en un mayor costo como el de una nueva planta de tratamiento de agua (Appleton 2013). Al ofrecer incentivos económicos para fomentar una mejor administración de la tierra, los PSE permiten que haya nuevos actores en la conservación de la biodiversidad y, al mismo tiempo, promueven una relación más sostenible entre las personas y la naturaleza al resaltar el valor de los servicios ecosistémicos que sustenta la biodiversidad.

Sin embargo, en la actualidad, la eficacia de los regímenes de PSE es un área de debate, ya que hay pocos estudios de control aleatorios que permiten evaluar su éxito (Börner *et al.* 2017). Un análisis reciente de 38 artículos revisados por pares reveló que las pruebas de eficacia eran escasas (Gaworecki 2017), pues la mayoría de los estudios no habían comparado las áreas en las que se había aplicado el PSE con un área de control relevante no relacionada (Gaworecki 2017), y los estudios más rigurosos mostraban reducciones de la deforestación de apenas unos puntos porcentuales. Los pagos eran a menudo demasiado bajos en comparación con los costos de oportunidad de otros usos de la tierra como, por ejemplo, el desarrollo agrícola, si bien esto no tenía en cuenta los posibles beneficios complementarios. El siguiente estudio de caso explora el ejemplo de un esquema de PSE que tenía el doble objetivo de reducir las especies invasoras (una de las principales presiones sobre la biodiversidad) y generar empleo.

Estudio de caso: Programa Working for Water, Sudáfrica

En Sudáfrica, una de las principales presiones sobre los recursos hídricos la ejercen las plantas no nativas, tanto terrestres (por ejemplo, las especies de Pinus, Acacia y Eucalyptus que han escapado de los cultivos comerciales), como acuáticas (por ejemplo, el jacinto de agua [Eichhornia crassipes], que también es una amenaza para los Grandes Lagos africanos) (Chamier *et al.* 2012). En 1995, el gobierno sudafricano creó el programa Working for Water (WfW) con el fin de eliminar las especies invasoras de las cuencas hidrográficas degradadas y abordar los problemas de equidad social y desempleo con ayuda de las personas poco cualificadas.

Este programa se centró principalmente en las mujeres rurales, los jóvenes y las personas con discapacidad, ofreciéndoles oportunidades de empleo relacionadas con la eliminación y el control de las plantas invasoras (McQueen, Noemdoe y Jezile 2001). WfW es uno de los ejemplos más antiguos del enfoque de PSE vinculado con la generación de empleo.

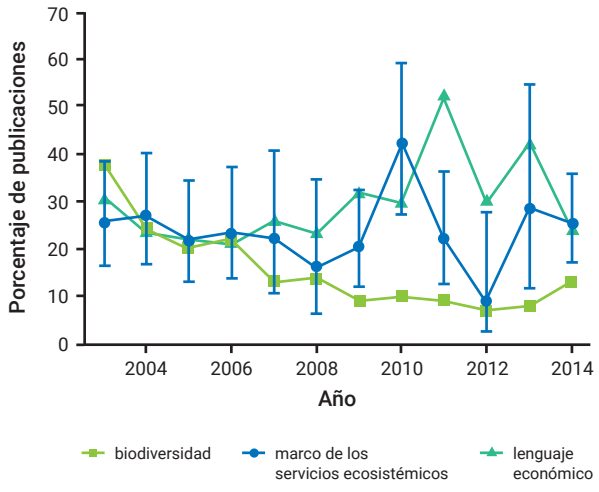
Tabla 13.4: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso "*Working for Water*"

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Los objetivos del programa WfW eran aumentar la seguridad del agua, mejorar la integridad ecológica y recuperar el potencial productivo de la tierra, promover el uso sostenible de los recursos naturales e invertir en los sectores más marginados de la sociedad sudafricana. En la actualidad, se han limpiado más de 3 millones de hectáreas de especies exóticas (el 30% de la superficie total afectada en Sudáfrica), lo que demuestra cierto éxito y resulta prometedor para el futuro de la política. Los caudales de los arroyos aumentaron, a pesar de que los beneficios disminuyen con el tiempo a medida que la vegetación volvió a crecer.	Barnes *et al.* 2007; Bonnardeaux 2012; Jarmain y Meijninger 2012; Le Maitre, Gush y Dzikiti 2015; Scott-Shaw, Everson y Clulow 2017
Independencia de la evaluación	Ampliamente evaluada en la literatura científica revisada por pares	Hobbs 2004; Turpie, Marais y Blignaut 2008; Buch y Dixon 2009; Meijninger y Jarmain 2014
Actores clave	El marco de WfW comprende lo siguiente Junta Interministerial (ministros del gabinete presididos por el Ministro de Asuntos Hídricos y Forestales) Comité Directivo Interdepartamental Comités de Dirección Provinciales y Comités de Dirección de Proyectos de las partes interesadas a nivel local	McQueen, Noemdoe y Jezile 2001
Línea de referencia	El informe "Water for Growth and Development in South Africa, Version 6" se tomó como línea de referencia y reveló que, para 1997, 10,1 millones de hectáreas (el 6,8%) de Sudáfrica y Lesoto estaban invadidas por plantas exóticas, lo que reducía el caudal medio anual de agua en 3.300 millones de m^3 y suponía un desperdicio de, aproximadamente, el 7% del agua de Sudáfrica al año.	Barnes *et al.* 2007
Marco temporal	La WfW lleva funcionando más de dos décadas. En los pocos años que siguieron a su puesta en marcha se registraron beneficios medibles para el ecosistema.	
Factores limitantes	Se ha sugerido que el empleo a corto plazo y los bajos salarios que ofrece WfW sólo proporcionan una solución temporal a los problemas crónicos del desempleo y las brechas de competencias en Sudáfrica.	Buch y Dixon 2009
Factores facilitadores	La legislación efectiva utilizada en el programa incluye la Ley de Plagas Agrícolas, la Ley de Conservación de Recursos Agrícolas, la Ley Nacional de Gestión Ambiental, la Ley de Conservación del Medio Ambiente, la Ley Nacional sobre Agua y la Ley Nacional de Velds e Incendios Forestales. WfW mantiene una unidad de investigación como parte de su compromiso con la gestión de las plantas exóticas invasoras.	Venter 2005
Rentabilidad	Se han realizado varios análisis de costo-beneficio, con resultados diferentes, pero que en general se inclinan por una política rentable. Un aspecto importante es el alto costo de no hacer nada. En 1998, el Departamento de Asuntos Medio Ambientales de Sudáfrica estimó el costo anual de la lucha contra las plantas invasoras en 600 millones de rands (100 millones de dólares) durante 20 años, pero indicó que esta cifra podría duplicarse en 15 años si no se tomaban las medidas adecuadas.	South African National Biodiversity Institute 2008; Turpie, Marais y Blignaut 2008; South Africa, Department of Environmental Affairs 2010; South Africa, Department of Water Affairs [DWAF] 2010a; DWAF 2010b; McConnachie *et al.* 2012; van Wilgen *et al.* 2012
Equidad	Los propietarios de tierras que limpian las especies invasoras a través del programa WfW pueden beneficiarse de exenciones fiscales. Los empleados que limpian las especies invasoras del paisaje (en su mayoría mujeres y personas desfavorecidas) son los más beneficiados.	Turpie, Marais y Blignaut 2008; Buch y Dixon 2009
Beneficios derivados	Anualmente, la WfW proporciona más de 20.000 empleos temporales a las personas más marginadas que no pueden acceder a ningún otro empleo (el 52% de los beneficiarios son mujeres). También brinda educación y formación a trabajadores no cualificados y colabora en programas de desarrollo comunitario (http://www. dwaf.gov.za/wfw/). Con un énfasis especial en el VIH/SIDA, el WfW se propuso proporcionar apoyo a las personas con un diagnóstico positivo, así como educación y formación para reducir el riesgo de transmisión.	Magadlela y Mdzeke 2004
Aspectos transfronterizos	No aplicable	
Posibles mejoras	Las recomendaciones incluyen: a) indicadores ecológicos sólidos para evaluar: (i) la extensión de la zona tratada; (ii) la reducción del grado de invasión (iii) el impacto en los recursos hídricos; y (iv) la tasa de recuperación del ecosistema (Levendal *et al.* 2008); y b) una mayor integración del desarrollo social con los objetivos medio ambientales del programa.	Levendal *et al.* 2008

Cuando la implementación se realiza de forma adecuada, las EIP permiten la integración intersectorial, por ejemplo, facilitando el empoderamiento de las mujeres mediante el control de las especies invasoras, como se muestra en el estudio de caso de WfW, así como también un mayor compromiso de las partes interesadas y una gobernanza a varios niveles. Sin embargo, uno de sus inconvenientes es la suposición de que los incentivos financieros por sí solos influirán en los actores para que cambien su comportamiento hacia una postura favorable a la conservación. Esta suposición puede llevar a cuestionar aún más la sostenibilidad de tales políticas cuando se agote la financiación. Encontrar el punto de inflexión financiero correcto para evitar la pérdida de biodiversidad y mejorar el bienestar humano (por ejemplo, el nivel correcto de compensación) ajustándose a los costos de oportunidad previstos puede ser un reto. El análisis de rentabilidad puede ayudar a encontrar la solución óptima cuando son posibles unas múltiples intervenciones de conservación (Bryan 2010). Otra brecha en la aplicación de las EIP radica en el tratamiento de los propietarios de las tierras como responsables independientes e individuales de la toma de decisiones (véase, por ejemplo, el experimento finlandés de PSE "Nature Values Trading") (Paloniemi y Vilja 2009). Sin embargo, en muchos casos pueden verse influenciados por asesores profesionales y por una serie de factores grupales en la toma de sus decisiones (Mukherjee *et al.* 2016). Además, la atención debe seguir centrándose en la conservación de la biodiversidad y no simplemente en los beneficios derivados de ella.

En los dos últimos años se ha avanzado considerablemente en integrar el valor de la naturaleza (por ejemplo, IPBES 2016). Sin embargo, es necesario continuar centrándose en la biodiversidad. La conservación como esencia de la biodiversidad no debe desaparecer en el entusiasmo por valorar sus beneficios y servicios, ya que la biodiversidad es el sustento de todos los servicios (la **Figura 13.4** de Kusmanoff 2017, muestra como en Australia, mientras el uso del lenguaje económico ha aumentado, el uso del término "biodiversidad" ha disminuido).

Figura 13.4: Uso en el tiempo de los términos "biodiversidad", "econo" y "servicios ecosistémicos" en los comunicados de prensa de la cartera de medio ambiente del Gobierno australiano (n=3.553). Las barras de error muestran intervalos de confianza del 95% basados en la submuestra del marco de los servicios ecosistémicos (n=516)



Fuente: Kusmanoff (2017).

13.2.4 Apoyo a la inversión: Almacenamiento de material genético

En la actualidad, solo una mínima fracción (~0,002%) del PIB mundial es invertido en la conservación de la biodiversidad (Sumaila *et al.* 2017). Sin embargo, el mantenimiento del capital natural mediante el cumplimiento de las Metas Aichi para la Biodiversidad proporcionaría ganancias monetarias y no monetarias que superan con creces los costos de alcanzar estos objetivos (Sumaila *et al.* 2017).

Aunque los avances son lentos, algunos gobiernos se están sumando a la causa. Por ejemplo, el Gobierno de New South Wales, en Australia, dentro de su estrategia 2017-2037, ha creado un Fideicomiso de Conservación de la Biodiversidad destinado a ejecutar un programa integral de conservación en terrenos privados (New South Wales, Office for Environment and Heritage 2017). La inversión gubernamental de dicho proyecto, que es dirigido a los propietarios privados de tierras, ha sido de 240 millones de dólares australianos a lo largo de cinco años, junto con una financiación anual continua de 70 millones de dólares australianos.

La UE ha calculado que el costo de la gestión de los espacios Natura 2000, junto con su red de áreas protegidas, ascendería a 5.800 millones de euros anuales, mientras que los beneficios oscilan entre los 200.000 a 300.000 millones de euros anuales, sumado a una generación de 180.000 puestos de trabajo (Bourguignon 2015). La financiación de LIFE (Instrumento Financiero para el Medio Ambiente) de la UE, puesta en marcha en 1992, y su sucesor, LIFE+, han cofinanciado la gestión de espacios, la creación de capacidades y los planes de acción para las especies. Entre 2014 y 2020, se han destinado 2.600 millones de euros en el marco de LIFE para la protección del medio ambiente, la mitad de los cuales se destinan a la conservación de la naturaleza y la biodiversidad (Bourguignon 2015). El Gobierno del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte anunció recientemente que crearía un Consejo Empresarial Verde para apoyar el emprendimiento medio ambiental en su Plan de Medio Ambiental a 25 años (United Kingdom [UK], Department for Environment, Food and Rural Affairs 2018, p. 150); además tiene previsto crear un Fondo de Impacto en el Medio Ambiente Natural destinado a conceder una serie de préstamos y subvenciones en condiciones inferiores a las del mercado que podrían reembolsarse a largo plazo. Esto está encaminado a enfrentar las posibles deficiencias del mercado que podrían haber limitado la adopción de proyectos de medio ambiente natural generadores de ingresos en el pasado (UK Department for Environment, Food and Rural Affairs 2018, p. 149).

Las fuentes de inversión en la biodiversidad son diversas (SCBD 2012), entre las que se incluyen aquellas fuentes de financiación nacional básica para la biodiversidad, la financiación de los gobiernos nacionales, los flujos internacionales de Ayuda Oficial al Desarrollo y la financiación multilateral. Además, las exenciones fiscales para las infraestructuras verdes, los acuerdos de conservación, las compensaciones de carbono, las políticas fiscales verdes y los bonos verdes, así como las inversiones del sector privado y del tercer sector también forman parte del conjunto de herramientas a disposición de los responsables políticos para apoyar la inversión en la conservación de la biodiversidad.

Los principios de los Bonos Verdes de 2016 reconocen, explícitamente, la conservación de la biodiversidad como una de las categorías elegibles para ser financiada (GreenInvest 2017). Este tipo de bonos son uno de los segmentos del mercado de renta fija de más rápido crecimiento, con 81.000 millones de dólares en 2016. Estos pueden ser utilizados estratégicamente por gobiernos y empresas para aprovechar el capital internacional y así apoyar la inversión en la conservación de la biodiversidad (GreenInvest 2017). Los Bonos Verdes también podrían proporcionar una plataforma de interacción para la formulación de políticas

financieras y de inversión, las cuales, en algunos países, suelen estar institucionalmente separadas (GreenInvest 2017, p. 40).

Un ejemplo innovador de apoyo a la inversión es la Bóveda Global de Semillas de Svalbard (SGSV, por su sigla en inglés), banco de genes que constituye el mayor recolector de diversidad de cultivos del mundo. En el marco del FPEIR (véase la Sección 1.6), dicho banco sirve como respuesta política centrada en la conservación *ex situ* de semillas para mejorar el estado de las especies vegetales que son importantes para la alimentación y la agricultura.

Estudio de caso: Bóveda Global de Semillas de Svalbard

La FAO estima que el 75% de la diversidad fitogenética se perdió en el último siglo (FAO 2010). Una de las principales formas de conservación del material fitogenético es *ex situ*, en forma de bancos de genes. Actualmente hay más de 1.750 en todo el mundo, los cuales mantienen colectivamente unos 7,4 millones de adhesiones (FAO 2010).

La SGSV (**Figura 13.5**) se estableció en 2008 con el objetivo principal de proporcionar un respaldo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Su prioridad es preservar la diversidad intraespecífica de las especies de cultivos y de sus parientes silvestres. Los riesgos de catástrofes naturales, guerras y la mala gestión de algunos bancos de genes nacionales exigen un almacenamiento de reserva para los cultivos de importancia mundial (Fowler 2008).

En el caso de la SGSV su construcción fue financiada por el gobierno noruego con un costo de 8,8 millones de dólares (Hopkin 2008). Los costos de funcionamiento son de unos 300.000 dólares anuales, los cuales son compartidos por el gobierno noruego y el Global Crop Diversity Trust. Este último proporciona subvenciones a largo plazo a partir de un fondo de dotación constituido por donaciones públicas y privadas.

Figura 13.5: A medio camino entre Noruega y el Polo Norte, en una isla remota del archipiélago de Svalbard, a 100 metros dentro de una montaña, se encuentra la SGSV, en donde se realiza el almacenamiento de muestras a una temperatura de -18°C



© Shutterstock/Theerasak Namkampa

Para frenar la pérdida de biodiversidad se requiere, de forma urgente, políticas de apoyo a la inversión que ayuden a complementar las CCP, las EIP y los actores facilitadores (véase la Sección 6.5). Al igual que las EIP, las políticas de inversión de apoyo también son más flexibles y adaptables en su enfoque. Estas también brindan la posibilidad de contar con soluciones únicas e innovadoras, como muestra el estudio de caso de la SGSV. La inversión extranjera directa hacia los países tropicales en desarrollo podría dirigirse a la conservación de la biodiversidad gracias a las políticas de inversión de apoyo, como los Bonos Verdes (GreenInvest 2017). Iniciativas como la SGSV están en consonancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 16, ya que los resultados de dichas inversiones son responsables, transparentes e inclusivos. Sin embargo, una de las preocupaciones es la estructura de poder inherente a la toma de decisiones y a la aplicación de las políticas de inversión de apoyo. Quién invierte y quién se beneficia a largo plazo son preguntas importantes que deben plantearse en el análisis previo de dichas políticas.

En términos de conservación general de la biodiversidad, la SGSV es un respaldo, ya que no intenta conservar los conocimientos tradicionales para la recolección de los cultivos, los cuales podrían perderse a medida que la agricultura evoluciona, mientras que la conservación *in situ* podría mantener estos conocimientos y también permitir que las especies se adapten a los cambios de su medio ambiente. La conservación *ex situ* también se enfrenta al problema de la erosión genética (van de Wouw *et al.* 2010), según el cual las semillas que se conservan pueden no ser viables a perpetuidad. La protección de los recursos genéticos requiere la participación de una serie de actores, dado que existen retos políticos, éticos y técnicos que hay que superar en la conservación de los recursos genéticos de los cultivos (Esquinas-Alcázar 2005).

Además, es necesario integrar la contribución de la biodiversidad a la seguridad alimentaria. La iniciativa Adaptación Basada en los Ecosistemas para la Seguridad Alimentaria (EBAFOSA, por su sigla en inglés) se puso en marcha en 2015. Su objetivo es conciliar la gestión sostenible de los ecosistemas (incluida la conservación de la biodiversidad) con la adaptación al cambio climático para garantizar la seguridad alimentaria en África[2].

13.2.5 Actores facilitadores: Planeación estratégica medio ambiental

Mejorar la calidad de los entornos urbanos para obtener beneficios ecológicos y sociales está siendo ampliamente aceptada como un componente crítico de la planificación urbana. La Asamblea General de las Naciones Unidas (A/71/266 de 1 de agosto de 2016) ha debatido el concepto de "Madre Tierra" en el marco de la "armonía con la naturaleza", buscando inspirar a los ciudadanos y a las sociedades a cambiar su forma de interactuar con el mundo natural. Esto se enlaza estrechamente con el concepto de infraestructura verde, espacios verdes y el reconocimiento de las conexiones vitales entre los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. Entre ellos se encuentran los beneficios relacionados con la calidad del agua, la atenuación de las inundaciones, la mejora de la calidad del aire, la salud física y mental y la reducción del ruido, siendo todos ellos importantes para reducir los problemas que plantea la vida urbana (Carrus *et al.* 2015; Ürge-Vorsatz *et al.* 2018) y para contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático (Rosenzweig *et al.* 2018). El papel de la biodiversidad en las ciudades también ha sido reconocido en otros foros internacionales, como en la conferencia de ciudades del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de marzo de 2018, en la cual se demostró que experimentar 2018; también se ha demostrado que estar en contacto con la biodiversidad mejora la calidad de vida, la salud humana y la conciencia ambiental en las zonas urbanas (WHO y SCBD 2015; Ürge-Vorsatz *et al.* 2018).

2 https://www.ebafosa.org

Tabla 13.5: Resumen de los criterios de evaluación: Estudio de caso sobre la Bóveda Global de Semillas de Svalbard

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El objetivo es albergar 4,5 millones de variedades de cultivos, con una media de 500 semillas por variedad, para un total de 2.500 millones de semillas. En los primeros cinco años de funcionamiento, 53 bancos de genes del mundo habían depositado una parte sustancial de sus colecciones. Actualmente, la bóveda contiene más de 960.000 muestras.	Westengen, Jeppson y Guarino 2013; Asdal 2018
Independencia de la evaluación	La evaluación formal fue publicada en una revista revisada por expertos.	Westengen, Jeppson y Guarino 2013; Asdal 2018
Actores clave	Entre los actores se encuentran la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO, el Gobierno de Noruega, el Centro Nórdico de Recursos Genéticos, el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos y el Consejo Asesor Internacional (expertos técnicos y políticos que representan a la FAO, los bancos nacionales de genes, el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional y el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura).	Westengen, Jeppson y Guarino 2013; Asdal 2018
Línea de referencia	Con el fin de cuantificar qué tan lejos se encontraba la SGSV de su objetivo de duplicar todas las distintas adhesiones (muestra única de semillas) de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura conservados como semillas ortodoxas a nivel mundial, es decir, aquellas que pueden sobrevivir al secado o la congelación, se tomaron cincos criterios de referencia para realizar la evaluación de la duplicación de cubierta por colección.	Westengen, Jeppson y Guarino 2013; Asdal 2018
Marco temporal	Teóricamente, la bóveda cuenta con una vida útil indefinida. Actualmente, a nivel mundial, hay un tercio de distintas adhesiones provenientes de 156 géneros de cultivos.	Westengen, Jeppson y Guarino 2013; Asdal 2018
Factores limitantes	No obstante haberse depositado en 2018 nuevas muestras de semillas de países como India, Perú y Kenia, la voluntad de adhesión de ciertos países, como por ejemplo, China y Japón, ha sido identificada como una limitación. Los cambios en el clima podrían considerarse una limitación futura.	
Factores facilitadores	Firma del Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura; el permafrost ofrece una refrigeración natural en caso de que el equipo de refrigeración se descomponga; estabilidad geopolítica y un gobierno local de apoyo (la actividad militar está prohibida por el Tratado Internacional de Svalbard)	
Rentabilidad	No se ha realizado ningún análisis hasta el momento	
Equidad	En la actualidad, las plantas de uso tradicional y sus prácticas de cultivo no tienen prioridad, lo cual podría conducirlas a ser potencialmente vulnerables a la pérdida. El Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (Global Crop Diversity Trust) proporciona financiación a los países en desarrollo para ayudar en la logística del transporte de las accesiones al SGSV.	Eastwood *et al.* 2015
Beneficios derivados	El SGSV ha contribuido a sensibilizar al público (especialmente promovido por los medios de comunicación) sobre la importancia de conservar la diversidad genética, especialmente de las plantas, a fin de lograr una futura seguridad alimentaria.	Friel y Ford 2015; Westengen, Jeppson y Guarino 2013
Aspectos transfronterizos	El Acuerdo de Depósito Estándar de la SGSV asegura que la propiedad legal de las accesiones no puede ser transferida y que solo pueden ser devueltas a los bancos de genes que las suministraron originalmente.	Westengen, Jeppson y Guarino 2013
Posibles mejoras	1) Brechas en las adhesiones de otros bancos de genes que no cuentan con una colección de respaldo. 2) También se ha destacado la importancia de la conservación *in situ* como complemento de los enfoques *ex situ*, ya que el material genético almacenado es evolutivamente estático y no puede adaptarse a los cambios de clima y hábitat. 3) Otra forma de conservación *ex situ* -los bancos de ADN- podría ser un enfoque complementario a la conservación fitogenética.	Dulloo 2015; Hopkin 2008; Hodkinson *et al.* 2007

Involucrar a las comunidades en el uso eficaz de la tierra y la gestión de los ecosistemas naturales en las zonas urbanas puede ser beneficioso, tanto para los residentes como para la biodiversidad, así como para la promoción de una gobernanza urbana inclusiva. La participación de distintas partes interesadas a diferentes niveles y las alianzas entre expertos de varias disciplinas (por ejemplo, ecologistas, diseñadores urbanos, arquitectos paisajistas) también se considera importante para la conservación de la biodiversidad (Felson y Pickett 2005; Colding 2007). El progreso es medible, por ejemplo, mediante el Índice de Biodiversidad de las Ciudades, que "proporciona una herramienta de seguimiento para ayudar a las autoridades locales a evaluar sus progresos en la conservación de la biodiversidad urbana, siendo además posible incluirlo en los informes nacionales" (CDB 2014).

Diversos acuerdos y enfoques institucionales tienen en cuenta la importancia de la biodiversidad en las zonas verdes, por ejemplo, en Italia los aspectos de salud y bienestar (Carrus *et al.* 2015); en Brasil la restauración del bosque atlántico en zonas urbanas a través de planes municipales (Sansevero *et al.* 2017); y, en Finlandia, la preservación de los servicios ecosistémicos (Niemelä *et al.* 2010) son considerados. La incorporación de la biodiversidad requiere la inclusión de componentes y normas sobre la misma, así como componentes medio ambientales en las políticas sectoriales, lo cual hace posible la participación de actores interesados. En el marco del FPEIR (Sección 1.6), la incorporación es una respuesta dada por un grupo de actores para hacer frente a las presiones y a las fuerzas motrices, como la pérdida y la fragmentación del hábitat y la presión causada por el hombre (Sección 2.2). La Política para el Sistema de las Áreas Naturales en Edmonton es un ejemplo de cómo involucrar a los agentes locales con el fin de incorporar la biodiversidad al entorno urbano.

Estudio de caso: Política para los Sistemas de las Áreas Naturales en Edmonton

La ciudad de Edmonton ha hecho de la protección de la biodiversidad una prioridad al incorporar las consideraciones sobre la misma en la planificación urbana. En 2006 su Política Ambiental fue aprobada con el fin de promover el desarrollo de comunidades ambientalmente sostenibles. En 2007, la ciudad aprobó su Política para los Sistemas de Áreas Naturales con el claro objetivo de "conservar, proteger y restaurar la biodiversidad en Edmonton y conciliar las consideraciones ecológicas y medio ambientales con las económicas y sociales en la toma de decisiones". Como resultado de esta política, surgió un plan estratégico para la conservación y restauración de los sistemas naturales de Edmonton, así como de la biodiversidad que contiene (**Figura 13.6**).



Figura 13.6: La ciudad de Edmonton: el sistema de parques de River Valley a lo largo del río North Saskatchewan visto desde el centro de Edmonton



Se ha demostrado que, en ciertos casos, los actores y los acuerdos institucionales para la conservación de la biodiversidad local y urbana tienen éxito en la medida en que los gobiernos colaboren a distintos niveles para mejorar la calidad de los entornos urbanos y obtener beneficios ecológicos y sociales. La amplia participación de las partes interesadas en la gestión medio ambiental "puede parecer muy arriesgada, pero cada vez hay más pruebas de que, si está bien diseñada, los riesgos percibidos podrían valer la pena" (Reed 2008). Sin embargo, la priorización fiscal y presupuestaria sigue siendo un serio reto para la administración pública.

El estudio de caso de Edmonton ilustra una aplicación exitosa de la política para el sistema de áreas protegidas, asegurando 110 ha/año de áreas naturales prioritarias. Aunque la Huella Ecológica de Edmonton ha disminuido, aún continúa siendo de 7,45ha per cápita, muy por encima de la media mundial de 2,71ha per cápita, y 4,5ha per cápita más alta que el indicador de sostenibilidad de la capacidad global; esto se debe en gran medida al consumo de recursos provenientes por fuera de los límites de la ciudad.

Tabla 13.6: Resumen de los criterios de evaluación: Política para los Sistemas de las Áreas Naturales en Edmonton

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El "Informe sobre el Medio Ambiente 2015" de Edmonton incluye varios indicadores ecológicos, como la naturalización del césped, las áreas naturales prioritarias aseguradas, los terrenos asegurados para áreas naturales, la expansión de humedales y el número de árboles gestionados y cuidados por el Consejo Municipal. Los datos de las series temporales señalan que la mayoría de los índices muestran tendencias positivas, con aumentos en el número de árboles mantenidos por la ciudad, terrenos asegurados para áreas naturales y humedales reconstruidos.	
Independencia de la evaluación	El éxito de la política se ha autoevaluado con la supervisión de un Comité Directivo de Gestión Ambiental de la Ciudad.	
Actores clave	Los actores clave son el Consejo Municipal de Edmonton y las oficinas responsables de poner en marcha las mejores prácticas para la protección de la biodiversidad. La Oficina de Espacios Naturales coordina los esfuerzos estratégicos corporativos de la ciudad para proteger la red. Las comunidades locales participan en programas como el Master Naturalist, mediante el cual se intercambian conocimientos y educación a cambio de trabajo voluntario de custodia de las zonas naturales de la ciudad, el seguimiento de las especies invasoras a través de la ciencia ciudadana y la participación en la gobernanza de un fideicomiso de tierras sin ánimo de lucro.	
Línea de referencia	Las conclusiones del informe de 2006 sobre el estado de las áreas naturales de la ciudad de Edmonton revelaron que el uso habitual del suelo provocaría, con el tiempo, la pérdida de más de la mitad de la superficie de los sistemas naturales existentes en las mesetas de Edmonton.	City of Edmonton 2009
Marco temporal	"The Way We Green: 2040" establece el plan estratégico medio ambiental de la ciudad de Edmonton a 30 años, haciendo énfasis en la resiliencia y la sostenibilidad, y definiendo 12 objetivos que deben alcanzarse para que dicha ciudad logre un futuro sostenible y resiliente.	
Factores limitantes	La ciudad sigue experimentando pérdidas significativas de zonas naturales a causa del número sin precedentes de nuevos residentes en este lugar, frente a lo cual se ha respondido con la compra por parte de la ciudad de terrenos valiosos con el fin de protegerlos de las presiones urbanísticas (véase más abajo).	City of Edmonton 2009
Factores facilitadores	El liderazgo del Consejo Municipal parece ser fuerte y sostenido para impulsar tanto la política como su aplicación. Esta institución autorizó una asignación de fondos de 20 millones de dólares canadienses y un permiso de préstamo de tierras en fideicomiso para la adquisición de bosques y humedales en los nuevos barrios y, como parte de una iniciativa separada, se estableció un acuerdo anual por valor de 1 millón de dólares canadienses para la compra de humedales. Asimismo, un perfil y una reputación internacional sólida pueden ayudar a continuar centrando la atención en el mantenimiento de los éxitos.	City of Edmonton 2009; Local Governments for Sustainability 2013
Rentabilidad	La ciudad de Edmonton evaluó los efectos medio ambientales, el valor y la estructura del bosque urbano, teniendo en cuenta tres servicios ecosistémicos: la limpieza del aire, el secuestro de carbono y la reducción de las aguas pluviales. El beneficio medio por árbol en el bosque urbano de Edmonton fue de 74,73 dólares, mientras que el costo del cuidado de cada árbol es de 18,38 dólares.	City of Edmonton 2009
Equidad	El proyecto ha contribuido a la integración social de los inmigrantes en la vida de la ciudad. Los promotores inmobiliarios tienen que cumplir la normativa medio ambiental y las nuevas zonas suburbanas se diseñan con nuevos espacios verdes, zonas naturales y parques en beneficio de las comunidades. Sin embargo, el aumento del valor del suelo hace que la compra de terrenos con fines de conservación tenga un costo prohibitivo para el fideicomiso de la ciudad, especialmente, porque los propietarios son más reacios a vender.	
Beneficios derivados	El aumento de los espacios verdes en los entornos urbanos proporciona beneficios adicionales, como la reducción del estrés, la delincuencia y la violencia y el aumento de la cohesión social del barrio. Además, contribuyen a una serie de beneficios asociados a la salud psicológica, cognitiva y fisiológica (WHO y SCBD 2015). Existen algunos indicios de aumento de las oportunidades para las empresas de energías renovables (Alberta Canada 2017).	Maas *et al.* 2009; Garvin, Cannuscio y Branas 2013; Roe *et al.* 2013
Aspectos transfronterizos	No se ha identificado ni registrado ninguno en la revisión de los informes de progreso	
Posibles mejoras	Sería útil realizar un seguimiento a largo plazo de una gama más amplia de beneficios sociales y medio ambientales, así como una evaluación más formal por parte de colegas independientes. También es necesario incorporar las compensaciones, como el aumento en los costos de la tierra y los conflictos sobre las prioridades en una ciudad con una población que ha aumentado en los últimos 25 años.	

13.3 Indicadores: Política de biodiversidad

Los indicadores relevantes para las políticas ofrecen una forma interesante de entender la aplicación de las mismas (véase el Capítulo 10). Tanto la IPBES como el CDB han elaborado evaluaciones mundiales utilizando una gran variedad de indicadores, como por ejemplo, la Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad-4 utilizó 55 indicadores de biodiversidad (SCBD 2014; Tittensor *et al.* 2014). Para el sexto informe de evaluación sobre las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6), se seleccionaron tres indicadores mundiales en función de sus vínculos con los ODS, el desglose nacional y los anteriores GEO (véase la **Tabla 13.7**).

En la actualidad, faltan indicadores que puedan captar adecuadamente los vínculos entre la biodiversidad y la salud humana, aunque ya se han descrito formas de mejorar los indicadores de salud de la biodiversidad (Huynen, Martens y De Groot 2004; Hough 2014; Sandifer, Sutton-Grier y Ward 2015).

Tabla 13.7: Indicadores relevantes para la política

Indicador	Justificación de la selección	Abordado en la Parte A	Abordado en los estudios de caso	Conexión con los ODS o con los MEA	Fuentes de datos
1) Proporción de países que han adoptado legislación nacional relevante se han dotado adecuadamente de recursos para la prevención el control de la invasión especies exóticas	Vínculos con la Convención sobre Diversidad Biológica como indicador de la Meta 9 de Aichi sobre Biodoversidad. El indicador es relevante y responde a las políticas y fue diseñado como un indicador de respuesta. Se utilizó en el quinto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-5) y es un indicador confirmado para los ODS.	**Sí:** las especies invasoras son tratadas como una de las cinco principales presiones sobre la biodiversidad (Sección 6.4.2).	**Sí:** las invasiones son objeto de un estudio de caso por parte de la WfW de Sudáfrica (Sección 13.2.3), en donde se utiliza el PSE como medio de lucha contra estas.	**Meta 9 de Aichi sobre Biodiversidad.** Este es también el indicador para la meta del ODS 15.8.	IUCN, IUCN SSC, IUCN ISSG, Monash University; bipindicators.net para las hojas informativas, gráficos, metadatos
2) Índice de la Lista Roja (impactos de utilización)	Se relaciona con el CDB como indicador de la Meta 4 de Aichi para la Diversidad Biológica. Este es un indicador de respuesta que se utilizó en el GEO-5 y es relevante para los ODS. Tiene una cobertura global, puede desglosarse, es una medida cuantitativa basada en una evaluación científica y tiene una larga serie de datos. La Lista Roja (impactos de la utilización) también fue elegida para demostrar el grado en que las especies de relevancia directa para los medios de subsistencia y culturales están respondiendo a las medidas para garantizar su uso sostenible en el tiempo.	**Sí:** los subconjuntos de la Lista Roja se utilizan a lo largo del Capítulo 6, especialmente en la Sección 6.5 correspondiente a especies. El Índice de la Lista Roja es la principal fuente mundial sobre el estado de extinción de las especies.	No	**Meta 4 de Aichi sobre Biodiversidad** También está relacionado con las Metas 3, 6, 7 y 12 de Aichi. Se relaciona con los ODS 8.4, 12.2, 14 y 15.	IUCN Red List Index bipindicadores.net para fichas técnicas, gráficos, metadatos
3) Huella Ecológica Global	Vínculos con el CDB como indicador para la Meta 4 de Aichi sobre Biodiversidad. El indicador rastrea las presiones. Se utilizó en GEO-5 y es relevante para los ODS. Es mundial, se basa en una larga serie de datos y puede desglosarse. Se eligió este indicador porque el aumento de la Huella Ecológica de un país significaría un aumento en la presión de su población sobre la biodiversidad y un riesgo de pérdida de biodiversidad.	**Sí:** en la sección 6.4.1, como principal fuerza motriz de la pérdida de biodiversidad.	**Sí:** las Huellas Ecológicas de Edmonton se citan en la evaluación sobre la eficacia de la política Sección 13.2.5.	**Meta 4 de Aichi sobre Biodiversidad.** Relacionado con las metas de los ODS 8.4 y 12.2.	Global Footprint Network bipindicators.net para las hojas informativas, gráficos, meta datos

13.3.1 Indicador 1: Proporción de países que adoptan legislación nacional acorde y cuentan con los recursos adecuados para prevenir o controlar las especies exóticas invasoras (Indicador ODS 15.8.1)

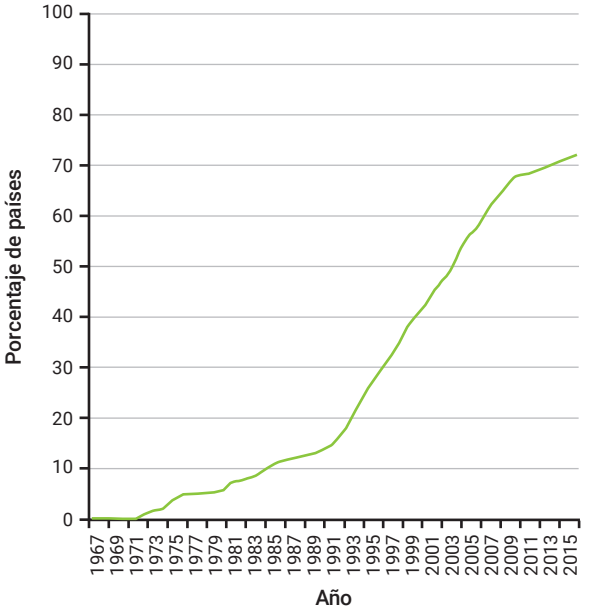
Las especies exóticas invasoras (EEI) pueden amenazar la biodiversidad local mediante la competencia directa e indirecta, la depredación y la degradación del hábitat, y como agentes y vectores de enfermedades (Pejchar y Mooney 2009; Strayer 2010). Estas son consideradas como la segunda mayor amenaza para la biodiversidad después del cambio en el uso de la tierra y la pérdida de hábitat (Sección 6.4.2) (Wilcove *et al.* 1998; Bellard, Cassey y Blackburn 2016).

Este indicador evalúa las "tendencias en las respuestas políticas, la legislación y los planes de gestión para controlar y prevenir la propagación de especies exóticas invasoras" (especies introducidas en una zona y que se han propagado más allá de la zona de introducción) y la "proporción de países que adoptan legislación nacional acorde y dotan de recursos adecuados la prevención o el control de las especies exóticas invasoras" (véase la metodología en Biodiversity Indicators Partnership 2018a) (**Figura 13.7 y Figura 13.8**).

Relevancia de las políticas

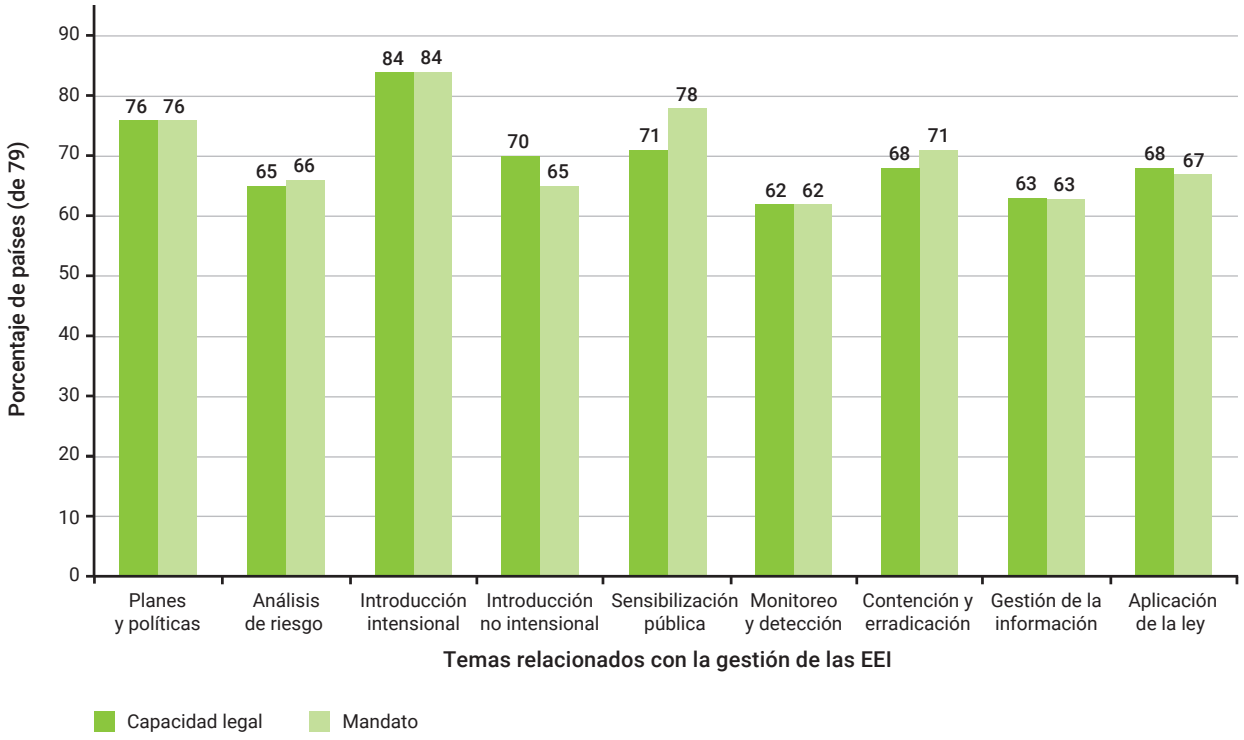
Este indicador hace un seguimiento directo del progreso hacia los acuerdos ambientales multilaterales globales y, en particular, la Meta 9 de Aichi para la Diversidad Biológica. También es relevante para las Metas 5, 11, 12 y 17 de Aichi y el Objetivo 15 (Meta 15.8) de los ODS ("Vida en la Tierra") (UNEP 2015).

Figura 13.7: Tendencias de la legislación nacional relativa a la prevención o el control de las especies exóticas invasoras (EEI) para 196 países que presentan informes al Convenio sobre Diversidad Biológica (1967-2016), mostrando específicamente el porcentaje de países que tienen una combinación de: (i) legislación sobre EEI; (ii) objetivos de las ENBPA sobre EEI; y (iii) objetivos sobre EEI alineados con la Meta 9 de Aichi



Fuente: Biodiversity Indicators Partnership (2018a). Colaboradores: IUCN, IUCN Species Survival Commission y IUCN Invasive Species Specialist Group Monash University.

Figura 13.8: Porcentaje de países cuyas instituciones tienen un mandato claro y/o autoridad legal para gestionar las EEI (un resultado positivo equivale a un Sí y se incluye en el porcentaje global)



Fuente: Alianza para los Indicadores de la Biodiversidad (2018a). Colaboradores: IUCN, IUCN Species Survival Commission y IUCN Invasive Species Specialist Group, Monash University.

Relaciones de causalidad

A medida que se introducen más acuerdos internacionales multilaterales relacionados con las EEI (como el Protocolo de Cartagena, la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria y el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio), el nivel de compromiso nacional con las políticas relacionadas aumenta. Esto, a su vez, refleja un mayor compromiso mundial con el control de las EEI (Biodiversity Indicators Partnership 2018a). Los países parte del CDB han acordado suscribir la Meta 17 de Aichi, mientras que aquellas políticas relacionadas con el control de las EEI deberán abordarse en sus EPANB. Esto es ejemplo de un desencadenante de políticas internacionales y un enfoque de arriba hacia abajo que conduce a la creación de regulaciones nacionales sobre EEI. Una relación causal de abajo hacia arriba (la creación de una política sobre EEI debido al aumento de estas a nivel nacional) es más difícil de demostrar.

Dentro de las políticas nacionales en materia de EEI, los gobiernos pueden utilizar varios instrumentos políticos para su reducción. Estas respuestas pueden ser muy variadas y específicas. El programa WfW de Sudáfrica (Sección 13.2.3) utiliza el PSE para fomentar la eliminación de las EEI de las vías fluviales ofreciendo incentivos monetarios a las comunidades locales (Buch y Dixon 2009). Otros países pueden utilizar CCP, como la política fitosanitaria del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, que impone normas estrictas y certificaciones para la importación y el traslado de determinadas plantas, semillas, materia orgánica y productos vegetales con el fin de evitar la introducción y la propagación de patógenos vegetales nocivos (UK Department for Environmental and Rural Affairs 2014), así como el bien desarrollado plan estratégico de Australia (Australia, Invasive Species Council 2015). Además, las naciones insulares pueden tener políticas más sólidas en materia de EEI, lo que refleja una mayor presencia de especies endémicas, y los puertos pueden ser objeto de una regulación más estricta, como el reciente Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, (International Maritime Organization 2017).

Otras políticas internacionales y nacionales pueden influir en este indicador, especialmente las políticas comerciales. A medida que la globalización avanza y el comercio internacional crea nuevas rutas comerciales y nuevos mercados, es posible la creación de nuevas oportunidades para que las especies exóticas se establezcan en nuevas áreas (Meyerson y Mooney 2007; Seebens *et al.* 2015). En la actualidad, se ha demostrado una relación positiva directa entre el grado de comercio internacional de una nación y el número de EEI (Westphal *et al.* 2008; Hulme 2009; Liebhold *et al.* 2012; Brockerhoff *et al.* 2014).

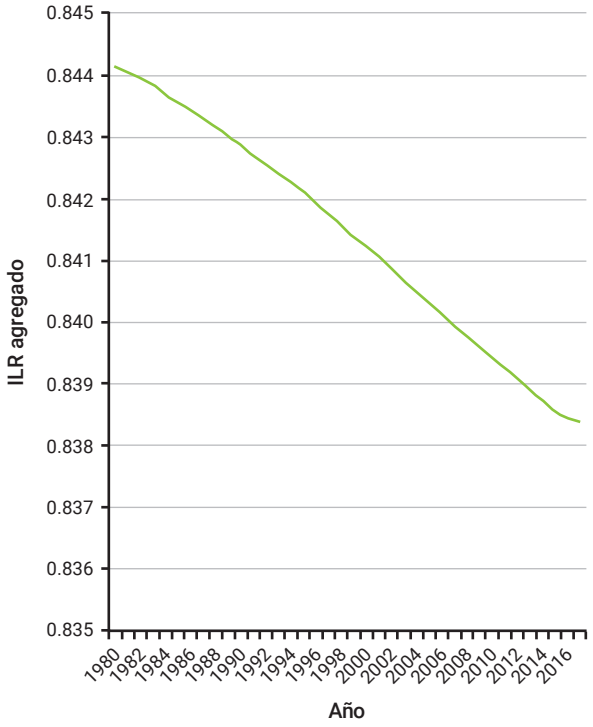
Otros factores

El cambio climático, especialmente en las regiones más frías, supone un riesgo para las EEI, ya que puede reducir la barrera de establecimiento mediante la creación de nuevos nichos (Wolkovich *et al.* 2013; Duffy *et al.* 2017). Las economías emergentes con un creciente desarrollo económico en el turismo, el comercio de mascotas exóticas y los proyectos de infraestructura también corren un mayor riesgo de EEI (Hulme 2015).

13.3.2 Indicador 2: Índice de la Lista Roja (impactos de utilización)

Los seres humanos dependen de la biodiversidad y de la utilización de la fauna silvestre de diferentes maneras. Por ejemplo, la caza, la captura y la recolección de aves silvestres para la alimentación, el deporte o las plumas. El Índice de la Lista Roja (ILR) (los impactos de la utilización) muestra las tendencias en el estado de los mamíferos, anfibios y aves impulsadas por dos factores: los impactos negativos de la utilización, es decir, el uso de la vida silvestre que conduce a una disminución de nivel; o, los impactos positivos de las medidas adoptadas, es decir, el control o la gestión del uso de la vida silvestre en pro de la sostenibilidad. (Biodiversity Indicators Partnership 2018b, véase la Sección 6.5.2). La **Figura 13.9** muestra el ILR (impactos de la utilización) para las aves, los mamíferos y los anfibios desde 1980 hasta 2017.

Figura 13.9: Índice de la Lista Roja (ILR) para 1980-2017 sobre la inclusión, únicamente, de especies utilizadas (mamíferos, aves y anfibios), mostrando las tendencias promovidas por su utilización



Fuente: Alianza para los Indicadores de la Biodiversidad (2018a). Colaboradores: Birdlife International, Kew Gardens, ZSL, IUCN.

Alcance y medición

El indicador se determina a partir de datos a nivel de especie que pueden analizarse a varias escalas (país, región y/o a nivel mundial). La Lista Roja de la UICN asigna a las especies siete categorías de riesgo relativo de extinción (desde Extinta a Preocupación Menor, o "Datos Insuficientes" para las especies poco conocidas). Para ello se utilizan criterios cuantitativos para las especies los cuales están basados en el tamaño de la población, el área de distribución y la tasa de disminución (Bubb *et al.* 2009). En la actualización de 2012, la Lista Roja de la UICN incluía evaluaciones para 63.837 especies, de las cuales 19.817 estaban amenazadas de extinción (SCBD y UICN 2018). Un ILR de 1 significa que todas las especies de ese grupo están clasificadas como de Preocupación Menor, mientras que un ILR de 0 significa que todas las especies del grupo están Extintas (Bubb *et al.* 2009). Actualmente, es posible calcular un ILR para aves, mamíferos, anfibios, corales y gimnospermas. Para evaluar los grupos taxonómicos poco conocidos y/o con un número muy elevado de especies, se ha desarrollado un enfoque de muestreo en el que se eligen al azar 1.500 especies y se asume que son representativas del grupo mayor (Baillie *et al.* 2008).

Para el ILR (impactos de la utilización), solo se incluyen las especies que son utilizadas por los humanos (como mascotas, para alimentación, medicina, materiales u otros usos). Las categorías de utilización están definidas por el Esquema de Clasificación de Uso y Comercio de la UICN (versión 3.2) (UICN

2006; Almond *et al.* 2013). La tendencia resultante puede utilizarse para indicar el grado de sostenibilidad del consumo y el impacto del uso de los recursos naturales dentro de los límites ecológicos seguros. Una tendencia decreciente indica que la utilización actual es insostenible (impacto negativo de la utilización), mientras que una tendencia ascendente significa que el uso humano de este grupo de especies es sostenible (impacto positivo de la utilización mediante medidas de control o gestión sostenible) (Birdlife International 2012).

Relevancia de las políticas

El ILR (impacto de la utilización) está directamente relacionado con la Meta 4 de Aichi. También está directamente relacionado con varias metas dentro de los ODS como las 8, 12, 14 y 15 (Biodiversity Indicators Partnership 2018b; UNEP 2015).

Relación de causalidad

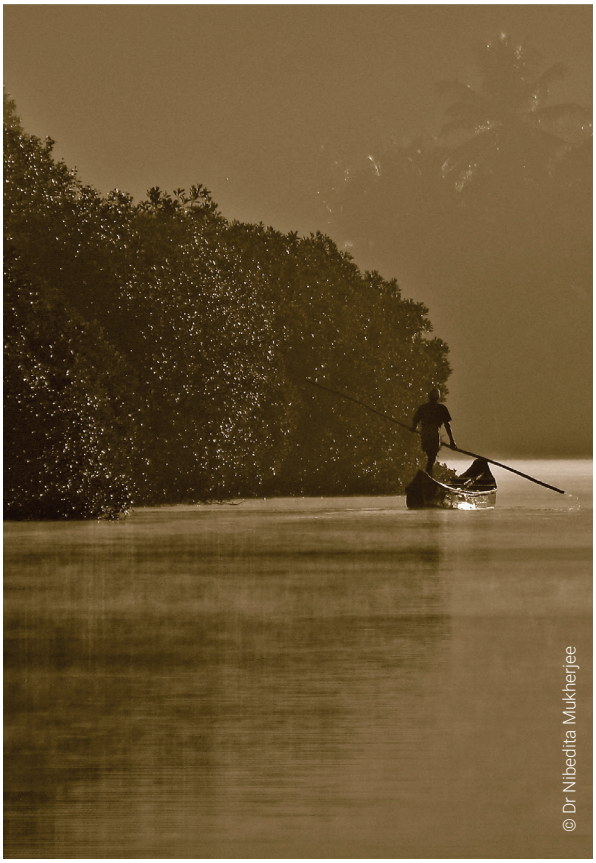
Las políticas que limitan la utilización o promueven la gestión sostenible de las especies pueden tener un impacto directo en este indicador, sin embargo, hay muy poca o casi ninguna literatura publicada que demuestre la eficacia de estas. La falta de evidencia sobre el impacto de las políticas puede deberse en parte a que el tiempo medio para que el estado de las especies mejore en una categoría de la Lista Roja es de 16 años (Young *et al.* 2014). Sin embargo, este indicador debería ser sensible a los cambios económicos o a las políticas que aumentan o disminuyen el precio de un producto procedente de una especie. Por ejemplo, un precio de mercado más alto crea un incentivo para un mayor uso de una especie por parte del fabricante o cazador y, por lo tanto, puede poner a ese grupo de especies en mayor riesgo de extinción, lo que se refleja en un ILR más bajo (Ayling 2013). Se ha demostrado que CCP, como las prohibiciones del comercio internacional de la CITES y las regulaciones sobre la caza furtiva de productos de especies amenazadas, pueden fracasar cuando existen fuertes incentivos económicos para continuar con la caza furtiva (Rivalan *et al.* 2007; Conrad 2012). Las políticas que, en cambio, se centran en incentivar y crear capacidades dentro de las comunidades para gestionar de forma sostenible la vida silvestre, por ejemplo, como se muestra en el estudio de caso del Proyecto *Predator* (Sección 13.2.2) pueden disminuir el uso y la demanda a largo plazo de las especies (Challender y MacMillan 2014), aumentando efectivamente el ILR (impacto de la utilización). Del mismo modo, la elaboración de modelos ha demostrado que una gestión más eficaz de las áreas protegidas, es decir, su diseño, adecuación, idoneidad de la gestión y cumplimiento de los objetivos (SCBD 2018c) puede tener un mayor impacto positivo en el ILR que la sola ampliación de las áreas protegidas (Costelloe *et al.*2016).

Otros factores

Otros factores incluyen tendencias culturales y de mercado, como el que la gente no compre artículos de ropa hechos con animales (pieles, cuero, plumón) y el aumento de las dietas vegetarianas/veganas en los países occidentales (Newport 2012; Saner 2016). Ambas tendencias pueden dar lugar a una disminución del uso de especies y a un aumento del ILR. Los grupos de defensa y las políticas de consumo que impulsan la disminución del uso de especies amenazadas desempeñan un papel importante en las tendencias del mercado; por ejemplo, las campañas de concienciación de los consumidores, el aumento del número de organizaciones que certifican la sostenibilidad medio ambiental y las restricciones gubernamentales se han combinado para reducir drásticamente el consumo de aletas de tiburón en China en los últimos años (Fabinyi 2016).

Advertencias

Los datos empíricos que respaldan la eficacia de las políticas siguen siendo escasos. Un estudio demostró que los esfuerzos de un fideicomiso de conservación local dieron como resultado la mejora de la situación de un pequeño conjunto de 17 especies de vertebrados amenazados en Brasil, India, Madagascar, Mauricio y España (Young *et al.* 2014). Sin embargo, otros estudios han


© Dr Nibedita Mukherjee

demostrado que el ILR tiene el potencial de mostrar una línea de referencia cambiante a largo plazo. Esto se debe a que la Lista Roja mide la disminución de la abundancia en períodos de tiempo específicos para cada especie, por lo tanto, cuando las poblaciones se estabilizan, una especie puede regresar a un nivel de bajo riesgo, a pesar de encontrarse con niveles de población muy bajos (Costelloe *et al.* 2016; Nicholson, Fulton y Collen 2017).

13.3.3 Indicador 3: Huella ecológica

La Huella Ecológica o la Contabilidad de la Huella Ecológica, "compara la demanda humana sobre la naturaleza contra la biocapacidad, o la oferta de la naturaleza" y la capacidad de regeneración (Rees y Wackernagel 1996). "La demanda se mide por la superficie biológicamente productiva que utiliza una población humana para producir los recursos naturales que consume y absorbe sus residuos". Mientras que la biocapacidad se mide en superficie (Biodiversity Indicators Partnership 2018c), la Huella Ecológica se mide "tomando la cantidad de superficie de tierra y agua biológicamente productiva, o biocapacidad que se requiere para producir los alimentos, las fibras y las materias primas renovables que consume un individuo, población o actividad". También tiene en cuenta los materiales necesarios para absorber las emisiones de dióxido de carbono generadas (Global Footprint Network 2018). La Huella Ecológica utiliza una unidad equivalente en superficie denominada hectáreas globales (gha); 1 gha representa una hectárea biológicamente productiva con una productividad media mundial (Galli 2015). La Huella Ecológica abarca la producción y el consumo y cada uno de ellos comprende las huellas de las tierras de cultivo, del pastoreo, de los productos forestales, del carbono y de la pesca, así como de la tierra construida (Global Footprint Network 2018). A medida que aumenta la presión de una población sobre la biodiversidad, también lo hace su Huella Ecológica (véase la Sección 13.2.5 Estudio de caso de Edmonton). La Huella Ecológica mundial por

componente (tipo de tierra) entre 1961 y 2013, se muestra en la **Figura 13.10.**

Relevancia de las políticas
El indicador de la Huella Ecológica es directamente relevante para la Meta 4 de Aichi y para varias metas de los ODS 8 (8.4) y 12 (12.2).

Relación de causalidad
Se han realizado muchos estudios sobre la Contabilidad de la Huella Ecológica y sobre cómo puede guiar la creación de políticas, por ejemplo, la Huella Ecológica global que ayuda a la reciente aprobación de una Estrategia Nacional para el Desarrollo Sostenible en Montenegro (Galli 2015; Galli *et al.* 2018); sin embargo, hay pocos ejemplos empíricos de cómo los cambios políticos han terminado afectándola. Cualquier política que reduzca o promueva la gestión sostenible del consumo de recursos, el uso de la tierra o las emisiones de carbono reducirá la Huella Ecológica, mientras que aquellas políticas que promueven directa o indirectamente el aumento de estos parámetros la aumentan. Según un estudio, la globalización económica impulsa la Huella Ecológica del consumo, la producción, las importaciones y las exportaciones; mientras que la globalización social aumenta la Huella Ecológica de las importaciones y las exportaciones, pero reduce la Huella Ecológica del consumo y la producción (Rudolph y Figuree 2017).

Otros factores
Otros factores que pueden influir en la Huella Ecológica son los acontecimientos medio ambientales que cambian la biocapacidad de una región, por ejemplo, el cambio climático que hace que una zona anteriormente improductiva se convierta en productiva y viceversa; así como los avances tecnológicos que aumentan la biocapacidad de una región, por ejemplo, los cultivos modificados genéticamente resistentes al calor que aumentan la productividad de una zona; o, las elecciones culturales de los consumidores que aumentan o disminuyen el consumo de recursos, por ejemplo, optar por el transporte público, caminar o ir en bicicleta en lugar de utilizar vehículos de motor.

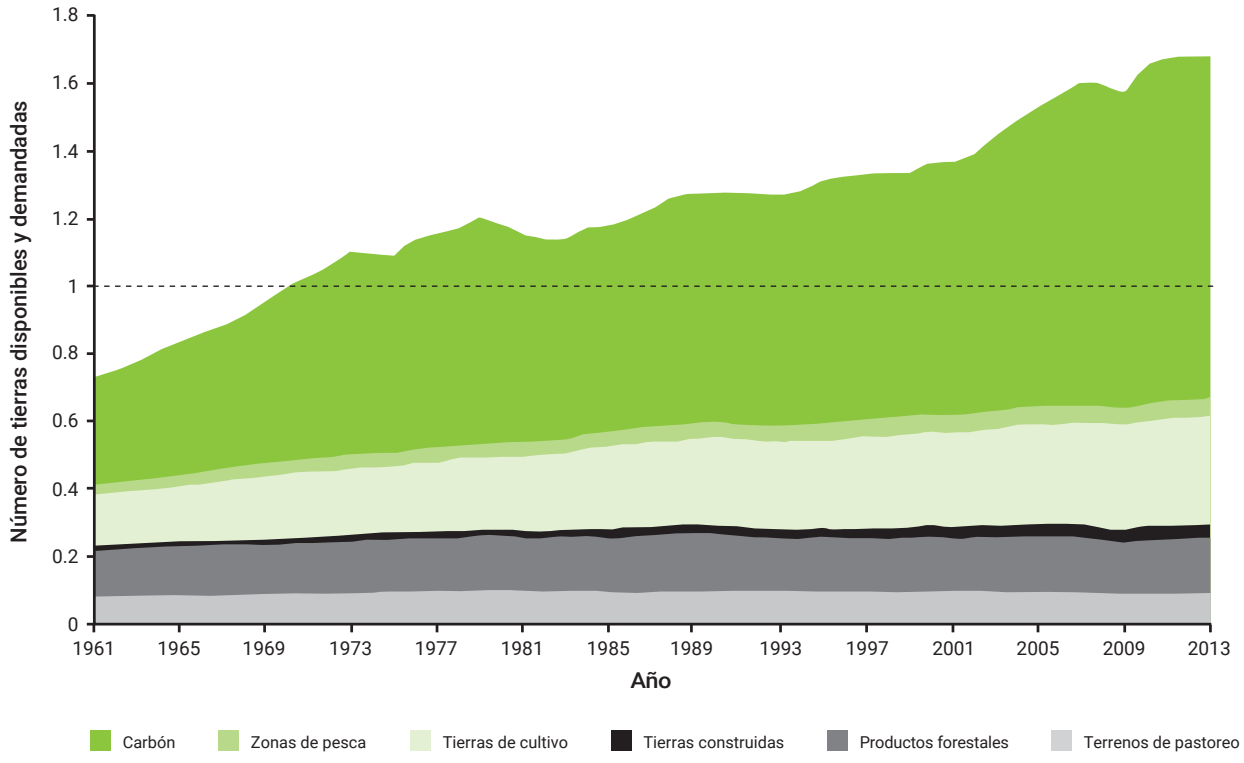
Advertencias
Aunque la Huella Ecológica ha sido ampliamente aceptada debido a la clara descripción que ofrece a los responsables políticos del uso excesivo de los servicios ecosistémicos (Galli 2015), también ha sido criticada porque no hace un seguimiento del agotamiento de las reservas de capital natural inducido por el hombre. Sin embargo, la metodología está siendo activamente mejorada por la Global Footprint Network (Mancini *et al.* 2017).

13.4 Conclusiones

Está demostrado que la biodiversidad está en crisis y que las medidas políticas y de gobernanza existentes para conservarla no han sido adecuadas (véase el Capítulo 6, Resumen Ejecutivo). Esto puede deberse a que las respuestas políticas pueden ser insuficientes para contrarrestar el crecimiento de los factores de pérdida (SCBD 2014).

Los datos sugieren que la falta de incentivos económicos y de inversiones para garantizar el cumplimiento y la aplicación efectiva de los instrumentos jurídicos a nivel nacional podrían dar lugar a políticas y gobernanzas ineficaces (Ambalam 2014). Un estudio cualitativo que evaluaba la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en África identificó otros problemas, como la falta de datos de referencia adecuados sobre la desertificación, mecanismos de seguimiento deficientes y una definición errónea de los objetivos de las políticas, lo que dificultó su cumplimiento (Ambalam 2014). Un análisis de la EPANB finlandesa reveló cómo se podía construir una serie de diversas

Figura 13.10: La Huella Ecológica mundial por componente (tipo de terreno) entre 1961 y 2013, medido por el número de Tierras



Fuente: Global Footprint Network (2018).

formas de responsabilidad (responsabilidad, rendición de cuentas, capacidad de respuesta y cuidado) en diferentes sectores políticos mediante la introducción de nuevos conocimientos, la provisión de un mejor diseño de procesos y la creación de redes institucionales (Sarkki *et al.* 2016). Sin embargo, la falta de diálogo intersectorial se mantuvo a pesar de los resultados a favor de la biodiversidad en otros sectores políticos y las responsabilidades no se transmitieron desde la administración medio ambiental a otros ámbitos políticos. Abordar esta "brecha de responsabilidad" intersectorial sigue siendo un reto importante para lograr una eficacia de las políticas medio ambientales (Mukherjee *et al.* 2015; Sarkki *et al.* 2016). Además, los acuerdos medio ambientales internacionales, en particular, rara vez van más allá de los resultados habituales (Kellenberg y Levinson 2014). El lenguaje difuso y la falta de objetivos cuantitativos o mensurables en muchos acuerdos medio ambientales internacionales dejan las acciones de los países firmantes abiertas a la interpretación e impiden una evaluación rigurosa de sus resultados en la mejora de la calidad de los ecosistemas.

La política de conservación de la biodiversidad es intrínsecamente polifacética y es más importante que nunca que los profesionales y los gobiernos adopten una perspectiva global. La inclusión de temas relacionados con el clima, la salud y la equidad en los esfuerzos por incorporar la biodiversidad y la generación de conciencia en todos los sectores comprometidos con temas de política, son clave para el éxito general de los ODS. Muchas de las iniciativas políticas analizadas en este capítulo pueden servir de modelo para ampliar los esfuerzos a nivel mundial con el apoyo adecuado y sostenido de los gobiernos.

Referencias

Allison, H. y Brown, C. (2017). A review of recent developments in ecosystem assessment and its role in policy evolution. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 29, 57-62. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.11.006.

AlbertaCanada (2017). *Opportunities in Alberta's renewable energy sector*. https://www.albertacanada.com/business/industries/re-opportunities.aspx (Consultado: 2 de febrero de 2018).

Almond, R.E.A., Butchart, S.H.M., Oldfield, T.E.E., McRae, L. y de Bie, S. (2013). Exploitation indices: Developing global and national metrics of wildlife use and trade. En *Biodiversity Monitoring and Conservation: Bridging the Gap Between Global Commitment and Local Action*. Collen, B., Pettorelli, N., Baillie, J.E.M. y Durant, S.M. (eds.). Oxford: John Wiley & Sons. chapter 8. 159-188. http://doi.org/10.1002/9781118490747.ch8

Ambalam, K. (2014). Challenges of compliance with multilateral environmental agreements: The case of the United Nations Convention to Combat Desertification in Africa. *Journal of Sustainable Development Studies* 5(2), 145-168. http://infinitypress.info/index.php/jsds/article/download/552/276.

Apostolopoulou, E. y Pantis, J.D. (2009). Conceptual gaps in the national strategy for the implementation of the European natura 2000 conservation policy in Greece. *Biological Conservation* 142(1), 221-237. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.021.

Appleton, A.F. (2013). *How New York City Used an Ecosystem Services Strategy Carried out Through an Urban-Rural Partnership to Preserve the Pristine Quality of its Drinking Water and Save Billions of Dollars*. Water Commons, Water Citizenship and Water Security: Revolutionizing Water Management and Governance for Rio + 20 and Beyond. Minneapolis, MN: Our Water Commons. http://www.ourwatercommons.org/sites/default/files/New-York-preserving-the-pristine-quality-of-its-drinking-water.pdf.

Asdal, Å. (2018). *One million seed samples deposited*. Norwegian Ministry of Agriculture and Food https://www.seedvault.no/news/one-million-seed-samples-deposited/ (Consultado: 5 de octubre de 2018).

Australia, Invasive Species Council (2015). *Strategic Plan 2016-2022*. https://invasives.org.au/wp-content/uploads/2015/02/Strategic-Plan-Report-2016-2022.pdf.

Ayling, J. (2013). What sustains wildlife crime? Rhino horn trading and the resilience of criminal networks. *Journal of International Wildlife Law & Policy* 16(1), 57-80. https://doi.org/10.1080/13880292.2013.764776.

Baillie, J.E.M., Collen, B., Amin, R., Akcakaya, H.R., Butchart, S.H.M., Brummitt, N. *et al.* (2008). Toward monitoring global biodiversity. *Conservation Letters* 1(1), 18-26. https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00009.x.

Barnes, A., Ebright, M., Gaskin, E. y Strain, W. (2007). *Working for Water: Addressing Social and Environmental Problems with Payments for Ecosystem Services in South Africa*. https://rmportal.net/library/content/translinks/translinks-2007/earth-institute/WorkingForWaterSouthAfrica_CaseStudy_Translinks_2007.pdf/at_download/file.

Bellard, C., Cassey, P. y Blackburn, T.M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters* 12(2). https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623.

Bennett, N.J., Roth, R., Klain, S.C., Chan, K., Christie, P., Clark, D.A. *et al.* (2017). Conservation social science: Understanding and integrating human dimensions to improve conservation. *Biological Conservation* 205, 93-108. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.006.

Bertzky, B., Corrigan, C., Kemsey, J., Kenney, S., Ravilious, C., Besançon, C. *et al.* (2012). *Protected Planet Report 2012: Tracking Progress Towards Global Targets for Protected Areas*. Gland: International Union for Conservation of Nature and United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. https://cmsdata.iucn.org/downloads/protected_planet_report.pdf.

Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad (2018a). *Legislation for prevention and control of invasive alien species (IAS), encompassing "Trends in policy responses, legislation and management plans to control and prevent spread of invasive alien species" and "Proportion of countries adopting relevant national legislation and adequately resourcing the prevention or control of invasive alien species"*. https://www.bipindicators.net/indicators/adoption-of-national-legislation-relevant-to-the-prevention-or-control-of-invasive-alien-species (Consultado: 2 de enero de 2018).

Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad (2018a). *Red list index (impacts of utilisation)*. https://www.bipindicators.net/indicators/red-list-index/red-list-index-impacts-of-utilisation (Consultado: 5 de febrero de 2018).

Biodiversity Indicators Partnership (2018c). *Ecological footprint*. [United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre https://www.bipindicators.net/indicators/ecological-footprint (Consultado: 13 de febrero de 2018).

Birdlife International (2012). *Developing and Implementing National Biodiversity Strategies and Action Plans: How to Set, Meet and Track the Aichi Biodiversity Targets*. Cambridge. http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/sowb/pubs/NBSAP_booklet_Sep_2012.pdf.

Bonnardeaux, D. (2012). *Linking Biodiversity Conservation and Water, Sanitation, and Hygiene: Experiences from Sub-Saharan Africa*. https://www.conservation.org/publications/Documents/ABCG-CI_LinkingBiodiversityConservationWASH.pdf.

Börner, J., Baylis, K., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Honey-Rosés, J., Persson, U.M. *et al.* (2017). The effectiveness of payments for environmental services. *World Development* 96, 359-374. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.020.

Börner, J., Baylis, K., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Honey-Rosés, J., Persson, U.M. *et al.* (2017). The effectiveness of payments for environmental services. *World Development* 96, 359-374. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.020.

Bourguignon, D. (2015). *Safeguarding Biological Diversity - EU Policy and International Agreements*. Brussels: European Union. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2015/554175/EPRS_IDA(2015)554175_EN.pdf.

Braat, L.C. y ten Brink, P. (2008). *The Cost of Policy Inaction: The Case of not Meeting the 2010 Biodiversity Target*. Wageningen: Alterra. http://edepot.wur.nl/152014.

Brockerhoff, E.G., Kimberley, M., Liebhold, A.M., Haack, R.A. y Cavey, J.F. (2014). Predicting how altering propagule pressure changes establishment rates of biological invaders across species pools. *Ecology* 95(3), 594-601. https://doi.org/10.1890/13-0465.1.

Brown, K. (2003). Three challenges for a real people-centred conservation. *Global Ecology and Biogeography* 12(2), 89-92. https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00327.x.

Bryan, B.A. (2010). Development and application of a model for robust, cost-effective investment in natural capital and ecosystem services. *Biological Conservation* 143(7), 1737-1750. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.04.022.

Bubb, P., Butchart, S.H.M., Collen, B., Dublin, H., Kapos, V., Pollock, C. *et al.* (2009). *IUCN Red List Index: Guidance for National and Regional Use. Version 1.1*. Gland. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-001.pdf.

Buch, A. y Dixon, A.B. (2009). South Africa's working for water programme: Searching for win–win outcomes for people and the environment. *Sustainable Development* 17(3), 129-141. https://doi.org/10.1002/sd.370.

Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P. *et al.* (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486(7401), 59-67. https://doi.org/10.1038/nature11148.

Carrus, G., Scopelliti, M., Lafortezza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F. *et al.* (2015). Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning* 134, 221-228. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.022.

Challender, D.W.S. y MacMillan, D.C. (2014). Poaching is more than an enforcement problem. *Conservation Letters* 7(5), 484-494. https://doi.org/10.1111/conl.12082.

Chamier, J., Schachtschneider, K., le Maitre, D.C., Ashton, P.J. y van Wilgen, B.W. (2012). Impacts of invasive alien plants on water quality, with particular emphasis on South Africa. *Water SA* 38(2), 345-356. https://doi.org/10.4314/wsa.v38i2.19

Charron, D.F. (2012). Ecohealth research in practice. En *Ecohealth Research in Practice: Innovative Applications of an Ecosystem Approach to Health*. Charron, D.F. (ed.). New York, NY: Springer. 255-271. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0517-7_22

City of Edmonton (2009). *Natural Connections: Biodiversity Action Plan*. Edmonton. https://www.edmonton.ca/city_government/documents/PDF/Edmonton_Biodiversity_Action_Plan_Final.PDF.

Colding, J. (2007). 'Ecological land-use complementation' for building resilience in urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 81(1-2), 46-55. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.10.016.

Conrad, K. (2012). Trade bans: A perfect storm for poaching? *Tropical Conservation Science* 5(3), 245- 254. https://doi.org/10.1177/194008291200500302.

Cooney, R., Roe, D., Dublin, H. y Booker, F. (2018). *Wild Life, Wild Livelihoods: Involving Communities in Sustainable Wildlife Management and Combatting the Illegal Wildlife Trade*. Nairobi: United

Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22864/WLWL_Report_web.pdf.

Convention on Biological Diversity (1992). *Convention on Biological Diversity*. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf.

Convention on Biological Diversity (2012. XI/6. *Cooperation with other Conventions, International Organizations, and initiatives. COP 11 Decision XI/6*. https://www.cbd.int/decision/cop/?id=13167.

Convention on Biological Diversity (2016a). XIII/3. *Strategic Actions to Enhance the Implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Achievement of the Aichi Biodiversity Targets, including with respect to Mainstreaming and the Integration of Biodiversity within and across Sectors. Decision adopted by the Conference of Parties to the Convention on Biological Diversity*. https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-03-en.pdf.

Convention on Biological Diversity (2016b). XIII/6. Biodiversity and Human Health. *Decision adopted by the Conference of Parties to the Convention on Biological Diversity*. https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-06-en.pdf.

Corrigan, C. y Hay-Edie, T. (2013). *A Toolkit to Support Conservation by Indigenous Peoples and Local Communities: Building Capacity and Sharing Knowledge for Indigenous Peoples' and Community Conserved Territories and Areas (ICCAs)*. Cambridge: United Nations Environment Programme

World Conservation Monitoring Centre. http://www.silene.es/documentos/Toolkit_conservation_indigenous_peoples.pdf.

Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I. *et al.* (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26, 152-158. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.

Costelloe, B., Collen, B., Milner-Gulland, E.J., Craigie, I.D., McRae, L., Rondinini, C. *et al.* (2016). Global biodiversity indicators reflect the modeled impacts of protected area policy change. *Conservation Letters* 9(1), 14-20. https://doi.org/10.1111/conl.12163.

Cox, M. (2016). The pathology of command and control: A formal synthesis. *Ecology and Society* 21(3), 33. https://doi.org/10.5751/ES-08698-210333.

Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N. *et al.* (2015). The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002

Duffy, G.A., Coetzee, B.W.T., Latombe, G., Akerman, A.H., McGeoch, M.A. y Chown, S.L. (2017). Barriers to globally invasive species are weakening across the Antarctic. *Diversity and Distributions* 23(9), 982-996. https://doi.org/10.1111/ddi.12593.

Dulloo, M.E. (2015). Conservation and availability of plant genetic diversity: Innovative strategies and technologies. *Acta Horticulturae* 1101, 1-8. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1101.1.

Eastwood, R.J., Cody, S., Westengen, O.T. y Bothmer, R. (2015). Conservation roles of the millennium seed bank and the svalbard global seed vault. En *Crop Wild Relatives and Climate Change*. Redden, R., Yadav, S.S., Maxted, N., Dulloo, M.E., Guarino, L. y Smith, P. (eds.). John Wiley & Sons, Inc. chapter 10. 173-186. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118854396.ch10

Eklund, J. y Cabeza, M. (2017). Quality of governance and effectiveness of protected areas: Crucial concepts for conservation planning. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1399(1), 27-41. https://doi.org/10.1111/nyas.13284.

Esquinas-Alcázar, J. (2005). Protecting crop genetic diversity for food security: Political, ethical and technical challenges. *Nature Reviews Genetics* 6, 946-953. https://doi.org/10.1038/nrg1729.

European Council (1979). *Council Directive of 2 April 1979 on the Conservation of Wild Birds (79/409/EEC)*. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31979L0409:EN:PDF.

European Council (1992). *Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN

Fabinyi, M. (2016). Sustainable seafood consumption in China. *Marine Policy* 74, 85-87. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.09.020.

Felson, A.J. y Pickett, S.T.A. (2005). Designed experiments: New approaches to studying urban ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(10), 549-556. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2005)003[0549:DENATS]2.0.CO;2.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome. http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *Integrated landscape management*. http://www.fao.org/land-water/overview/integrated-landscape-management/en/ (Consultado: 21 de junio)

Fowler, C. (2008). The svalbard seed vault and crop security. *BioScience* 58(3), 190-191. https://doi.org/10.1641/B580302.

Friel, S. y Ford, L. (2015). Systems, food security and human health. *Food Security* 7(2), 437-451. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0433-1.

Galli, A. (2015). On the rationale and policy usefulness of ecological footprint accounting: The case of Morocco. *Environmental Science & Policy* 48, 210-224. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.01.008.

Galli, A., Đurović, G., Hanscom, L. y Knežević, J. (2018). Think globally, act locally: Implementing the sustainable development goals in Montenegro. *Environmental Science & Policy* 84, 159-169. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.012.

Garvin, E.C., Cannuscio, C.C. y Branas, C.C. (2013). Greening vacant lots to reduce violent crime: A randomised controlled trial. *Injury Prevention* 19(3), 198. https://doi.org/10.1136/injuryprev-2012-040439.

Gaworecki, M. (2017). Cash for conservation: Do payments for ecosystem services work? *Mongabay Series: Conservation Effectiveness*, Mongabay. https://news.mongabay.com/2017/10/cash-for-conservation-do-payments-for-ecosystem-services-work/.

Geldmann, J., Coad, L., Barnes, M.D., Craigie, I.D., Woodley, S., Balmford, A. *et al.* (2018). A global analysis of management capacity and ecological outcomes in terrestrial protected areas. *Conservation Letters* 11(3), e12434. https://doi.org/10.1111/conl.12434.

Global Footprint Network (2018). *Ecological footprint*. [https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/ (Consultado: 20 de mayo de 2018).

Goodrich, J., Lynam, A., Miquelle, D., Wibisono, H., Kawanishi, K., Pattanavibool, A. *et al.* (2015). *Panthera Tigris: The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T15955A50659951*. Gland: International Union for Conservation of Nature. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T15955A50659951.en.

Govan, H. (2009). *Status and Potential of Locally-Managed Marine Areas in the Pacific Island Region: Meeting Nature Conservation and Sustainable Livelihood Targets Through Wide-Spread Implementation of LMMAs.* https://mpra.ub.uni-muenchen.de/23828/1/MPRA_paper_23828.pdf.

GreenInvest (2017). *Green Foreign Direct Investment in Developing Countries.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22280/Green_Invest_Dev_Countries.pdf?sequence=1.

Gunningham, N. y Young, M.D. (1997). Toward optimal environmental policy: The case of biodiversity conservation. *Ecology Law Quarterly* 24(2), 243-298. https://doi.org/10.15779/Z38BN7K.

Harrington, W., Morgenstern, R.D. y Sterner, T. (2004). Overview: Comparing instrument choices. En *Choosing Environmental Policy: Comparing Instruments and Outcomes in the United States and Europe.* Harrington, W., Morgensterm, R.D. y Sterner, T. (eds.). New York, NY: Routledge. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781136524943/chapters/10.4324%2F9781936331468-6

Higgins, D. y White, R. (2016). Collaboration at the front line: INTERPOL and NGOs in the same NEST. En *Environmental Crime and Collaborative State Intervention.* Pink, G. y White, R. (ed.) (2017). London: Palgrave Macmillan. chapter 6. 101-116. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-137-56257-9_6

Hobbs, R.J. (2004). The working for water programme in South Africa: The science behind the success. *Diversity and Distributions* 10(5-6), 501-503. https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2004.00115.x.

Hodkinson, T.R., Waldren, S., Parnell, J.A.N., Kelleher, C.T., Salamin, K. y Salamin, N. (2007). DNA banking for plant breeding, biotechnology and biodiversity evaluation. *Journal of Plant Research* 120(1), 17-29. https://doi.org/10.1007/s10265-006-0059-7.

Holling, C.S. y Meffe, G.K. (1996). Command and control and the pathology of natural resource management: Comando-y-control y la patología del manejo de los recursos naturales. *Conservation Biology* 10(2), 328-337. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10020328.x.

Hopkin, R. (2008). Biodiversity: Frozen futures. *Nature* 452, 404-405. https://doi.org/10.1038/452404a.

Hough, R.L. (2014). Biodiversity and human health: Evidence for causality? *Biodiversity and Conservation* 23(2), 267-288. https://doi.org/10.1007/s10531-013-0614-1.

Hulme, P.E. (2009). Trade, transport and trouble: Managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46(1), 10-18. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x.

Hulme, P.E. (2015). Invasion pathways at a crossroad: Policy and research challenges for managing alien species introductions. *Journal of Applied Ecology* 52(6), 1418-1424. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12470.

Huynen, M.M., Martens, P. y De Groot, R.S. (2004). Linkages between biodiversity loss and human health: A global indicator analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(1), 13-30. https://doi.org/10.1080/09603120310001633895.

ICCA Registry (2018). *International conservation and targets*. [United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre http://www.iccaregistry.org/en/about/international-conservation-and-targets (Consultado: 23 de marzo de 2018).

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2016). *The Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on Pollinators, Pollination and Food Production.* Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V.L. y Ngo,

H.T. (eds.). Bonn: https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/spm_deliverable_3a_pollination_20170222.pdf.

International Maritime Organization (2017). *International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments (BWM).* [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx.

International Union for Conservation of Nature (2006). *Unified Classification of Conservation Actions: Version 1.0.* Gland. http://www.conservationmeasures.org/wp-content/uploads/2010/04/IUCN-CMP_Unified_Actions_Classification_2006_06_01.pdf.

International Union for Conservation of Nature (2016). *Inclusion and Characterization of Women and Gender Equality Considerations in National Biodiversity Strategies and Action Plans (NBSAPs).* Washington, D.C. https://www.cbd.int/gender/doc/gender-nbsaps-factsheet.pdf.

International Union for Conservation of Nature (2017). *Gender and Biodiversity: Analysis of Women and Gender Equality Considerations in National Biodiversity Strategies and Action Plans (NBSAPs).* Environment & Gender Information. Washington DC: International Union for Conservation of Nature. https://www.cbd.int/gender/doc/gender-biodiversity-nbsaps-report-final.pdf.

International Union for Conservation of Nature (2018a). *Red List Index*. https://www.iucnredlist.org/assessment/red-list-index (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

International Union for Conservation of Nature (2018b). *About: What is a protected area?* https://www.iucn.org/theme/protected-areas/about (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

International Criminal Police Organization (2015). *Protection of Asian wildlife species: Operation PAWS II (2015).* https://cites.org/sites/default/files/eng/com/sc/66/E-SC66-44-01-A3.pdf.

Jabbour, J. y Flachsland, C. (2017). 40 years of global environmental assessments: A retrospective analysis. *Environmental Science & Policy* 77, 193-202. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.001.

Jarmain, C. y Meijninger, W.M.L. (2012). Assessing the impact of invasive alien plants on South African water resources using remote sensing techniques. En *Remote Sensing and Hydrology.* Neale, C.M.U. y Cosh, M.H. (eds.). IAHS Press. 388-392. http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/508172

Juffe-Bignoli, D., Burgess, N.D., Bingham, H., Belle, E.M.S., de Lima, M.G., Deguignet, M. *et al.* (2014). *Protected Planet Report 2014: Tracking Progress Towards Global Targets for Protected Areas.* Cambridge: United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. https://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/289/original/Protected_Planet_Report_2014_01122014_EN_web.pdf?1420549522.

Jupiter, S.D., Cohen, P.J., Weeks, R., Tawake, A. y Govan, H. (2014). Locally-managed marine areas: Multiple objectives and diverse strategies. *Pacific Conservation Biology* 20(2), 165-179. https://doi. org/10.1071/PC140165.

Jupiter, S.D., Epstein, G., Ban, N.C., Mangubhai, S., Fox, M. y Cox, M. (2017). A social–ecological systems approach to assessing conservation and fisheries outcomes in Fijian locally managed marine areas. *Society & Natural Resources* 30(9), 1096-1111. https://doi.org/10.1080/08941920.2017.1315654.

Kellenberg, D. y Levinson, A. (2014). Waste of effort? International environmental agreements. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 1(1/2), 135-169. https://doi.org/10.1086/676037.

Kusmanoff, A. (2017). *Framing the Conservation Conversation: An Investigation into Framing Techniques for Communicating Biodiversity Conservation.* Doctor of Philosophy (PhD), RMIT University https://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit:162021/Kusmanoff.pdf

Laitos, J.G. y Wolongevicz, L.J. (2014). Why Environmental Laws Fail. *William & Mary Environmental Law and Policy Review* 39(1). https://scholarship.law.wm.edu/wmelpr/vol39/iss1/2.

Le Maitre, D.C., Gush, M.B. y Dzikiti, S. (2015). Impacts of invading alien plant species on water flows at stand and catchment scales. *AoB Plants* 7(1), 1-21. https://doi.org/10.1093/aobpla/plv043.

Levendal, M., Le Maitre, D.C., van Wilgen, B.W. y Ntshotso, P. (2008). *The Development of Protocals for the Monitoring and Evaluation of Benefits Arising from the Working for Water Programme.* Monitoring & Evaluation Frameworks. Pretoria: Council for Scientific and Industrial Research. http://www.dwaf.gov.za/wfw/docs/Levendaletal.,2008.pdf.

Liebhold, A.M., Brockerhoff, E.G., Garrett, L.J., Parke, J.L. y Britton, K.O. (2012). Live plant imports: The major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10(3), 135-143. https://doi.org/10.1890/110198.

Local Governments for Sustainability (2013). *Cities and Biodiversity: Exploring how Edmonton and Montreal are Mainstreaming the Urban Biodiversity Movement.* Toronto. http://www.biopolis.ca/wp-content/uploads/2013/01/Cities-and-Biodiversity-Exploring-how-Edmonton-and-Montreal-are-Mainstreaming-the-Urban-Biodiversity-Movement.pdf.

Maas, J., van Dillen, S.M.E., Verheij, R.A. y Groenewegen, P.P. (2009). Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health & Place* 15(2), 586-595. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.09.006.

Magadlela, D. y Mdzeke, N. (2004). Social benefits in the Working for Water programme as a public works initiative: Working for water. *South African Journal of Science* 100(1-2), 94-96. https://hdl.handle.net/10520/EJC96206.

Mancini, M.S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Hanscom, L., Wackernagel, M. *et al.* (2017). Stocks and flows of natural capital: Implications for ecological footprint. *Ecological Indicators* 77, 123-128. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.033.

Marcos-Martinez, R., Bryan, B.A., Schwabe, K.A., Connor, J.D. y Law, E.A. (2018). Forest transition in developed agricultural regions needs efficient regulatory policy. *Forest Policy and Economics* 86, 67-75. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.10.021.

McConnachie, M.M., Cowling, R.M., van Wilgen, B.W. y McConnachie, D.A. (2012). Evaluating the cost-effectiveness of invasive alien plant clearing: A case study from South Africa. *Biological Conservation* 155, 128-135. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.06.006.

McQueen, C., Noemdoe, S. y Jezile, N. (2001). The working for water programme. *Land Use and Water Resources Research* 1(4), 1-4. https://core.ac.uk/download/pdf/6569950.pdf.

Meijninger, W.M.L. y Jarmain, C. (2014). Satellite-based annual evaporation estimates of invasive alien plant species and native vegetation in South Africa. *Water SA* 40(1), 95-107. https://doi.org/10.4314/wsa.v40i1.12.

Meyerson, L.A. y Mooney, H.A. (2007). Invasive alien species in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(4), 199-208. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[199:IASIAE]2.0.CO;2.

Mukherjee, N., Dahdouh-Guebas, F., Koedam, N. y Shanker, K. (2015). An interdisciplinary framework to evaluate bioshield plantations: Insights from peninsular India. *Acta Oecologica* 63, 91- 100. https://doi.org/10.1016/j.actao.2014.01.005.

Mukherjee, N., Dicks, L.V., Shackelford, G.E., Vira, B. y Sutherland, W.J. (2016). Comparing groups versus individuals in decision making: A systematic review protocol. *Environmental Evidence* 5(19). https://doi.org/10.1186/s13750-016-0066-7.

Mukherjee, N., Zabala, A., Huge, J., Nyumba, T.O., Adem Esmail, B. y Sutherland, W.J. (2018). Comparison of techniques for eliciting views and judgements in decision-making. *Methods in Ecology and Evolution* 9(1), 54-63. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12940.

Nellemann, C. y INTERPOL Environmental Crime (eds.) (2012). *Green Carbon, Black Trade: Illegal Logging, Tax Fraud and Laundering in the Worlds Tropical Forests. A Rapid Response Assessment.* https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/148/original/RRAlogging_english_scr.pdf?1483646716.

Nelson, A. (2017). UK named as world's largest legal ivory exporter. *The Guardian* 15 October 2017 https://www.theguardian.com/environment/2017/aug/10/uk-named-as-worlds-largest-legal-ivory-exporter.

New South Wales, Office of Environment and Heritage, (2017). *Draft Biodiversity Conservation Investment Strategy 2017-2037: A Strategy to Guide Investment in Private Land Conservation.* Sydney. http://www.environment.nsw.gov.au/resources/biodiversity/strategy/draft-biodiversity-conservation-investment-strategy-170450.pdf.

Newport, F. (2012). In U.S., 5% consider themselves vegetarians: Even smaller 2% say they are vegans. Gallup https://news.gallup.com/poll/156215/consider-themselves-vegetarians.aspx.

Nicholson, E., Fulton, E.A. y Collen, B. (2017). Linking biodiversity indicators with global conservation policy. En *Decision-Making in Conservation and Natural Resource Management: Models for Interdisciplinary Approaches.* Bunnefeld, N., Nicholson, E. y Milner-Gulland, E.J. (eds.).

Cambridge: Cambridge University Press. chapter 9. 196-212. https://www.cambridge.org/core/books/decisionmaking-in-conservation-and-natural-resource-management/linking-biodiversity-indicators-with-global-conservation-policy/50F2977DF871CEE99AD8E04C84086449

Niemelä, J., Saarela, S.-R., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Väre, S. *et al.* (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: A Finland case study. *Biodiversity and Conservation* 19(11), 3225-3243. https://doi.org/10.1007/s10531-010-9888-8.

Oldekop, J.A., Holmes, G., Harris, W.E. y Evans, K.L. (2015). A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *Conservation Biology* 30(1), 133-141. https://doi.org/10.1111/cobi.12568.

Oliver, T.H., Heard, M.S., Isaac, N.J.B., Roy, D.B., Procter, D., Eigenbrod, F. *et al.* (2015). Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution* 30(11), 673-684. https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.08.009.

Paavola, J., Gouldson, A. y Kluvánková-Oravská, T. (2009). Interplay of actors, scales, frameworks and regimes in the governance of biodiversity. *Environmental Policy and Governance* 19(3), 148-158. https://doi.org/10.1002/eet.505.

Paloniemi, R. y Vilja, V. (2009). Changing ecological and cultural states and preferences of nature conservation policy: The case of nature values trade in South-Western Finland. *Journal of Rural Studies* 25(1), 87-97. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2008.06.004.

Pejchar, L. y Mooney, H.A. (2009). Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology & Evolution* 24(9), 497-504. https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.016.

Porras, I., Barton, D.N., Chacón-Cascante, A. y Miranda, M. (2013). *Learning from 20 Years of Payments for Ecosystem Services in Costa Rica.* London: International Institute for Environment and Development. http://pubs.iied.org/pdfs/16514IIED.pdf.

Primmer, E., Paloniemi, R., Mathevet, R., Apostolopoulou, E., Tzanopoulos, J., Ring, I. *et al.* (2014). An approach to analysing scale-sensitivity and scale-effectiveness of governance in biodiversity conservation. En *Scale-sensitive Governance of the Environment.* Padt, F., Opdam, P., Polman, N. y

Termeer, C. (eds.). chapter 15. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118567135.ch15 Redpath Steve, M., Linnell John, D.C., Festa-Bianchet, M., Boitani, L., Bunnefeld, N., Dickman, A. *et al.* (2017). Don't forget to look down – collaborative approaches to predator conservation. *Biological Conservation* 92(4), 2157-2163. https://doi.org/10.1111/brv.12326.

Reed, M.S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation* 141(10), 2417-2431. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014.

Rees, W. yWackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable—And why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review* 16(4-6), 223-248. https://doi.org/10.1016/S0195-9255(96)00022-4.

Rivalan, P., Delmas, V., Angulo, E., Bull, L.S., Hall, R.J., Courchamp, F. *et al.* (2007). Can bans stimulate wildlife trade? *Nature* 447, 529-530. https://doi.org/10.1038/447529a.

Roe, J.J., Thompson, W.C., Aspinall, A.P., Brewer, J.M., Duff, I.E., Miller, D. *et al.* (2013). Green space and stress: Evidence from cortisol measures in deprived urban communities. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10(9), 4086–4103. https://doi.org/10.3390/ijerph10094086.

Rosenzweig, C., Solecki, W.D., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S. y Ibrahim, S.A. (eds.) (2018). *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network.* Cambridge, MA: Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-and-cities/climate-change-and-cities-second-assessment-report-of-the-urban-climate-change-research-network/BE242A59BEA99C3DB5E663BAF5FD480F.

Rudolph, A. y Figuree, L. (2017). Determinants of ecological footprints: What is the role of globalization? *Ecological Indicators* 81, 348-361. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.060.

Sandifer, P.A., Sutton-Grier, A.E. y Ward, B.P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services* 12, 1-15. https://doi.org/10.1016/j. ecoser.2014.12.007.

Saner, E. (2016). Fit, macho, sexy: The reinvention of vegans. *The Guardian* 18 May 2016 https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2016/may/18/vegans-veganism-fit-macho-sexy-beyonce- ufc-fighters-wellness-bloggers.

Sansevero, J.B.B., Prieto, P.V., Sánchez-Tapia, A., Braga, J.M.A. y Rodrigues, P.J.F.P. (2017). Past land-use and ecological resilience in a lowland Brazilian Atlantic forest: Implications for passive restoration. *New Forests* 48(5), 573-586. https://doi.org/10.1007/s11056-017-9586-4.

Sarkki, S., Ficko, A., Grunewald, K. y Nijnik, M. (2016). Benefits from and threats to European treeline ecosystem services: An exploratory study of stakeholders and governance. *Regional Environmental Change* 16(7), 2019-2032. https://doi.org/10.1007/s10113-015-0812-3.

Schwartz, M., W.,, Cook, C., N.,, Pressey, R., L.,, Pullin, A., S.,, Runge, M., C.,, Salafsky, N. *et al.* (2017). Decision support frameworks and tools for conservation. *Conservation Letters* 11(2), e12385. https://doi.org/10.1111/conl.12385.

Scott-Shaw, B.C., Everson, C.S. y Clulow, A.D. (2017). Water-use dynamics of an alien-invaded riparian forest within the Mediterranean climate zone of the Western Cape, South Africa. *Hydology and Earth System Sciences* 21(9), 4551-4562. https://doi.org/10.5194/hess-21-4551-2017.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2012). *Resourcing the Aichi Biodiversity Targets: A First Assessment of the Resources Required for Implementing the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020.* Montreal. https://www.cbd.int/doc/meetings/fin/hlpgar-sp-01/official/hlpgar-sp-01-01-report-en.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014). *Global Biodiversity Outlook 4: A Mid-Term Assessment of Progress Towards the Implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020.* Montreal. https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-en-hr.pdf.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2018a). *Latest NBSAPs*. https://www.cbd.int/nbsap/about/latest/default.shtml (Consultado: 6 de mayo de 2018).

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2018b). *Background: Gender Mainstreaming in International Agreements*. https://www.cbd.int/gender/background/ (Consultado: 28 de marzo de 2018).

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2018c). *Protected Areas Management Effectiveness*. https://www.cbd.int/protected-old/PAME.shtml (Consultado 2 de mayo de 2018)

Secretariat of the Convention on Biological Diversity and International Union for Conservation of Nature (2018). *Gender and Access and Benefit Sharing of Genetic Resources (ABS).* Gland. https://portals.iucn.org/union/sites/union/files/doc/gender_and_access_and_benefits_sharing_of_genetic_resources.pdf.

Seebens, H., Essl, F., Dawson, W., Fuentes, N., Moser, D., Pergl, J. *et al.* (2015). Global trade will accelerate plant invasions in emerging economies under climate change. *Global Change Biology* 21(11), 4128-4140. https://doi.org/10.1111/gcb.13021.

South Africa, Department of Environmental Affairs (2010). *Value added industries and wetlands projects*. https://www.environment.gov.za/projectsprogrammes/wfw/valueadded_industries_wetlands (Consultado: 1 de octubre de 201).

South Africa, Department of Water Affairs (2010a). *Research*. http://www.dwaf.gov.za/wfw/problem.aspx (Consultado: 1 de octubre de 2017).

South Africa, Department of Water Affairs (2010b). *Welcome to the working for water webpage*. http://www.dwaf.gov.za/wfw/ (Consultado: 1 de octubre de 2017).

South African National Biodiversity Institute (2008). *Rietvlei Rehabilitation Project Aids in Water Purification.* Cape Town.

Sterling, E.J., Betley, E., Sigouin, A., Gomez, A., Toomey, A., Cullman, G. *et al.* (2017). Assessing the evidence for stakeholder engagement in biodiversity conservation. *Biological Conservation* 209, 159-171. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.02.008.

Stoett, P. (2012). *Global Ecopolitics: Crisis, Governance and Justice.* Toronto: University of Toronto Press. https://books.google.ca/books?id=KvByBgAAQBAJ&dq=global+ecopolitics+crisis+governance+and+justice&lr=.

Stoner, S., Krishnasamy, K., Wittmann, T., Delean, S. y Cassey, P. (2016). *Reduced to Skin and Bones Re-Examined: Full Analysis. An Analysis of Tiger Seizures from 13 Range Countries from 2000-2015.* Selangor: TRAFFIC. http://tigers.panda.org/wp-content/uploads/Reduced-to-Skin-and-Bones-Re-examined-Full-Analysis.pdf.

Strayer, D.L. (2010). Alien species in fresh waters: Ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater Biology* 55, 152-174. https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02380.x.

Sumaila, U.R., Rodriguez, C.M., Schultz, M., Sharma, R., Tyrrell, T.D., Masundire, H. *et al.* (2017). Investments to reverse biodiversity loss are economically beneficial. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 29, 82-88. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.01.007.

Thinley, P., Rajaratnam, R., Lassoie, J.P., Morreale, S.J., Curtis, P.D., Vernes, K. *et al.* (2018). The ecological benefit of tigers (Panthera tigris) to farmers in reducing crop and livestock losses in the eastern Himalayas: Implications for conservation of large apex predators. *Biological Conservation* 219, 119-125. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.01.015.

Tittensor, D.P., Walpole, M., Hill, S.L.L., Boyce, D.G., Britten, G.L., Burgess, N.D. *et al.* (2014). A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. *Science* 346(6206), 241-244. https://doi.org/10.1126/science.1257484.

Turpie, J.K., Marais, C. y Blignaut, J.N. (2008). The working for water programme: Evolution of a payments for ecosystem services mechanism that addresses both poverty and ecosystem service delivery in South Africa. *Ecological Economics* 65(4), 788-798. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.12.024.

United Kingdom, Department for Environmental and Rural Affairs (2014). *Protecting Plant Health: A Plant Biosecurity Strategy for Great Britain* London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/307355/pb14168-plant-health-strategy.pdf.

United Kingdom, Department for Environment Food & Rural Affairs (2018). *A Green Future: Our 25 Year Plan to Improve the Environment.* London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/693158/25-year-environment-plan.pdf.

United Nations Development Programme (2017). *Payments for ecosystem services*. http://www.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/payments-for-ecosystem-services.html (Consultado: 2 de octubre de 2017).

United Nations Environment Programme (2015). *Annual Report 2015.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7544/-UNEP_2015_Annual_Report-2016UNEP-AnnualReport-2015-EN.pdf.pdf?sequence=8&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre and International Union for Conservation of Nature (2016). *Protected Planet Report 2016: How Protected Areas Contribute to Achieving Global Targets for Biodiversity.* Cambridge: United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre and International Union for Conservation of Nature. http://wcmc.io/protectedplanetreport_2016.

United States Agency for International Development (2016). *Protecting Tigers with Project Predator.* Washington, D.C. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MFT9.pdf.

Ürge-Vorsatz, D., Rosenzweig, C., Dawson, R.J., Sanchez Rodriguez, R., Bai, X., Barau, A.S. *et al.* (2018). Locking in positive climate responses in cities. *Nature Climate Change* 8(3), 174-177. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0100-6.

van de Wouw, M., Kik, C., van Hintum, T., van Treuren, R. y Visser, B. (2010). Genetic erosion in crops: Concept, research results and challenges. *Plant Genetic Resources* 8(1), 1-15. https://doi.org/10.1017/S1479262109990062.

van Wilgen, B.W., Forsyth, G.G., Le Maitre, D.C., Wannenburgh, A., Kotzé, J.D.F., van den Berg, E. *et al.* (2012). An assessment of the effectiveness of a large, national-scale invasive alien plant control strategy in South Africa. *Biological Conservation* 148(1), 28-38. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.035.

Venter, I. (2005). Back to basics. *Engineering News*. 21 de octubre de 2018. Wellsmith, M. (2011). Wildlife crime: The problems of enforcement. *European Journal on Criminal Policy and Research* 17(2), 125-148. https://doi.org/10.1007/s10610-011-9140-4.

Westengen, O.T., Jeppson, S. y Guarino, L. (2013). Global ex-situ crop diversity conservation and the svalbard global seed vault: Assessing the current status. *PLOS ONE* 8(5), e64146. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064146.

Westphal, M.I., Browne, M., MacKinnon, K. y Noble, I. (2008). The link between international trade and the global distribution of invasive alien species. *Biological Invasions* 10(4), 391-398. https://doi.org/10.1007/s10530-007-9138-5.

Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J., Phillips, A. y Losos, E. (1998). Quantifying threats to imperiled species in the United States. *BioScience* 48(8), 607-615. https://doi.org/10.2307/1313420.

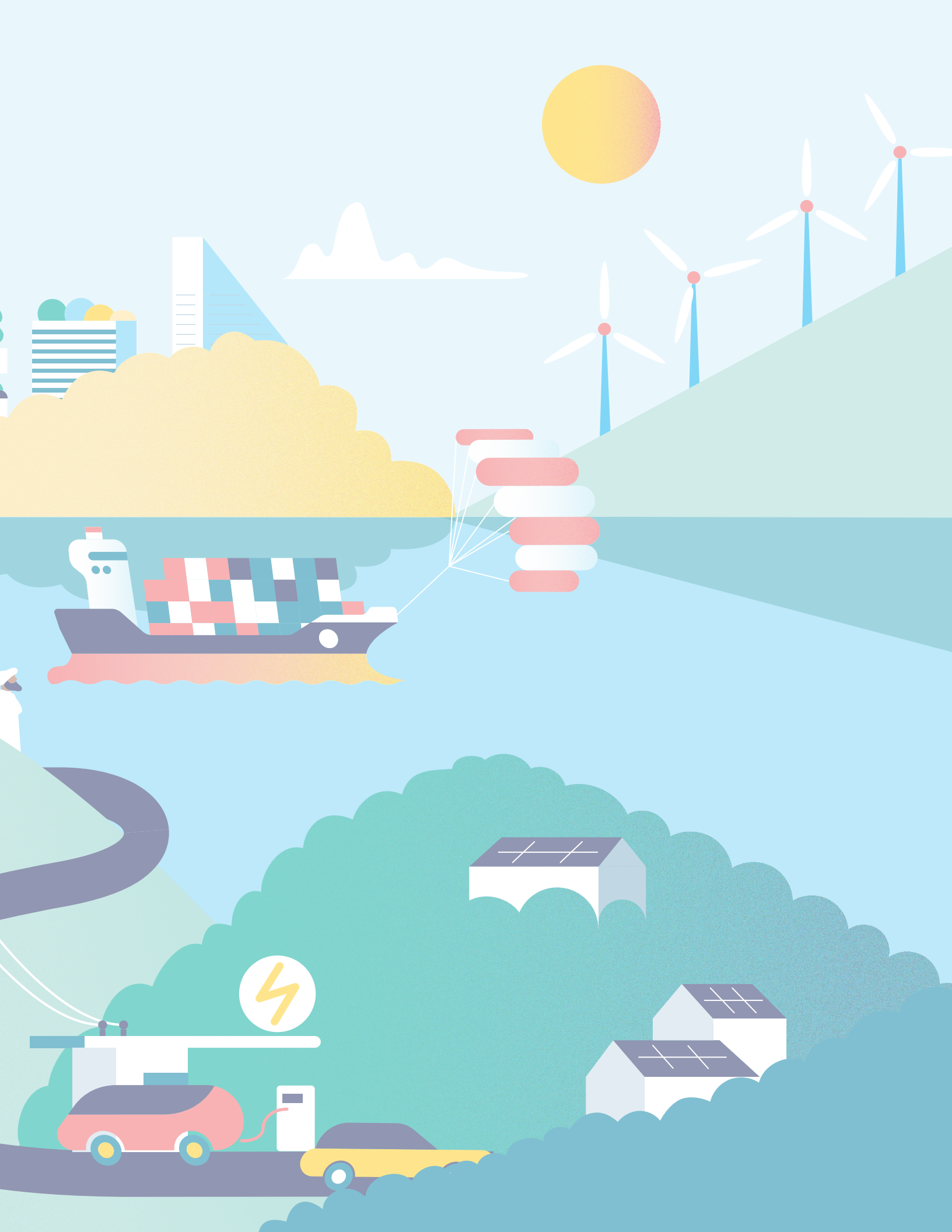
Wilcox, B.A., Aguirre, A.A. y Horwitz, P. (2012). Ecohealth: Connecting ecology, health and sustainability. En *New Directions in Conservation Medicine: Applied Cases of Ecological Health.* Aguirre, A.A., Ostfeld, R. y Daszak, P. (eds.). New York, NY: Oxford University Press. 17-32. https://ro.ecu.edu.au/ecuworks2012/48/.

Wolkovich, E.M., Davies, T.J., Schaefer, H., Cleland, E.E., Cook, B.I., Travers, S.E. *et al.* (2013). Temperature-dependent shifts in phenology contribute to the success of exotic species with climate change. *American Journal of Botany* 100(7), 1407-1421. https://doi.org/10.3732/ajb.1200478.

World Economic Forum (2018). *The Global Risks Report 2018: 13th Edition.* Geneva. http://www3.weforum.org/docs/WEF_GRR18_Report.pdf.

World Health Organization and Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015). *Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health: A State of Knowledge Review.* Geneva. https://www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf.

Young, R.P., Hudson, M.A., Terry, A.M.R., Jones, C.G., Lewis, R.E., Tatayah, V. *et al.* (2014). Accounting for conservation: Using the IUCN Red List Index to evaluate the impact of a conservation organization. *Biological Conservation* 180, 84-96. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.09.039.



Capítulo 14

Política de Océanos y Costas



© Shutterstock/David Litman

Autor coordinador principal: Diana Mangalagiu (University of Oxford y Neoma Business School)

Autores principales: Elaine Baker (GRID-Arendal at the University of Sydney), Pedro Fidelman (Centre for Policy Futures, The University of Queensland), Leandra Regina Gonçalves (University of Campinas), Peter Harris (GRID-Arendal), James Hollway (Graduate Institute of International and Development Studies), Rakhyun E. Kim (Utrecht University), Jake Rice (Department of Fisheries and Oceans – Canada)

Asistente GEO: AlAnoud Alkhatlan (Arabian Gulf University)

Resumen ejecutivo

Para responder a las principales fuerzas motrices y a las presiones que enfrentan los océanos, tales como, el cambio climático, la contaminación y la sobrepesca (véase el Capítulo 7 de este informe) son necesarios diversos instrumentos políticos, así como enfoques de gobernanza *(bien establecido)*. Dentro de estos instrumentos y enfoques se incluyen las políticas de comando y control, las alianzas entre partes interesadas, los incentivos económicos y la capacitación de actores. {14.2}.

La coherencia y la integración de las políticas son importantes a la hora de abordar los impactos acumulados producidos por las amenazas locales y regionales con el fin de apoyar la resiliencia de los ecosistemas marinos, como por ejemplo, de los arrecifes de coral, ante el cambio climático *(no concluyente)*. Sin embargo, sin políticas internacionales para frenar las emisiones de carbono, es probable que la eficacia de la gestión basada en la resiliencia sea muy limitada, dados los límites de la capacidad de las especies marinas para adaptarse a aguas oceánicas más cálidas *(bien establecido)*. {14.2.1}.

Los problemas que involucran numerosas actividades, sectores y fuentes, por ejemplo, los desechos marinos, pueden requerir políticas que impliquen medidas mundiales y coordinadas *(bien establecido, pero incompleto)*. Cuando dichos problemas involucran a múltiples jurisdicciones, aquellos enfoques de gobernanza en que participan los países vecinos (por ejemplo, el Programa de Mares Regionales) pueden resultar apropiados *(bien establecido, pero incompleto)*. {14.2.2}.

Promover una pesca más sostenible puede requerir varios instrumentos políticos, dada la variedad de contextos en los que surgen problemas en este sector *(bien establecido)*. Los programas de derechos de uso territorial en la pesca (TURF, por su sigla en inglés) son adecuados para las pesquerías con poblaciones relativamente sedentarias, un alto potencial de exclusión y gobiernos que están dispuestos a delegar las costosas funciones de gestión y ejecución (*bien establecido*). Las cuotas individuales transferibles (CIT) funcionan mejor en el caso de poblaciones de valor relativamente alto cuando están respaldadas por cuotas sólidas, independientes y fijadas científicamente, y un fuerte seguimiento, control y vigilancia. La regulación de los derechos de acceso y uso de los recursos pueden tener éxito cuando existen mecanismos eficaces de aplicación y cumplimiento (*bien establecido*). {14.2.3}.

Algunos problemas pueden abordarse mejor con instrumentos políticos que impliquen la participación de la comunidad y de las partes interesadas (*bien establecido*). Entre ellos se encuentran el permitir a las comunidades locales desarrollar y adoptar medidas acordes con su contexto y asociaciones con el sector privado (*bien establecido*). {14.2.3}.

Los indicadores sensibles a las políticas pueden utilizarse para hacer un seguimiento de los avances en el abordaje de las presiones y fuerzas motrices más importantes (*bien establecido*). Entre ellos se encuentran los indicadores basados en áreas, como la cobertura de las áreas marinas protegidas y de los ecosistemas marinos vulnerables. Las áreas protegidas bajo jurisdicción nacional o aquellas en alta mar corren el riesgo de enfrentar varias presiones relacionadas con la biodiversidad marina, como la sobrepesca y la destrucción del hábitat (*bien establecido, pero incompleto*). {14.3.1}.

Muchos indicadores pueden no captar del todo las múltiples dimensiones de las diferentes presiones y fuerzas motrices (*bien establecido*). Los enfoques por áreas no garantizan por sí solos una gestión eficaz de las mismas, ni pueden proteger contra el impacto del cambio climático o la contaminación (*bien establecido*). Por lo tanto, los esfuerzos por desarrollar métodos que permitan evaluar la eficacia de las áreas protegidas son fundamentales (*bien establecido*). {14.3.2}.

La falta de estandarización puede dificultar el seguimiento de los avances hacia la conservación marina (*bien establecido*). Este es el caso del indicador que usa la basura que se presenta en las playas para determinar cantidad de basura en el medio marino. La falta de estandarización y de compatibilidad entre los métodos utilizados y los resultados obtenidos en diversos proyectos descendentes o de abajo hacia arriba dificulta la evaluación global del estado de los desechos marinos en grandes zonas geográficas {14.3.2}.

14.1 Introducción

Los impactos de las actividades humanas en los océanos tienen graves consecuencias sociales y económicas, que afectan directa e indirectamente a la salud y el bienestar humano. Como se señala en el Capítulo 7 de este informe, los impactos más preocupantes son los asociados al cambio climático, la contaminación y la sobrepesca. La decoloración de los corales es quizás uno de los impactos más dramáticos e inmediatos del cambio climático en los océanos en los últimos años; los desechos marinos y la contaminación por plásticos se están convirtiendo en los principales problemas de contaminación; y, el agotamiento de las poblaciones de peces debido a la sobrepesca continúa en estado crítico. Con fundamento en tipologías de políticas seleccionadas y en estudios de casos relacionados, este capítulo examina los principales enfoques e instrumentos empleados en respuesta a estos problemas (**Tabla 14.1**). Asimismo, los estudios de caso usados ilustran las respuestas dadas en diferentes contextos tanto geográficos como de gobernanza (subnacional, regional y mundial), y ponen de relieve los retos y las oportunidades para el diseño y la aplicación de las políticas.

Este capítulo también ofrece una valiosa perspectiva sobre la eficacia de las políticas a nivel regional y mundial, basándose en determinados indicadores sensibles a estas, como la cobertura de las áreas marinas protegidas, la estimación de la basura en las playas y la representación de los ecosistemas marinos vulnerables en las organizaciones regionales de gestión de la pesca.

14.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad

14.2.1 Manejo basado en la resiliencia (política de adaptación al cambio climático)

El Manejo Basado en la Resiliencia (MBR) de los arrecifes de coral es un concepto emergente dentro de un contexto de alternativas muy limitadas (van Oppen *et al.* 2015; van Oppen *et al.* 2017), teniendo en cuenta que la causa fundamental del blanqueamiento de los corales es el aumento del nivel de dióxido de carbono atmosférico (CO^2). El MBR se refiere a aquellas intervenciones políticas estratégicas a nivel local y regional que apoyan la resiliencia ecológica, es decir, la capacidad de resistir las perturbaciones y recuperarse de ellas (Anthony 2016). Esto, se cree, ayuda a compensar en cierta medida los efectos crecientes del cambio climático (Anthony *et al.* 2015; Anthony 2016).

La premisa básica en la que se basa el MBR reside en que la resiliencia de los arrecifes de coral puede mejorarse abordando los impactos acumulativos de las amenazas locales y regionales, por ejemplo, la contaminación, la sedimentación y la sobrepesca (Marshall y Schuttenberg 2006; Keller *et al.* 2009; Anthony *et al.* 2015; Anthony 2016). El MBR puede involucrar una combinación de instrumentos políticos y acciones de gestión, por ejemplo, regulación, incentivos y educación (Anthony *et al.* 2015, p. 53) relacionadas, por ejemplo, con los controles del uso de la tierra para mejorar la calidad del agua que entra en el sistema de arrecifes y la planificación espacial de las áreas marinas protegidas, incluidas las zonas de exclusión de pesca (Anthony *et al.* 2015; Anthony 2016). En términos del marco del FPEIR (Sección 1.6), el MBR tiene como objetivo abordar una serie de "presiones" sobre los arrecifes, como el uso de la tierra en las cuencas adyacentes, el desarrollo costero y las pesquerías.

Al ser un concepto emergente, el MBR aún no se ha abordado en la literatura relacionada con la formulación de políticas. En el caso de los arrecifes de coral, no se ha debatido mucho más allá de la necesidad sugerida de un MBR y de las estrategias para apoyar su aplicación.

A nivel internacional, ha habido un considerable interés en los enfoques basados en la resiliencia para la gestión de los arrecifes de coral. Por ejemplo, la Iniciativa del Triángulo de Coral, es un esfuerzo intergubernamental en el que participan Indonesia, Malasia, Papúa Nueva Guinea, Filipinas y Timor-Leste, y que incorpora los principios de resiliencia y gestión multidisciplinaria (Coral Triangle Initiative Secretariat 2009). Además, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) ha adoptado un programa de acción sobre los arrecifes de coral, el cambio climático y la resiliencia, en el que se exhorta la elaboración de políticas de apoyo a favor de un MBR a nivel nacional e internacional (Obura y Grimsditch 2009).

Estudio de caso: El Plan de Acción frente al Cambio Climático en la Gran Barrera de Coral 2007-2012

El Parque Marino de la Gran Barrera de Coral (GBC) en Australia es uno de los pioneros a nivel mundial en la gestión de los arrecifes de coral (Day 2016). Este parque es un ejemplo de los enfoques destinados a restaurar y mantener la resiliencia de los arrecifes de coral frente a múltiples amenazas, incluido el cambio climático (Great Barrier Reef Marine Park Authority [GBRMPA] 2009; GBRMPA 2014). En 2007, la Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral (GBRMPA, por su sigla en inglés)[1] lanzó la

Tabla 14.1: Ejemplo de enfoques de gobernanza e instrumentos políticos para abordar la decoloración de los corales, los desechos marinos y la sobrepesca

Enfoque de gobernanza	Instrumento político	Estudio de caso
Actores facilitadores	Producción de conocimiento, sensibilización	GBR Climate Change Action Plan 2007-2012
Comando y control y alianza con el sector privado	Medidas jurídicamente vinculantes y enfoques voluntarios por parte de las empresas y otras partes interesadas	Plan Regional de Gestión de la Basura Marina en el Mediterráneo
Agentes habilitadores e incentivos económicos	Derechos de uso territorial de la pesca	Derechos de uso tradicional de la pesca del Abulón en Chile
Incentivos económicos	Cuotas individuales transferibles	Cuotas Individuales Transferibles de las Pesquería de Peces de Fondo en la Columbia Británica
Comando y control	Regulación de acceso y derecho de uso de recursos	Resolución 61/105 de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre Ecosistemas Marinos Vulnerables

1 El GBRMPA es una autoridad federal establecida en virtud de la Ley del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral de 1975, la cual ha sido investida con competencia para preparar y publicar planes y políticas relacionados con la protección y la gestión de la GBR (Commonwealth of Australia 1975).

iniciativa Plan de Acción sobre el Cambio Climático de la GBC 2007-2012, en el que se da la identificación de estrategias y acciones diseñadas para mejorar la resistencia de los arrecifes y apoyar la adaptación de las industrias y comunidades que dependen de este (GBRMPA 2007). Una vez ubicado en el Marco Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Consejo de Gobiernos Australianos como un punto de acción específico (Council of Australian Governments 2007), dicho Plan de Acción se considera el primero de su clase y constituye un estudio de caso nacional e internacional relevante relativo a un grupo de políticas de adaptación aplicado a la amenaza del cambio climático para un sistema de arrecifes del patrimonio mundial (GBRMPA 2012). Además, el caso ejemplifica el enfoque de gobernanza de los actores habilitadores, incluye acciones para mejorar la comprensión de la vulnerabilidad al cambio climático y la adaptación y sensibilización de las comunidades e industrias dependientes de los arrecifes.

Tabla 14.2: Gran Barrera de Coral Australiana

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El objetivo general del Plan de Acción sobre el Cambio Climático de la GBC 2007-2012 fue maximizar su resiliencia frente al cambio climático, lo cual implicaba cuatro objetivos: (i) ciencia específica; (ii) ecosistemas resilientes; (iii) adaptación de las industrias y comunidades; y (iv) reducción de la huella climática. La revisión del Plan de Acción destaca la realización de más de 250 proyectos o actividades individuales, la generación de una amplia gama de recursos de conocimiento, incluidos más de 150 informes y documentos, y la creación de conocimientos científicos que sustentan nuevas herramientas y procesos de toma de decisiones, por ejemplo, el desarrollo y perfeccionamiento de herramientas de teledetección que pronostican la decoloración del coral y los riesgos de brotes de enfermedades coralinas. Por otro lado, el Informe de Perspectivas de la GBR de 2014 reconoce que, a pesar de una sólida gestión a escala regional frente al cambio climático y otras amenazas, el estado del arrecife continúa en declive.	GBRMPA 2012; GBRMPA 2014
Independencia de la evaluación	La GBRMPA llevó a cabo una revisión o autoevaluación de los resultados del Plan de Acción.	GBRMPA 2012
Actores clave	Junto con la GBRMPA, la implementación involucró a grupos específicos de partes interesadas, incluidos los propietarios tradicionales, los operadores turísticos y la industria de los productos del mar, y se cree que ha construido relaciones continuas más fuertes entre los sectores público, privado, comunitario e investigativo.	Commonwealth of Australia 2016
Línea de referencia	Una evaluación exhaustiva, realizada en 2007, sobre la vulnerabilidad y que incluye las dimensiones social y económica, valoró las amenazas que supone el cambio climático para la GBC.	Johnson y Marshall 2007
Marco temporal	El Plan de Acción fue implementado durante un período de cinco años, entre 2007 y 2012. El informe *"Climate Change Adaptation: Outcomes from the Great Barrier Reef Climate Change Action Plan 2007-2012"* fue publicado en 2012.	GBRMPA 2012
Factores limitantes	Afrontar el cambio climático en la GBC implica una coordinación intersectorial en la que participan varios sectores políticos y organismos que abarcan los niveles del gobierno local, estatal y federal. Otros retos son la combinación de múltiples escalas espaciales y temporales, la incertidumbre y las interrelaciones entre los factores climáticos y no climáticos (véase el Capítulo 2). Es importante destacar que el tratamiento de las principales amenazas a la resiliencia del arrecife, como son la mala calidad del agua de las cuencas adyacentes y el desarrollo costero, están más allá de los límites del Parque Marino de la GBR, por lo tanto, fuera de la jurisdicción de la GBRMPA y de la aplicación del Plan de Acción.	Fidelman, Leitch y Nelson 2013
Factores facilitadores	El gobierno federal asignó unos 9 millones de dólares australianos para la implementación del Plan de Acción. Además, desde mediados de 1970, la GBRMPA ha liderado la gestión de la GBC. Esta también tiene capacidad y habilidad para movilizar a otros expertos y socios.	Commonwealth of Australia 2016
Rentabilidad	Información sobre la relación costo-eficacia no se encuentra disponible.	
Equidad	El Plan de Acción no incluye cuestiones fundamentales de equidad. Sin embargo, los observadores señalan la necesidad de desarrollar un sistema de pago para los usuarios, destinado a las partes interesadas que afectan la GBR, incluidos los responsables de la navegación y de las actividades portuarias y terrestres.	Morrison y Hughes 2016 National Climate Change Adaptation Research Facility 2016
Beneficios derivados	Dada la naturaleza inherente del MBR, el cual involucra la adopción de impactos acumulativos producto de las amenazas locales y regionales, el Plan de Acción tuvo el potencial de beneficiar las políticas existentes sobre conservación, pesca y turismo.	GBRMPA 2012
Aspectos transfronterizos	Muchos de los problemas del MBR abarcan múltiples fronteras administrativas y ecológicas e involucran a múltiples sectores en materia de políticas (cambio climático, agricultura, desarrollo costero y pesca). Todo ello plantea importantes retos a los esfuerzos del MBR.	Fidelman, Leitch y Nelson 2013; GBRMPA 2014
Posibles mejoras	El Plan de Acción se centró sobre todo en acciones dentro del Parque Marino de la GBC. Las principales amenazas para la resiliencia del arrecife, como la mala calidad del agua de las cuencas adyacentes y el desarrollo costero, se encuentran más allá de los límites del Parque Marino. Los esfuerzos del MBR por abordar los factores externos serían muy beneficiosos. Esto puede requerir cierto nivel de coherencia e integración con las políticas existentes dirigidas a estos factores.	

Aunque la MBR no previene la decoloración del coral, esta sí puede mejorar las perspectivas de recuperación una vez presentados dichos episodios. Sin embargo, si no se adoptan medidas globales para frenar las emisiones de carbono, es poco probable que la MBR sea eficaz por sí sola, dados los límites de la capacidad de los corales para adaptarse a aguas oceánicas más cálidas (Anthony 2016; Hughes *et al.* 2017).

El caso de la GBC sugiere que la MBR tendrá que navegar por entornos de gobernanza complejos que implican múltiples escalas geográficas y jurisdiccionales, niveles de organización social y administrativa y sectores de políticas y recursos (Fidelman, Leitch y Nelson 2013). Por lo tanto, la implementación de la GBC puede conllevar el fomento de la integración y la coherencia entre las políticas existentes que abordan las amenazas locales y regionales. En este sentido, la GBC tiene el potencial de mejorar la gobernanza general a través de los límites jurisdiccionales terrestres y marinos. Ampliar el alcance de la GBC para incorporar las dimensiones institucionales y de gobernanza es fundamental -como lo es abordar la resiliencia social como parte de los esfuerzos de la MBR-, ya que el cambio climático tiene importantes implicaciones para las comunidades e industrias dependientes de los arrecifes, incluyendo su bienestar y salud (Cinner *et al.* 2016).

14.2.2 Basura marina (política de cooperación regional)

En 1974, fue creado el Programa de Mares Regionales es, el cual uno de los principales esfuerzos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) encaminado a abordar los problemas medio ambientales costeros y marinos. Este programa ilustra los enfoques de cooperación regional para la gestión costera y marina. Se centra en la participación de los países vecinos en planes de acción regionales para abordar los problemas de los entornos marinos compartidos. En muchos casos, estos planes están respaldados por un marco jurídico en forma de convenio regional y protocolos asociados sobre cuestiones específicas.

Actualmente existen 18 Programas de Mares Regionales, en los que participan más de 140 países, entre los que se encuentran el Plan de Acción para el Mediterráneo, con 22 partes contratantes: Albania, Argelia, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Chipre, Egipto, Francia, Grecia, Israel, Italia, Líbano, Libia, Malta, Mónaco, Montenegro, Marruecos, Eslovenia, España, República Árabe Siria, Túnez, Turquía y la Unión Europea.

Las basuras y los desechos marinos en el Mediterráneo son un problema bien reconocido con impactos ambientales, económicos, de salud, seguridad y culturales (por ejemplo, Galgani *et al.* 1995; Stefatos *et al.* 1999; Tomás *et al.* 2002; Campani *et al.* 2013; Pasquini *et al.* 2016). Esto ha impulsado la adopción de planes de acción para reducir la contaminación.

Estudio de caso: Plan Regional de Gestión de la Basura Marina en el Mediterráneo

En las últimas décadas, la densidad poblacional en el litoral, la pesca, el turismo extendido y el tráfico marítimo, incluidas las aportaciones fluviales, han contribuido a un aumento continuo de la basura marina (por ejemplo, Santos, Friedrich y Barretto; Galgani *et al.* 2014; Rech *et al.* 2014; Unger y Harrison 2016). De acuerdo con el Informe Internacional de Limpieza de Costas (Ocean Conservancy 2017), las colillas de cigarrillos son el elemento más común encontrado en el mar (véase también Munari *et al.* 2016); sin embargo, los plásticos, especialmente los productos de consumo fragmentados, representan el mayor tipo de basura marina hasta la fecha (Li *et al.* 2016).

Junto con el Plan Regional sobre la Gestión de los Desechos Marinos en el Mediterráneo (el Plan), el Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM) del PNUMA fue el primer Programa y Convenio de Mares Regionales que desarrolló medidas jurídicamente vinculantes para prevenir y reducir los efectos adversos de los desechos marinos en los entornos marinos y costeros. Adoptado en 2013, la entrada en vigor del Plan coincidió con la actualización de los planes de acción nacionales de los países mediterráneos para combatir la contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres.

El Plan involucra algunos principios clave sobre el control y la prevención de la contaminación, incluida la integración de la gestión de los desechos marinos en la gestión de los residuos



Tabla 14.3: Plan Regional de Gestión de la Basura Marina en el Mediterráneo

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El Plan contiene 42 tareas específicas, un calendario, autoridades líderes, indicadores de verificación, costos y fuentes de financiación. Los objetivos fijados para 2017 se han cumplido en gran medida, ya que muchos estaban condicionados a "explorarse y aplicarse en la medida de lo posible". Sin embargo, muchos de los objetivos han pasado de la fase de exploración a la de ejecución.	
Independencia de la evaluación	Es responsabilidad de las Partes Contratantes evaluar el estado de los desechos marinos, el impacto de estos en el medio ambiente marino y costero y en la salud humana, así como los aspectos socioeconómicos de la gestión de los mismos. La evaluación se llevará a cabo sobre la base de metodologías comunes acordadas, programas nacionales de seguimiento y encuestas.	
Actores clave	El Plan fue adoptado por las Partes Contratantes del Convenio para la Protección del Medio Marino y de la Región Costera del Mediterráneo (Convenio de Barcelona), en el que participan 21 países mediterráneos y la Unión Europea (UE).	UNEP/MAP 2013
Línea de referencia	En 2008 se llevó a cabo una evaluación de la situación de los desechos marinos en el Mediterráneo, la cual sirvió de referencia para la elaboración del Plan. Los Estados Miembros de la UE realizaron una evaluación de referencia de los desechos marinos de acuerdo con la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina de la UE (MSFD 2008). Sin embargo, la evaluación de los desechos marinos de 2015 recomendó una mejor definición de los valores de referencia, así como de los objetivos. Con lo cual, es preciso proponer valores de referencia comunes para los indicadores de desechos marinos (playas, superficie del mar, fondos marinos, microplásticos, desechos ingeridos) a nivel de todo el Mar Mediterráneo y no solo a nivel subregional.	European Parliament y European Council (2008) UNEP/MAP (2016); UNEP/MAP (2015a); UNEP (2016)
Marco temporal	El Plan se aplicará entre 2016 y 2025 y, siempre que sea posible, la mayoría de las medidas se aplicarán antes de 2020.	
Factores limitantes	El comportamiento de los consumidores sigue siendo un reto; la reducción de los desechos marinos requerirá cambios en las percepciones, actitudes y comportamientos del público. El cumplimiento y la mejora de la detección y la aplicación de la legislación pueden suponer un reto para la eficacia de la misma. Algunos Estados tienen un sistema inadecuado de manejo de desechos debido a la falta de financiamiento o a una pobre gobernanza. Además, ha habido una falta de coherencia en los métodos utilizados para abordar el problema de los desechos marinos. Si bien todavía hay margen de mejora, entre las respuestas se encuentran las directrices regionales y la puesta en marcha de proyectos piloto a nivel regional, como Fishing-for-Litter y Adopt-a-Beach.	UNEP/MAP 2013
Factores facilitadores	Los objetivos del Plan también cuentan con el apoyo de la MSFD de la UE y de las políticas sinérgicas, que incluyen: la Estrategia Europea frente a los Residuos de Plástico en el Medio Ambiente, que aborda los desechos marinos de plástico y las medidas para reducirlos; una Directiva para reducir el uso de bolsas plásticas; y la Directiva relativa a las Instalaciones Portuarias Receptoras, que se ocupa de los residuos generados por los buques en los puertos de la UE. El Plan también cuenta con el apoyo de los planes de acción del G7 y el G20 sobre desechos marinos. Las organizaciones no gubernamentales (ONG) han sido muy activas en las actividades de sensibilización y educación y han hecho una importante contribución con la recogida de datos y las operaciones de limpieza, movilizando a miles de voluntarios a favor de un Mediterráneo libre de basuras. El Plan incluye sólidas disposiciones sobre la coordinación eficaz y el importante papel de los distintos agentes y partes interesadas en el campo de los desechos marinos.	
Rentabilidad	Los desechos marinos pueden causar importantes daños socioeconómicos, incluyendo pérdidas para las comunidades costeras, el turismo, la navegación y la pesca. Sin embargo, los costos de implementación de las medidas necesarias para cumplir con los requisitos del Plan Regional a través de los Planes de Acción Nacionales también son significativos. Por ejemplo, el costo de la limpieza de las costas y las playas en la UE se ha evaluado en casi 630 millones de euros al año, mientras que el costo para la industria pesquera podría ascender a casi 60 millones de euros. El PNUMA/PAM ha llevado a cabo un trabajo para ayudar a los países a estimar los costos del Plan Regional y de las medidas legalmente vinculantes en la región. Además, se ha llevado a cabo una evaluación socioeconómica de los costos y beneficios de algunas nuevas medidas potenciales, como la pesca por basura, las instalaciones portuarias de recepción y la prohibición de las bolsas de plástico de un solo uso.	Ballance, Ryan y Turpie (2000); Williams *et al.* (2016); Brouwer *et al.* (2017); European Commission (2017); UNEP/MAP (2015b)
Equidad	Tanto las personas como el medio ambiente se benefician de una reducción de los desechos marinos. Las medidas de mitigación, como los sistemas de devolución y retorno, los gravámenes sobre las bolsas de plástico y las actividades de aplicación de la ley, suponen un costo que se distribuye de forma desigual entre la sociedad.	
Beneficios derivados	Los beneficios complementarios incluyen el aumento en la generación energética producto del reciclaje de residuos sólidos y la reducción de la demanda de envases de plástico producto de la sensibilización. La reducción de la basura marina también es beneficiosa para las especies marinas, los ecosistemas y la biodiversidad.	
Aspectos transfronterizos	Los desechos marinos pueden generarse en muchas jurisdicciones y migrar a través de las fronteras. Los desechos marinos mediterráneos pueden incluso entrar en el mar desde el Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar o del Canal de Suez, no obstante, la procedencia y los efectos transfronterizos más importantes de estos proceden de los Estados costeros del Mediterráneo. Los desechos marinos se acumulan en las denominadas zonas críticas, frente a las cuales actualmente, el PNUMA/PAM y otras organizaciones e iniciativas están llevando a cabo un trabajo preliminar a nivel regional para identificar dónde se encuentran estas zonas.	
Posibles mejoras	Los datos nacionales sobre desechos marinos muestran incoherencias entre los años de presentación de informes y entre los países con diferentes sistemas de notificación. Por lo tanto, las variaciones en el ámbito de los informes, los diferentes métodos de cálculo y la falta de validación de los datos dificultan la identificación de las tendencias. La evaluación de 2015 recomendó que los países desarrollaran programas de seguimiento más coherentes que incluyeran una mayor recolección de datos sobre las fuentes de desechos marinos y un seguimiento periódico de las micropartículas. Con lo cual, es necesario introducir medidas de aplicación más estrictas para combatir, de acuerdo con la legislación nacional, el vertido ilegal de desechos marinos, tanto de fuentes terrestres como marítimas.	UNEP/MAP 2014; UNEP/MAP 2016

sólidos y la reducción de la basura a través de un enfoque en la promoción de prácticas de consumo y producción sostenibles. Un componente clave del Plan es la colaboración con el sector privado para reducir el consumo de plástico.

El Plan proporciona un conjunto de acciones y plazos legalmente vinculantes para reducir los desechos marinos en el Mediterráneo. Los objetivos fijados para 2017 se han cumplido en gran medida, ya que muchos estaban condicionados a "explorarse y aplicarse en la medida de lo posible". Sin embargo, muchos de los objetivos han pasado de la fase de exploración a la de ejecución.

También se han logrado algunos avances en el uso de plástico reciclado y en la reducción del uso de bolsas plásticas de un solo uso. Algunos países mediterráneos, como Francia y Marruecos, han prohibido totalmente las bolsas de plástico. Otros países como Croacia, Malta e Israel y algunos municipios y distritos de España y Grecia han introducido un impuesto sobre las bolsas de plástico de un solo uso. Túnez ha prohibido las bolsas de plástico no biodegradables en las grandes cadenas de supermercados (Legambiente ONLUS 2017).

Por otro lado, el sector pesquero se ha retrasado en la aplicación de estrategias de reducción de la basura. Aunque se han elaborado directrices para el plan de gestión de la basura y la mayoría de los pescadores del Mediterráneo han manifestado su voluntad de participar, las encuestas realizadas en los países indican que los buques no disponen de contenedores o bolsas a bordo para almacenar los residuos. Además, los pescadores continúan arrojando al mar los aparejos de pesca no deseados (UNEP 2016). A este respecto, existe una amplia gama de tecnologías para marcar la propiedad de los aparejos de pesca. De hecho, las leyes marroquíes y de la UE en materia de pesca prevén el marcado tanto de la embarcación como de los aparejos que se llevan a bordo (Food and Agriculture Organization [FAO] 2005) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación adoptó en 2018 las Directrices sobre el marcado de las artes de pesca.

14.2.3 Derechos de uso territorial en la pesca

Una política atractiva para algunos países que buscan gestionar la pesca a pequeña escala es (re)habilitar a los usuarios tradicionales del recurso al permitirles (o concederles) derechos exclusivos para gestionar colectivamente (u, ocasionalmente, de forma individual - Hauck y Gallardo-Fernández 2013) y por sí mismos, las poblaciones en áreas específicas. La lógica que subyace a estos programas de Derechos de Uso Territorial de la Pesca (TURF, por su sigla en inglés) (Christy 1992), se deriva de la teoría de la propiedad común y de la literatura sobre gobernanza a escala comunitaria o local (Ostrom 2002). Se considera que los TURF mejoran la sobrepesca estimulando la administración de los recursos entre los pescadores y ofreciendo a las comunidades diversos mecanismos de sanción para que rindan cuentas (Castilla y Fernández 1998; Wilen, Cancino y Uchida 2012). Al involucrar a la comunidad en la toma de decisiones científicas, económicas y políticas en torno al establecimiento de límites y la sanción de las transgresiones, se cree que los TURF promueven la equidad, empoderan y fomentan la reinversión en las comunidades locales (Villanueva-Poot *et al.* 2017).

Los TURF se promocionan como una buena opción para las pesquerías con poblaciones relativamente sedentarias y un alto potencial de exclusión y resultan de especial valor en lugares donde los recursos de gobernanza son limitados (Fernández y Castilla 2005). Sin embargo, los diseños de políticas híbridas pueden ampliar su aplicabilidad (Barner *et al.* 2015). Por ejemplo, las especies más móviles o los pescadores pueden abordarse mediante el establecimiento de redes de TURF más amplias (Aceves-Bueno *et al.* 2017), y algunas políticas combinan los TURF clásicos con las reservas marinas (los llamados sistemas TURF-reserva - Afflerbach *et al.* 2014; Oyanedel *et al.* 2017). Los TURF-reservas cumplen el importante objetivo de restablecer un equilibrio saludable entre las especies que compiten en el mismo ecosistema (Loot, Aldana y Navarrete 2005; Oyanedel *et al.* 2017), aunque los estudios han encontrado que incluso los TURF clásicos pueden mejorar la abundancia de las especies no objetivo a través de interacciones tróficas (Gelcich *et al.* 2008; Giacaman-Smith, Neira y Arancibia 2016). De hecho, los TURF podrían ser objetivo de los actores privados de la conservación (Costello y Kaffine 2017). Por último, la bibliografía muestra que es importante establecer los TURF a una escala adecuada para la especie objetivo. En el caso de especies muy variables sujetas a dinámicas de auge y caída, los TURF deben establecerse a una escala geográfica lo suficientemente amplia como para permitir a los pescadores mantener sus medios de subsistencia (Aburto, Stotz y Cundill 2014), al tiempo que se presta atención a las interdependencias entre las zonas gestionadas individualmente debido a la dispersión de las larvas o las estructuras de gobernanza (Garavelli *et al.* 2014; Garavelli *et al.* 2016; Aceves-Bueno *et al.* 2017).

Los TURF han demostrado ser populares entre los gobiernos interesados en delegar las costosas funciones de gestión y aplicación de la ley, sin embargo, coo estos pueden operar con fundamento en la tradición y sin un establecimiento formal, no está claro exactamente cuántos existen o cuándo se introdujeron por primera vez (Christy 1992; Afflerbach *et al.* 2014). Existen diversas formas de establecer los TURF. En algunos casos, por ejemplo, en Japón, Palau, Papúa Nueva Guinea, Samoa, Islas Salomón y Vanuatu, los TURF se basan en tradiciones centenarias que conceden a los usuarios locales el acceso exclusivo a las zonas de pesca cercanas a la costa (Le Cornu *et al.* 2017; Nomura *et al.* 2017; Yoshino 2017). En otros, por ejemplo, Chile y Sudáfrica, los TURF han sido lanzados por el gobierno como parte de un marco de co-gestión nacional o regional o fueron impulsados por las comunidades locales, con el apoyo legal, operativo o financiero del gobierno regional o nacional (Charles 2002; Hauck y Gallardo-Fernández 2013).

Un reto importante para los TURF continúa siendo la persistencia de la caza furtiva (Andreu-Cazenave, Subida y Fernández 2017; Oyanedel *et al.* 2018). Una opción que a menudo se promueve es complementar la gestión de la comunidad local con algunos recursos gubernamentales para la supervisión, la aplicación y la resolución centralizada de conflictos (Hauck y Gallardo- Fernández 2013). Sin embargo, la bibliografía destaca que incluso estos acuerdos de co-gestión deben depender del contexto (Defeo *et al.* 2016). La combinación de mecanismos de aplicación formales e informales desplegados dependerá de la productividad biológica del recurso (Santis y Chávez 2015), y de lo bien que apoyen el régimen de relaciones sociales de los pescadores (Rosas *et al.* 2014; Crona, Gelcich y Bodin 2017). La importancia de la red social subyacente para el éxito de los TURF pone de relieve cómo los cambios demográficos y los cambios intergeneracionales pueden, en última instancia, debilitar incluso a los TURF más exitosos (Tam *et al.* 2018). Por último, otro reto importante es que la integración de los mercados de productos del mar sigue ejerciendo presiones globales incluso sobre el tipo de pesquerías locales de pequeña escala que suelen regir los TURF, con efectos diversos (Crona *et al.* 2015; Castilla *et al.* 2016; Crona *et al.* 2016), que solo pueden mejorarse con la transformación de las propias comunidades costeras (Saunders *et al.* 2016).

Estudio de caso: TURF para el abulón chileno

A pesar de cierto parecido con el abulón, el "abulón chileno" es una especie diferente de caracol marino de alto valor, conocido localmente como "loco" y que ha formado parte de la dieta local durante al menos 6.000 años (Reyes 1986; Santoro *et al.* 2017). Históricamente, la actividad pesquera ha sido de libre acceso, pero a medida que la "fiebre por el *loco*" internacional (Meltzoff *et al.* 2002) exigió capturas insostenibles, el Gobierno experimentó con una variada serie de instrumentos políticos: cierres estacionales

de 1981 a 1984; una cuota nacional global de 1985 a 1989; y luego el cierre total a partir de 1989 (Castilla 1995; Castilla y Fernández 1998; González *et al.* 2006; Gelcich *et al.* 2008; Hauck y Gallardo-Fernández 2013). Todas ellas fracasaron a la hora de frenar el fenómeno de la pesca furtiva generalizada. Una ley de pesca de 1991 esbozó entonces esquemas de gestión de derechos por zonas que evolucionaron en los primeros TURF aplicados en 1997 (Meltzoff *et al.* 2002). El Gobierno prohibió la pesca furtiva fuera de estos TURF y subvencionó su establecimiento mediante un aplazamiento fiscal de cuatro años y contribuciones de hasta el 75% en cualquier evaluación de referencia o de seguimiento (Hauck y Gallardo-Fernández 2013). Posteriormente, los TURF proliferaron en otras zonas y en otras especies de invertebrados (relativamente sedentarios) (Gelcich *et al.* 2017), abarcando finalmente el 80% de las capturas chilenas y el 40% de los pescadores registrados en más de 400 TURF (Fernández y Castilla 2005; González *et al.* 2006; Hauck y Gallardo-Fernández 2013). Este caso se eligió como un intento relativamente exitoso de traspasar la gobernanza a las comunidades locales y es una muestra detallada de cómo los diferentes instrumentos políticos dependen de la escala y el contexto.

Los TURF de abulón chileno han sido considerados como modelos a seguir (González *et al.* 2006; Gelcich *et al.* 2017), ya que han permitido mejorar las capturas por unidad de esfuerzo

Tabla 14.4: Pesqueras chilenas

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El Departamento de Pesca chileno exigió una solución política que redujera la presión insostenible sobre una especie altamente vulnerable, devolviera todo el acceso pesquero a las pesquerías comunitarias adyacentes y excluyera a los pescadores móviles no residentes que practicaban la pesca furtiva de forma extensiva.	Hauck y Gallardo- Fernández 2013
Independencia de la evaluación	Los TURF chilenos han sido evaluados en varias ocasiones, incluso por terceras partes y por ONG medio ambientales.	Gonzalez *et al.* 2006; Earth Justice 2015
Actores clave	Las comunidades locales desarrollaron e implementaron sus TURF. Los sectores de procesamiento y comercialización prestaron su apoyo a lo largo de todo el proceso. La mayoría de las ONG ecologistas llegaron tarde al proceso, pero se abrieron paso a través de enlaces financieros con comunidades individuales.	
Línea de referencia	Los datos que respaldan las líneas de referencia y los objetivos cuantitativos son escasos, débiles y *ad hoc*. Sin embargo, todos coincidían en que el Loco estaba gravemente agotado en gran parte de la costa y que las cuotas individuales transferibles (CIT) no habían logrado controlar la extensa pesca ilegal.	Reyes 1986; Ruano-Chamarro, Subida y Fernández 2017
Marco temporal	Los primeros TURF se establecieron en un periodo de transición de dos años y necesitaron otra década para extenderse, pero su cantidad parece haberse estancado desde entonces.	
Factores limitantes	Las comunidades con alta inmigración y menos recursos para la vigilancia y el cumplimiento de la ley se enfrentaron a mayores desafíos.	
Factores facilitadores	El carácter sedentario y el alto valor comercial de las especies objetivo fueron esenciales para el éxito. La gestión comunitaria se basó en la integridad cultural y social de las comunidades y en la ley que prohíbe la pesca del Loco por fuera de los TURF.	Liu *et al.* 2016
Rentabilidad	Los costos de los TURF para el Gobierno fueron bajos, ya que los costos de monitoreo y vigilancia fueron transferidos a las comunidades, quienes estaban dispuestas a asumirlos debido al gran rendimiento financiero y político, así como a determinado apoyo gubernamental para su establecimiento.	Gutiérrez *et al.* 2011
Equidad	Las "comunidades" se autodefinieron y se solaparon más de lo previsto, de ahí que los primeros en obtener la autorización del TURF podían marginalizar y restar poder a los demás. Las comunidades que tuvieron dificultades para adaptarse al nuevo sistema experimentaron un aumento de la delincuencia y la caza furtiva. Por último, una ley de 2008 otorgó derechos preferentes a los pueblos indígenas, lo que algunos consideraron injusto.	Van Holt 2012; Hauck y Gallardo-Fernández 2013
Beneficios derivados	Los TURF chilenos integraron y empoderaron a las comunidades locales, facilitaron la experimentación de políticas y proporcionaron servicios ecosistémicos y turísticos sostenibles.	Hauck y Gallardo- Fernández 2013; Gelcich *et al.* 2017; Defeo y Castilla 2005, p. 275; de Juan *et al.* 2015; Biggs *et al.* 2016
Aspectos transfronterizos	Los TURF aumentaron la presión pesquera sobre las zonas y las especies por fuera de esta iniciativa una vez que se cumplió el programa de pesca adoptado por una comunidad para la temporada o el año.	Van Holt 2012
Posibles mejoras	Las posibles mejoras incluyen una financiación más estable para la vigilancia y la aplicación de la ley, una mayor integración entre escalas y una mejor provisión para los desplazados de la pesquería. Se han debatido y, en algunos casos, se han puesto a prueba modelos empresariales innovadores y áreas de conservación municipales, pero es demasiado pronto para saber si estos abordarán los problemas persistentes de la pesca furtiva.	González *et al.* 2006; Gelcich y Donlan 2015; Gelcich *et al.* 2015

y, en ocasiones, quintuplicar el rendimiento económico. Los éxitos se debieron al empoderamiento de las comunidades locales para desarrollar y adoptar instrumentos adaptados a su geografía y cultura. Sin embargo, la pesca ilegal continúa (Andreu- Cazenave, Subida y Fernández 2017), en algunos casos por parte de pescadores que acatan las normas, pero pescan ilegalmente más allá de sus propios TURF, perjudicando los resultados ecológicos (González *et al.* 2006; Hauck y Gallardo-Fernández 2013; Oyanedel *et al.* 2018). Además, la sostenibilidad de los beneficios económicos provenientes del sistema ha evidenciado los desafíos competitivos de otros mercados y productos pesqueros, y en una región sólo 5 de 30 TURF tuvieron buenos resultados económicos (Zuñiga *et al.* 2008). Sin embargo, a pesar de quejarse del hecho de que los TURF no siempre han proporcionado rendimientos financieros significativos y de que los costos de supervisión han ido en aumento, los pescadores chilenos se mostraron reacios a renunciar a estos, reconociendo que proporcionaban beneficios en múltiples dimensiones, incluido el empoderamiento ecológico y económico (Gelcich *et al.* 2017). La viabilidad de transferencia de esta política depende de que haya especies sedentarias, mercados estables y comunidades asentadas con capacidad para excluir a los pescadores móviles y no locales.

14.2.4 Cuotas individuales transferibles (CIT)

Las CIT son un enfoque tipo sistema de mercado que algunos gobiernos utilizan para gestionar la pesca (Selig *et al.* 2016). Normalmente, las CIT conceden a sus propietarios derechos exclusivos y transferibles sobre una parte determinada del total admisible de capturas (TAC) de una pesquería cada temporada o año, la cual posteriormente puede comprarse, venderse o arrendarse en un mercado abierto. La lógica es que, dado que estas cuotas son individuales y no colectivas, los pescadores no pueden maximizar sus ingresos compitiendo por capturar más peces de una cuota o recurso total común que otros titulares de licencias antes de su agotamiento. Por el contrario, los ingresos solo pueden aumentar si capturan y comercializan su parte de forma más estratégica (por ejemplo, mediante prácticas de pesca más eficientes o adecuando las capturas a las oportunidades de mercado) y mediante la administración de los recursos, apoyando el crecimiento de las poblaciones para que su porcentaje fijo se aplique a una cuota total mayor. Las CIT pueden, por tanto, generar importantes beneficios económicos para la sociedad (Hoshino *et al.* 2017), promover la eficiencia económica al incentivar la reducción de la capacidad pesquera (Blomquist y Waldo 2018) y crear un incentivo económico para que la industria valore el crecimiento de las poblaciones, así como las capturas actuales.

Las CIT fueron introducidas por primera vez en especies de peces individuales a finales de la década de 1970 (Chu 2009) por los Países Bajos (Hoefnagel y de Vos 2017), Islandia (Chambers y Kokorsch 2017; Kokorsch 2017) y Canadá (Rice 2004; Pinkerton 2013; Edinger y Baek 2015; Gibson y Sumaila 2017). Desde entonces, se han aplicado a diversas escalas, siendo Nueva Zelanda en 1986 (Mace, Sullivan y Cryer 2014) e Islandia en 1990 (Arnason 1993) los primeros países en aplicarlas como política pesquera nacional. Las CIT también se han propuesto como una posible opción de reforma de la Política Pesquera Común Europea (Waldo y Paulrud 2012; van Hoof 2013) y de la gestión pesquera internacional (Pintassilgo y Costa Duarte 2000; Thøgersen *et al.* 2015), pero todavía no se ha llegado a un acuerdo al respecto.

Un examen exhaustivo realizado en 2009 reveló que 18 países gestionaron varios cientos de diversas poblaciones de peces mediante el uso de la CIT (Chu 2009). Estos se han adoptado con mayor vigor junto con la privatización de otros bienes comunes como parte de tendencias neoliberales más amplias (Pinkerton 2017), por ejemplo, en los Estados Unidos de América (Porcelli 2017), Australia (Steer y Besley 2016; Emery *et al.* 2017), Argentina (Bertolotti *et al.* 2016) y Chile (Wiff *et al.* 2016), además de otros países mencionados anteriormente. Noruega (Hannesson 2013; Hannesson 2017), Suecia (Waldo *et al.* 2013; Stage *et al.* 2016; Blomquist y Waldo 2018) y Dinamarca (Merayo *et al.* 2018) han visto una adopción más cautelosa de las CIT, mientras que otras jurisdicciones, como Francia (Frangoudes y Bellanger 2017), han visto una marcada oposición. Aunque varios países en desarrollo han mostrado interés en las CIT, no se ha visto una adopción generalizada en ellos, por diversas razones que incluyen la preocupación por la participación económica, una reacción en contra de la "privatización de la naturaleza", o el reconocimiento de que las CIT requieren una sólida evaluación de las poblaciones y un seguimiento fiable de las capturas (véase más adelante).

En condiciones de favorabilidad, se reconoce que las CIT son un excelente instrumento para promover la eficiencia económica en la pesca. Sin embargo, sus resultados desiguales en otros lugares han llevado a la literatura sobre política marina y economía medio ambiental a investigar las condiciones necesarias para la eficacia de las políticas, las cuales están relacionadas con la escala, la tecnología y la capacidad, como se indica en la Sección 7.5.

En primer lugar, las CIT funcionan mejor en casos de stocks con un valor relativamente alto. No obstante, la alta selectividad de los pescadores (el descarte de especies o tallas menos valiosas en el mar para maximizar el valor de la cuota) puede seguir produciendo impactos ecológicos negativos y solo puede disuadirse mediante la vigilancia a bordo (como en cualquier sistema de captura basado en cuotas). Las CIT pueden tener efectos positivos en el ecosistema mediante una serie de mecanismos indirectos (Gibbs 2010), pero, en definitiva, estas cuotas son un instrumento político relativamente específico que debe ser bien considerado.

En segundo lugar, para que los programas de CIT tengan éxito es necesario que los TAC sean sólidos, independientes y cuenten con una base científica (Sumaila 2010); de lo contrario, la incertidumbre científica o la interferencia de las políticas pueden erosionar la confianza de los propietarios de las cuotas en su sostenibilidad, lo que restablece los incentivos para competir por la pesca. Por ejemplo, los países nórdicos ofrecen una fuerte capacidad de control y altos niveles de confianza en las instituciones públicas (Hannesson 2013; Merayo *et al.* 2018; Blomquist y Waldo 2018).

En tercer lugar, el valor de los incentivos económicos de las CIT es especialmente vulnerable a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR) (Costello *et al.* 2010). Una vez más, se requiere un fuerte seguimiento, control y vigilancia (SCV) o el estado de las poblaciones objetivo se verá socavado.

Sin embargo, hay que reconocer que las CIT son un instrumento político que promueve la eficiencia económica en la pesca, pero no necesariamente la equidad social (Costello, Gains y Lynham 2008; Høst 2015), problema que puede surgir durante la asignación inicial de las CIT o, más tarde, tras su consolidación. La asignación basada en el uso histórico puede exacerbar las desigualdades sociales existentes, especialmente si el marco temporal utilizado favorece a un grupo. El Gobierno de Nueva Zelanda gastó sumas considerables en la compra de CTI de acuerdo con la asignación inicial para satisfacer las reclamaciones de los maoríes (Dewees, 1998).

Las subastas también son una alternativa (Bromley 2009), pero esto puede exacerbar las desigualdades preexistentes cuando no todas las partes tienen recursos suficientes para comprar. Incluso, si se inicia de forma equitativa, la consolidación de las CIT puede concentrar las ganancias y el ejercicio del poder pesquero (Pinkerton y Edwards 2009). Al igual que en otras industrias, los incentivos económicos de las CIT pueden promover una mayor capitalización y, eventualmente, la "pesca de sillón", en la que los propietarios de las empresas, desvinculados de las comunidades costeras, absorben los beneficios de las capturas. Cuando el procesamiento también se concentra, las pequeñas comunidades costeras pueden caer en la depresión económica. Para evitarlo, muchos sistemas de gestión de cuotas limitan la parte que puede cobrar cada propietario, de ahí que iniciativas como los bancos de licencias pueden disuadir dicha consolidación de las posibilidades de pesca (Edwards y Edwards 2017), sin embargo, no llevan el tiempo suficiente para que se puedan evaluar plenamente sus consecuencias sociales, económicas y ecológicas.

Por último, al reducir la carrera por la pesca, se cree que las CIT mejoran considerablemente la salud y la seguridad laboral. En general, las lesiones laborales son más frecuentes en la pesca que en otras profesiones (Chauvin y Le Bouar 2007; Håvold 2010). Aunque los pescadores de una CIT pueden completar su cuota en cualquier momento de la temporada, en vez de competir por la cuota total con otros pescadores, lo cual resta la necesidad de aventurarse ante las inclemencias del tiempo, sobrecargar sus barcos con artes de pesca o descuidar el mantenimiento de los mismos (Pfeiffer y Gratz 2016). Sin embargo, estos beneficios para la salud solo los obtienen los propietarios de las cuotas; los arrendatarios de las cuotas o los trabajadores contratados pueden seguir estando sometidos a presiones que los llevan a asumir riesgos (Windle *et al.* 2008; Emery *et al.* 2014). La seguridad laboral también puede afectar la percepción de los pescadores sobre la regulación. Según Håvold (2010), mientras que los accidentes pesqueros graves justifican la existencia de marcos normativos frente a los pescadores, los accidentes leves socavan sus percepciones. Por ello, es necesario seguir investigando para determinar cuál es la mejor manera de garantizar la salud y la seguridad de las personas que participan en la industria pesquera (Lucas *et al.* 2014).

Estudio de caso: CIT en la pesca de peces de fondo en la Columbia Británica.

La pesca de peces de fondo en la Columbia Británica (Canadá) corresponde a un tipo de captura comercial multiespecies y compleja. Especies como el pescado de roca, la merluza, el bacalao del Pacífico y el abadejo viven y se alimentan cerca del fondo marino, por lo que se necesitan grandes arrastreros para capturarlos, dando lugar a una industria muy capitalizada y tecnológicamente avanzada. Entre 1980 y 1995, el Departamento de Pesca y Océanos (DFO, por su sigla en inglés) de Canadá gestionó la pesca mediante la imposición de límites al número de licencias para buques y TAC específicos para cada especie y temporada. Sin embargo, esto impulsó una capitalización insostenible, ya que los pescadores competían por capturar la mayor parte posible de la cuota antes de que se agotara (University of British Columbia [UBC] 2017), y varios TAC se superaron repetidamente (Turris 2000). En 1995, la DFO cerró la pesquería e inició consultas (véase también Koolman *et al.* 2007). Aunque las relaciones entre la industria y la DFO eran adversas, todos coincidían en que dicha pesca se dirigía hacia un colapso económico y medio ambiental, frente a lo cual resultarían insuficientes los ajustes en las políticas (Rice 2004). En 1997, la pesquería se reabrió como un sistema de CIT. Aunque no fue el primer sistema de gestión de las CIT utilizado en las pesquerías canadienses (Casey *et al.* 1995; Turris 2000), este fue el más amplio en cuanto al número de especies reguladas (finalmente más de dos docenas) y al impacto de la flota (unos 130 buques al principio), y el primero en abordar poblaciones que ya estaban sobreexplotadas. En definitiva, el sistema de CIT ha conseguido mejorar la economía de la pesquería (Rice 2004; Branch 2006) y, por tanto, es un ejemplo de cómo las CIT pueden funcionar bien en las condiciones adecuadas.

El sistema de CIT revirtió el declive de muchas poblaciones clave, garantizó la viabilidad financiera del sector de la transformación y redujo la capacidad de la flota. Más aún, los cuatro principales interesados acabaron apoyando el programa. La ciencia de la DFO superó su desconfianza hacia los incentivos del mercado para alcanzar los objetivos de conservación y la dirección de este organismo llegó a reconocer que el hecho de convertir a la industria en socio de la gestión aliviaba en cierta medida las presiones presupuestarias relacionadas con el control y la aplicación. El sector de la transformación gozó de mayor estabilidad y valor en el mercado y los titulares de licencias (incluso los que acabaron abandonando la pesquería) reconocieron que las alternativas eran insostenibles y que el mercado era, en última instancia, más seguro y estable. El caso de la pesca de fondo de la Columbia Británica es, por tanto, instructivo como modelo para racionalizar una pesquería compleja, de gran escala, multiespecífica y muy capitalizada. De hecho, refuta la opinión generalizada de que la cooperación requiere pocas partes (existen al menos 30 actores independientes en la pesquería) o debe estar localizada (la flota opera a lo largo de toda la costa de la Columbia Británica). Aun así, no es una estrategia para las pesquerías de pequeña escala orientadas a la subsistencia y suele ser costosa de establecer, si no de mantener. El éxito de este caso dependió de un fuerte apoyo científico y de gestión, un alto valor del producto y una economía razonablemente fuerte. También hay que tener en cuenta que, aunque sea sostenible desde el punto de vista financiero, la política puede no ser sostenible desde el punto de vista ecológico, por lo que debe seguirse investigando.



Tabla 14.5: Pesquería de British Columbia

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El Groundfish Advisory Committee (GAC) estableció dos objetivos principales para las políticas: detener el declive de muchas poblaciones clave y garantizar la viabilidad financiera del sector de la transformación. Un objetivo secundario fue reducir la capacidad de la flota para mantener unos ingresos positivos para cada participante. Estos objetivos se cumplieron.	Turris 2000
Independencia de la evaluación	La DFO evalúa periódicamente todos los planes de gestión pesquera y académicos externos han realizado evaluaciones más detalladas de varios aspectos de la CIT.	Fisheries and Oceans Canada 2017; Wallace *et al.* 2015
Actores clave	La política en sí fue desarrollada a puerta cerrada por un subconjunto del GAC que reunió los cuatro intereses principales: recolección, procesamiento, ciencia y gestión.	Rice 2004
Línea de referencia	Las líneas de referencia se basaron en los registros históricos de la situación de la población y de los costos e ingresos de explotación de las plantas que se remontan al menos a 15 años atrás.	Richards 1994; Ainsworth *et al.* 2008
Marco temporal	La CIT se implantó con éxito en el lapso de un año. Los precios del pescado de roca se multiplicaron por seis en seis meses, debido principalmente a una mejor adecuación de la oferta y la demanda. El número de buques se redujo casi a la mitad en 18 meses.	UBC 2017
Factores limitantes	La financiación para establecer las asignaciones y los sistemas de monitoreo e información, así como la compra de aquellos que estaban dispuestos a abandonar la pesquería hasta que la capacidad de la flota se adaptara fue el principal factor limitante.	
Factores facilitadores	Un importante factor facilitador fue la situación económica de la Columbia Británica en ese momento, que permitió a los pescadores que abandonaron la pesca encontrar un trabajo alternativo.	
Rentabilidad	El establecimiento del sistema de CIT implicaba grandes costos iniciales, especialmente por la compra de licencias. La DFO disponía de estimaciones precisas de estos costos, aunque no se realizó ningún análisis de rentabilidad a posteriori, ya que las únicas alternativas reconocidas fueron el cierre de la pesquería o su agotamiento.	
Equidad	La política eliminó de la flota tanto a los buques especialmente grandes, que ya no podían llenar sus bodegas, como a los más pequeños, que no podían asumir los costos como observadores. Aunque existía un programa de recompra de licencias, ninguna oferta de transición laboral fue ofrecida. La mayor regularidad de la oferta también supuso un trabajo más constante para los cortadores de pescado, en su mayoría mujeres. En general, aunque la ampliación de la temporada de pesca incrementó los costos en la industria, estos fueron en gran parte en forma de salarios, lo que pudo haber mejorado la equidad social.	Stainsby 1994; Matulich, Mittelhammer y Reberte 1996; Dolan *et al.* 2005
Beneficios derivados	Uno de los principales beneficios colaterales fue la mejora de la seguridad y la salud laboral. Mientras que, con el régimen anterior, los pescadores podían salir en condiciones peligrosas solo porque la pesquería estaba abierta, para capturar lo máximo posible antes de que se agotara la cuota, ahora podían gestionar su propia cuota a lo largo de cierto tiempo, saliendo cuando fuera más seguro hacerlo.	Dolan *et al.* 2005
Aspectos transfronterizos	La mayor parte de los problemas transfronterizos internacionales (con Estados Unidos) no estaban relacionados con los peces de fondo, sino con el salmón, el fletán del Pacífico o la merluza.	Ianson y Flostrand 2010
Posibles mejoras	Aunque es sostenible desde el punto de vista financiero, a mediados de la década de 2000 las ONG medio ambientales protestaron por la sostenibilidad ecológica de la pesca de arrastre de fondo en los hábitats marinos. Estos se comprometieron con la industria pesquera y propusieron a la DFO limitar las capturas accesorias que se basaban en el mismo sistema de cuotas y de observadores para su aplicación.	Branch 2009; Wallace *et al.* 2015

14.2.5 Enfoques de comando y control para alta mar

Las políticas de comando y control son un tipo de norma o acuerdo político que regula ciertas actividades mediante la combinación de instrumentos jurídicos que detallan las normas, obligaciones y mecanismos de "control", como sanciones, penalizaciones o tasas con el fin de que los actores no infrinjan dichas normas. Este enfoque se encuentra asociado al concepto de legalización (Abbot *et al.* 2000) e incluye tres características principales: obligación, precisión y delegación. La obligación significa que los actores (estatales y no estatales) están legalmente vinculados a un conjunto de normas; la precisión significa que las normas definen de forma inequívoca la conducta exigida por un actor o conjunto de actores determinado; y la delegación significa que se otorga a terceros la autoridad para aplicar las normas, supervisar su cumplimiento y aplicar sanciones en caso de incumplimiento.

A pesar de no cumplir con las características que se han descrito con anterioridad, muchas de las convenciones y resoluciones de las Naciones Unidas se aplican, a nivel nacional, como enfoques de comando y control. Algunos ejemplos son la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982, por medio de la cual se establece el marco jurídico en el que deben desarrollarse todas las actividades en los océanos, y la Resolución 61/105 de la Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU) relacionada con los ecosistemas marinos vulnerables.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar contiene un amplio conjunto de normas para regular el uso y la gestión de los espacios oceánicos y sus recursos. Esta incluye disposiciones sobre:

i. la extensión y delimitación de las zonas marítimas;
ii. la soberanía de los Estados costeros, los derechos soberanos y las competencias en las zonas bajo jurisdicción nacional;
iii. los derechos y deberes de los Estados del pabellón;
iv. la protección y preservación del medio ambiente marino;
v. la conservación y gestión de los recursos marinos vivos;
vi. el estatuto jurídico de los recursos del fondo marino y oceánico y del subsuelo, más allá de los límites de la jurisdicción nacional, así como las actividades que se realizan en ellos; y,
vii. la investigación científica marina; el desarrollo y la transferencia de tecnología marina; y la resolución de conflictos.

Muchas poblaciones de peces han sido sobreexplotadas a un ritmo sin precedentes (Levin *et al.* 2016), en particular debido a la eficacia e intensificación de los buques y la tecnología moderna para explorar los océanos, así como a las dificultades de seguimiento, control y vigilancia (FAO 2016). A lo largo de los años se han implementado varias normas, desde locales hasta globales (Bigagli 2016), en el marco del complejo régimen de los océanos (Keohane y Nye 1977; Keohane y Victor 2011), para regular el uso de los recursos y proteger la biodiversidad. Sin embargo, la falta de mecanismos de aplicación es preocupante, ya que solo una parte de los tratados que se aplican a los océanos cuentan con mecanismos de aplicación específicos (Al-Abdulrazzak *et al.* 2017).



En el marco del FPEIR (Sección 1.6), los instrumentos de políticas de comando y control abordan, principalmente, las "presiones", por ejemplo, la pesca, la minería y la contaminación. Estos enfoques que son aplicados en alta mar se han implementado a nivel regional y sectorial, con múltiples autoridades que gestionan partes de las mismas regiones y extensas áreas sin acuerdos de gobernanza. Asimismo, los intentos por coordinar las actividades, mitigar los conflictos, abordar los impactos acumulativos o facilitar la comunicación han sido inadecuados (Ban *et al.* 2014). Una de las explicaciones de Al-Abdulrazzak *et al.* (2017) sobre esta situación es que los Estados con presupuestos medio ambientales reducidos no pueden participar eficazmente en los numerosos acuerdos. Más aún, la falta de coordinación entre estos tratados conlleva el riesgo de que tras años de negociaciones gubernamentales se conviertan en "tratados vacíos" carentes de logros. En última instancia, el éxito de la política de comando y control depende de la voluntad política de los gobiernos nacionales (Englender *et al.* 2014).

Estudio de caso: Resolución de la AGNU sobre los Ecosistemas Marinos Vulnerables

En el contexto de la pesca sostenible, la AGNU adoptó la Resolución 61/105 (UNGA 2006), en la que se pide a las organizaciones regionales de ordenación pesquera (OROP) y a los Estados que adopten y apliquen medidas, enfoques ecosistémicos y el derecho internacional, de conformidad con el criterio de precaución y con carácter prioritario. Según el párrafo 83 de la Resolución, las organizaciones o acuerdos regionales de ordenación pesquera (OROP) con competencia para regular las pesquerías de fondo deberán adoptar y aplicar medidas, tales como:

- *"Llevar a cabo evaluaciones de impacto de cada una de las pesquerías de fondo en alta mar para garantizar la prevención de impactos adversos "significativos" en los ecosistemas marinos vulnerables (EMV) o, de lo contrario, prohibir la pesca de fondo;*
- *Cerrar las zonas de alta mar a la pesca de fondo en las que se sabe o es probable que haya EMV, a menos que esta pueda gestionarse en esas zonas para evitar impactos adversos significativos en los EMV;*
- *Garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las poblaciones de peces de aguas profundas; y,*
- *Exigir a los buques de pesca de fondo que se alejen de una zona de alta mar en la que se produzcan encuentros "inesperados" con los EMV" (AGNU 2004).*

La lejanía y la extensión de las aguas de alta mar plantean verdaderos desafíos a la aplicación de la ley y, en general, a los enfoques de comando y control. Las alternativas a estos enfoques tienen menos posibilidades de éxito, dada la escasa coherencia social entre los actores mundiales que participan en la pesca en alta mar. Aun así, la Resolución 61/105 de la Asamblea General de las Naciones Unidas (UNGA 2006) sobre los EMV ha iniciado un proceso para abordar el problema e involucrando a las distintas partes interesadas en la protección de los ecosistemas marinos. Esta Resolución ha generado acciones posteriores, como la elaboración de nuevas políticas en materia de aplicación de la ley y la adopción de medidas en el ámbito de las OROP. Entre las principales brechas figuran aquellas deficiencias relacionadas con el diseño y las capacidades de las OROP y la voluntad política de los países para hacer cumplir la normativa. Si se aplica plenamente, la Resolución proporcionará una buena base para proteger los EMV de los efectos significativos adversos de la pesca de fondo y garantizará la sostenibilidad a largo plazo de las poblaciones de peces en aguas profundas.

Tabla 14.6: Resoluciones en materia de cooperación internacional

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	La identificación de EMV, junto con una efectiva exclusión de los buques pesqueros con aparejos de pesca utilizados en contacto con el fondo del mar, hace posible detener los daños futuros producidos en dichos ecosistemas a causa de la pesca.	Rogers y Gianni 2010
Independencia de la evaluación	La AGNU adopta anualmente resoluciones relacionadas con la pesca sostenible. Como parte de este proceso, tras la adopción de la Resolución 61/105 en 2006 (UNGA 2006), la AGNU llevó a cabo revisiones específicas sobre la aplicación de las disposiciones de dicha Resolución, así como de resoluciones posteriores, que abordaban los impactos de la pesca de fondo en los EMV y la sostenibilidad a largo plazo de las poblaciones de peces de aguas profundas en 2008, 2011, 2014 y 2016. Cada una de estas revisiones dio lugar a la adopción de disposiciones adicionales en las resoluciones 63/112, 66/68, 69/109 y 71/123 de la AGNU. Para 2020 está prevista una nueva revisión. En 2014 y 2016, las revisiones fueron precedidas por talleres informales de dos días de duración con múltiples partes interesadas. Adicionalmente, la pesca de fondo también se aborda en el contexto de la Conferencia de Revisión del Acuerdo de las Naciones Unidas sobre Poblaciones de Peces, que se celebró en 2006 y se reanudó en 2010 y 2016.	
Actores clave	Además de los Estados, la FAO y las OROP son los principales organismos implicados en la implementación de las disposiciones de la Resolución 61/105 y siguientes. En los debates sobre la aplicación de las resoluciones han participado representantes de estas organizaciones intergubernamentales, así como representantes de ONG medio ambientales, de la industria pesquera y del mundo académico.	
Línea de referencia	La Resolución se basó en los registros históricos del estado de las poblaciones y de los costos e ingresos de las plantas de procesamiento de pescado. Ambas fuentes son confiables para los últimos 15 años.	FAO (2009; FAO 2010)
Marco temporal	La FAO tardó dos años en desarrollar los criterios de identificación de los EMV y otros dos años para que algunas OROP identificaran sus EMV. La mayoría de las OROP identificaron dichos ecosistemas dentro del plazo establecido en la Resolución.	
Factores limitantes	La capacidad de algunas OROP para identificar los EMV y desarrollar medidas de protección es limitada, por ejemplo, en algunas partes de los océanos Pacífico e Índico.	
Factores facilitadores	La protección de la biodiversidad en alta mar forma parte del programa de la AGNU desde hace varios años, razón por la cual ha adoptado una serie de resoluciones previas (por ejemplo, la Resolución 59/25). La mejora de las tecnologías de vigilancia en aguas lejanas, al igual que los sistemas de vigilancia de buques y el seguimiento satelital, han hecho más viable la detección de la pesca ilegal. Las tecnologías de vídeo también permiten el seguimiento automatizado y menos costoso de las operaciones a bordo. El aumento del estudio científico de los hábitats de las profundidades marinas y el uso de observadores a bordo también parecen ser factores importantes.	UNGA 2004
Rentabilidad	No se dispone de información relacionada con este aspecto.	
Equidad	La Resolución afecta intereses nacionales y empresariales de forma tan amplia que hace posible la disposición de tecnología necesaria para la pesca en alta mar. Sin embargo, puede suponer una carga uniforme para países con diferente capacidad de cumplimiento.	
Beneficios derivados	Existe la posibilidad de mejorar las prácticas pesqueras más allá de los EMV; una colaboración más activa entre las OROP y otras autoridades (explotación de los fondos marinos, transporte marítimo y Convenio sobre la Biodiversidad) para coordinar los esfuerzos de conservación; y una mayor participación de expertos científicos en las OROP y en los organismos nacionales de evaluación y asesoramiento.	
Aspectos transfronterizos	La Resolución se aplica a múltiples jurisdicciones y se articula con otros esfuerzos internacionales, como las Áreas Marinas de importancia Ecológica o Biológica del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). A este respecto, el CDB y la FAO cooperan para armonizar los resultados de estos esfuerzos. La cooperación entre Canadá y Estados Unidos, donde los organismos federales de gestión de la pesca identifican los EMV o las Áreas Marinas de importancia Ecológica o Biológica (EBSA, por su sigla en inglés) que se extienden a lo largo de las fronteras nacionales, ilustra estos esfuerzos bilaterales. Los convenios sobre mares regionales también se dedican a identificar las EBSA transfronterizas y/o de alta mar y pueden considerarse una cuestión transfronteriza dentro de un esfuerzo multilateral.	
Posibles mejoras	La difusión de este tipo de políticas a nivel nacional sería importante, dado el papel de la Resolución como trampolín para unas negociaciones más significativas en el contexto del proceso de la Diversidad Biológica Marina de las Áreas Fuera de la Jurisdicción Nacional (BBNJ, por su sigla en inglés). El Secretario General, en su informe de 2016 (A/71/351), concluyó que "[e]n general, si bien se han tomado varias medidas, la aplicación de las resoluciones 64/72 y 66/68 a escala mundial sigue siendo desigual y se necesitan más esfuerzos (UNGA 2016). A menos que todas las partes interesadas adopten medidas oportunas, es probable que la sobrepesca de especies en aguas profundas continúe y que algunos EMV no estén adecuadamente protegidos de los impactos adversos significativos".	

14.3 Indicadores

Los estudios de caso analizados anteriormente permitieron comprender los desafíos y las oportunidades para el diseño y la implementación de políticas que respondieran a las principales amenazas contemporáneas de los océanos. Una mayor información puede ser obtenida examinando los indicadores sensibles a las políticas relacionadas con estas amenazas.

14.3.1 Indicador 1: Cobertura de áreas marinas protegidas

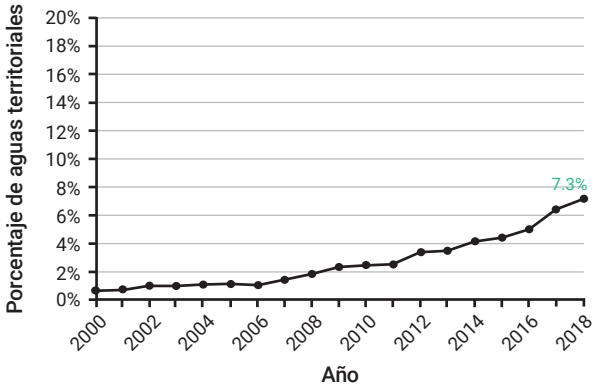
Las áreas marinas protegidas (AMP) se definen como "un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, a través de medios legales u otros medios efectivos, que busca lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza junto con los servicios ecosistémicos y los valores culturales asociados" (Dudley 2008). La cobertura de las AMP se calcula para cada país utilizando la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas, la cual es gestionada por el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (WCMC, por su sigla en inglés) del PNUMA y la UICN y se expresa como el porcentaje de AMP en aguas bajo jurisdicción nacional.

Las proyecciones actuales indican que el 7,3% de los océanos del mundo han sido designados como AMP (NEP-WCMC y IUCN 2018). Sala *et al.* (2018) sostienen que estas proyecciones están sobreestimadas, dado que incluyen áreas que aún deben excluir actividades extractivas significativas. Su proyección indica que la cobertura real de las AMP es del 3,6%, y que solo el 2% está siendo protegida de forma contundente o plena (Sala *et al.* 2018). En cualquier caso, aunque la cobertura de las AMP ha ido aumentando (**Figura 14.1**), se requieren esfuerzos adicionales para cumplir los objetivos internacionalmente acordados.

Relevancia de las políticas

Las AMP y otras herramientas de gestión basadas en áreas han sido promovidas a través de convenciones y acuerdos internacionales, incluido el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) e instrumentos políticos, como las resoluciones anuales de la AGNU y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)[2]. Las áreas protegidas también son esenciales para alcanzar las Metas 5 y 12 de Aichi y CDB, cuyo objetivo es prevenir o reducir el ritmo de pérdida de hábitats y especies, respectivamente. Además, dentro del marco de la Convención de Ramsar, algunas AMP costeras también están reconocidas como humedales de importancia internacional.

Figura 14.1: Cobertura de las áreas marinas protegidas



Fuente: UNEP-WCMC y IUCN (2018).

2 La Meta 2 y 11 de Aichi establecen que: "[p]ara 2020, al menos... el 10% de las zonas costeras y marinas, especialmente las zonas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservarán mediante... sistemas de áreas protegidas...". El ODS 14.5 establece: "[d]e aquí a 2020, conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales y el derecho internacional y sobre la base de la mejor información científica disponible".

Relación de causalidad

Las AMP son una herramienta clave de conservación y gestión, especialmente en el contexto de la biodiversidad y la pesca. Estas forman parte de enfoques basados en áreas, como la gestión integrada de zonas costeras y la planificación espacial marina. Las AMP tienen el potencial de hacer frente a varias presiones relacionadas con la biodiversidad marina, como la sobrepesca y la destrucción del hábitat. De igual forma, ayudan a proteger zonas de importancia ecológica y a garantizar la prestación de servicios ecosistémicos, como por ejemplo, pesca, protección de la costa, turismo y ocio (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2017), lo cual tiene importantes implicaciones para la salud y el bienestar humanos (Kareiva y Mavier 2012). Además, las AMP se han promovido cada vez más como estrategia para mejorar la resistencia de los ecosistemas al cambio climático (McLeod *et al.* 2009; Simard *et al.* 2016). En consecuencia, el indicador de las AMP aborda múltiples cuestiones identificadas en el Capítulo 7 de este informe, en particular las relacionadas con la pesca y el cambio climático. Dicho capítulo también recomienda que, en el caso del blanqueamiento de los corales, las naciones propietarias de los arrecifes deberían considerar la posibilidad de tomar medidas inmediatas (incluyendo el establecimiento de AMP) para proteger todo el hábitat conocido de los arrecifes de coral de cualquier uso que no sea de subsistencia (véase la Sección 7.5.2).

Otros factores de influencia

Se requieren esfuerzos nacionales y subnacionales para mejorar el diseño y la implementación de las AMP que permita garantizar el cumplimiento de los objetivos previstos. Los datos sugieren que muchos países aún no han superado retos clave como:

i. diseñar estratégicamente las AMP para maximizar los beneficios ambientales y socioeconómicos;
ii. preparar y aplicar planes de gestión adecuados;
iii. establecer marcos sólidos de supervisión y presentación de informes;
iv. garantizar el cumplimiento y la aplicación de las normas;
v. movilizar la financiación para permitir una gestión sostenible; e,
vi. integrar a las AMP con otro tipo de políticas con el fin de hacer frente a múltiples presiones (OECD 2017).

Advertencias

Las AMP varían en función de su objetivo de gestión, ya que abarcan desde las AMP centradas exclusivamente en la biodiversidad hasta las que incorporan el uso humano (Dudley 2008), por lo cual, su contribución a la consecución de los objetivos de conservación de los océanos puede variar. Además, la cobertura de las AMP por sí sola no indica que esas zonas se gestionen de forma eficaz y equitativa. Por ello, es fundamental desarrollar métodos para evaluar la eficacia de las AMP. Algunos ejemplos de estos métodos incluyen la iniciativa Efectividad de Manejo del Área Protegida Marina (PAME, por su sigla en inglés) y la Management Effectiveness Tracking Tool (Stolton *et al.* 2007; Anthony *et al.* 2015).

14.3.2 Indicador 2: Evaluación de la basura en las playas

Al ser relativamente sencillo y rentable el seguimiento en comparación con otras formas de desechos marinos (véase la Sección 7.5.3), las encuestas sobre desechos en las playas son un método de evaluación habitual (por ejemplo, Gabrielides *et al.* 1991; Madzena y Lasiak 1997; Willoughby *et al.* 1997; Velander y Mocogni 1999; Ballance, Ryan y Turpie 2000; Santos, Friedrich y Barretto 2005; Jayasiri et al. 2013; Hong *et al.* 2014; Munari *et al.*



2016; Williams *et al.* 2016; Botero *et al.* 2017; Brouwer *et al.* 2017; Nelms *et al.* 2017; Rangel-Buitrago *et al.* 2017; Syakti *et al.* 2017). El objetivo principal es evaluar las tendencias del volumen, la composición y la distribución espacial y temporal de los desechos marinos arrastrados a la costa o depositados en ella. El alcance del estudio se limita a lo que se define como playa, excluyendo las zonas poco profundas de llanura de marea que pueden tener muchos kilómetros de extensión en marea baja (Cheshire *et al.* 2009). Los criterios de selección del Plan de Acción para el Pacífico Noroccidental (NOWPAP, por su sigla en inglés) y del Convención para la Protección del Medio Marino del Atlántico Nordeste (OSPAR, por sus siglas en inglés) especifican que los lugares no deben estar cerca de ríos, puertos o radas (NOWPAP 2008; OSPAR 2007). Los residuos enterrados no suelen ser objeto de muestreo, pero pueden constituir una proporción considerable de los residuos de las playas.

Importancia de las políticas

Aunque la "densidad de residuos plásticos flotantes" fue elegida como uno de los indicadores de la Meta 14.1 de los ODS, que dispone: "[d]e aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la contaminación por nutrientes", muchos han argumentado que esta debería ser complementada con los desechos de las playas. Así, muchos de los convenios y los planes de acción sobre mares regionales han acordado que los desechos de las playas sean el principal indicador de los desechos marinos.

Diversos protocolos describen la estructura básica de la encuesta, el análisis de las unidades de muestreo, la frecuencia y el calendario de las encuestas, los sistemas utilizados para la clasificación de la basura y el marco de apoyo para la facilitación y la gestión de la logística. Los datos sobre la basura de las playas generados a través de esta metodología estandarizada pueden ser útiles para establecer y alcanzar objetivos políticos.

Relación de causalidad

La basura de las playas procede de varias fuentes, por tanto, los programas de limpieza de estas, así como los programas de vigilancia, tales como las campañas de Clean Up Australia y la Marine Conservation Society del Reino Unido, han definido "indicadores de elementos" para abordar las fuentes de la basura. Algunas playas indicarán mejor que otras las fuentes específicas de basura debido a su ubicación (playas remotas o playas urbanas que rastrean la contaminación procedente de los barcos o de las ciudades, respectivamente). Igualmente, muchos estudios dedicados a las encuestas en playas locales y a la recogida de basura proporcionan información sobre la basura y el turismo (UNEP/MAP 2015c). Sin embargo, las variaciones estacionales son habituales. Mientras que los usuarios de la playa fueron la principal fuente de desechos en verano, la basura en la temporada baja de turismo se atribuyó principalmente a los sistemas de drenaje y desagüe. Otras fuentes son la basura flotante arrastrada a la orilla, la urbanización costera, la basura transportada por el viento y los vertidos ilegales. Los cambios en las condiciones oceanográficas, como por ejemplo, las corrientes, así como las meteorológicas, como las tormentas, pueden afectar las cantidades de basura arrastradas a la playa.

Otros factores de influencia

Las ventajas de utilizar la basura de las playas como indicador incluyen la posibilidad de incluir la ciencia ciudadana, es decir, la participación de científicos no profesionales en un proyecto científico. Como la técnica es relativamente sencilla, los voluntarios pueden participar en la cuantificación y el seguimiento de la basura de playa estacional y específica del lugar (Rosevelt *et al.* 2013; van der Velde *et al.* 2017; Vincent *et al.* 2017). Además, las encuestas en las playas proporcionan un mecanismo para la educación y el fomento de la comprensión y la concienciación de la comunidad. Por ejemplo, la participación pública en las campañas de limpieza es fuerte en el Mar Mediterráneo. Diversas ONG de la región han realizado encuestas exhaustivas y periódicas sobre los desechos marinos en las playas, a menudo durante varios años (UNEP/MAP 2015c).

Advertencias

Se ha hecho hincapié en repetidas ocasiones en la necesidad de desarrollar y aplicar un protocolo estandarizado de muestreo de desechos marinos. Esta metodología permitiría cuantificar y comprender la cantidad de desechos en nuestros mares y océanos mediante estudios comparativos a largo plazo y a gran escala (Cheshire *et al.* 2009; Besley *et al.* 2017). La falta de normalización y compatibilidad entre los métodos utilizados y los resultados obtenidos en diversos proyectos de abajo hacia arriba ha dificultado la comparación de los datos de las distintas regiones y la realización de una evaluación global de la contaminación por desechos marinos en toda la región. Algunas regiones han adoptado recientemente un marco regional, como el Plan Regional de Gestión de Desechos Marinos en el Mediterráneo, para coordinar y armonizar el seguimiento. Más aún, ayudaría a hacer compatibles las categorías de notificación entre los distintos tipos de encuesta (playas, superficie del mar, fondo marino), de modo que los resultados sean comparables.

Sacar conclusiones sobre el aumento o la disminución general de la basura en las playas resulta difícil cuando se presenta un cambio anual de las variables, incluyendo el número de voluntarios que participan en las limpiezas de las playas. Más fundamentalmente, los estudios de las playas pueden no estar relacionados con la verdadera contaminación marina, ya que estos pueden verse afectados por el clima, así como por el hecho de que los desechos varados no necesariamente proporcionan un buen indicador de los cambios en la abundancia general (UNEP/MAP 2015c).

14.3.3 Indicador 3: Número de ecosistemas marinos vulnerables identificados por las organizaciones regionales de ordenación pesquera y cerrados a la pesca o protegidos de cualquier otra manera (1.000/934/934)

Este indicador mide el número de ecosistemas marinos que han sido identificados como vulnerables a los impactos de las actividades pesqueras y que están protegidos por las OROP Este indicador sirve de complemento a los indicadores del estado de las poblaciones, por ejemplo, hace referencia a los informes de la FAO sobre el Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura (SOFIA, por su sigla en inglés) de la FAO utilizados en el Capítulo 7. Esto se relaciona con un debate en la amplía literatura de las políticas sobre cómo proteger la biodiversidad. Aunque algunos enfoques prefieren la regulación sectorial, como la de la pesca, la minería o el transporte marítimo, otros (como el que subyace a este indicador) abogan por la protección completa de la biodiversidad y los hábitats frente a todas las amenazas, independientemente del sector. Los EMV se identifican mediante un proceso acordado internacionalmente que puede encontrarse en el Párrafo 42 de las Directrices internacionales para la Ordenación de las Pesquerías de Aguas Profundas en Alta Mar (FAO 2009) y conllevan una respuesta de gestión que suele estar integrada en el proceso de gestión de las OROP.

Relevancia de las políticas
Como se describe en las Secciones 14.2.5 y 14.2.6, el concepto de los EMV cobró importancia tras la Resolución 61/105 de la AGNU y se deriva del compromiso de Río+20 de mejorar las acciones en pro de su protección, tales como las evaluaciones de impacto; sin embargo, dicha protección se ha establecido más recientemente en el ODS 14 relacionado con los océanos, en particular en las Metas 14.2 y 14.4. La protección de los EMV también aparece en la Meta 6 de Aichi del CDB.

Relación de causalidad
La AGNU ha identificado una serie de hábitats marinos con características de ecosistemas vulnerables (**Figura 14.2**), entre los que se incluyen las lagunas costeras, los manglares, los estuarios, los humedales, las praderas de pastos marinos y los arrecifes de coral, pero también zonas más alejadas de la costa y que a veces se encuentran fuera de la jurisdicción nacional, como las zonas de desove y cría, los corales de aguas frías, los montes submarinos, varios elementos asociados a las regiones polares, los respiraderos hidrotérmicos, las fosas marinas, los cañones submarinos y las dorsales oceánicas (UNGA 2004). Acá nos centramos en la identificación y protección de los EMV por parte de las OROP, mostrando las áreas de cobertura mediante mapas, ya que no se dispone de cifras.

Las OROP están obligadas a proteger los EMV desde 2008, con requisitos específicos establecidos en las Resoluciones 59/25, 61/105 y 64/72 de la AGNU.

La protección de los EMV suele consistir en la prohibición o restricción de la pesca de arrastre de fondo de estos ecosistemas, la cual consiste en que los buques arrastren redes a lo largo o cerca del fondo del mar. Esta se considera especialmente destructiva porque es indiscriminada, ya que incluye considerables capturas accesorias más allá de las especies objetivo y opera en la misma parte de la columna de agua que muchas de las especies más vulnerables y gran parte del hábitat oceánico. Se espera que las OROP ayuden a identificar los EMV dentro de sus áreas de regulación, las cuales a menudo se encuentran por fuera de las zonas de jurisdicción nacional y que los protegen contra las prácticas destructivas.

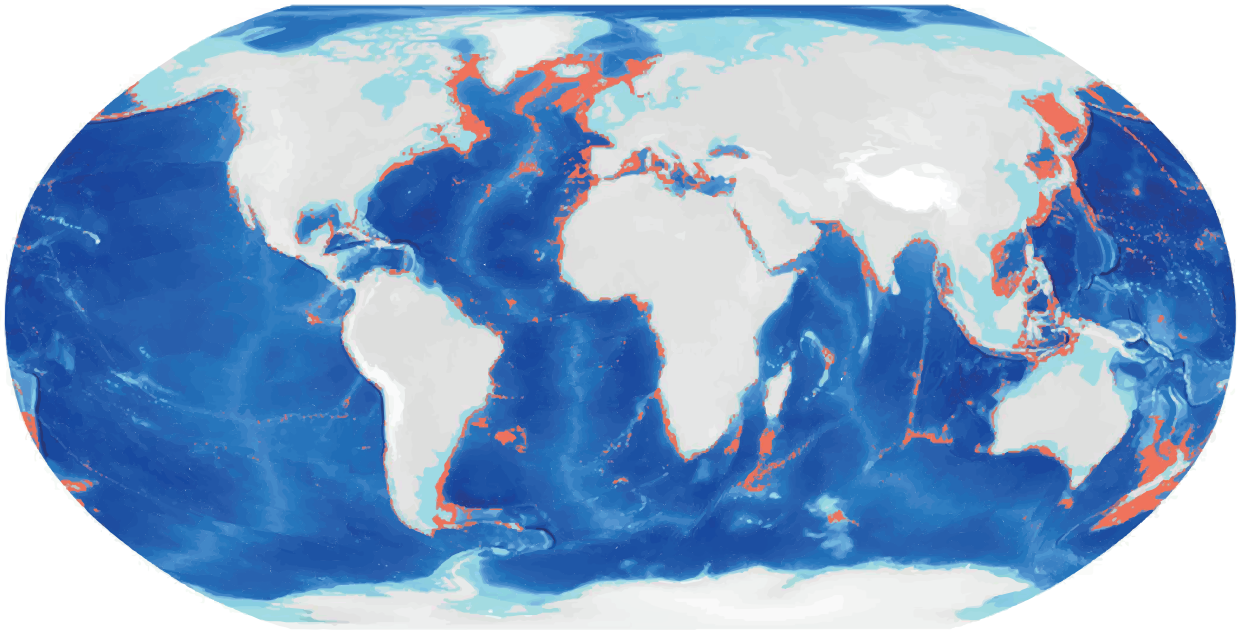
Otros factores de influencia
A pesar de la adopción temprana, la implementación de las OROP ha sido variable. Aunque las OROP de reciente creación, como la OROP del Pacífico Sur y el Acuerdo de Pesca del Océano


Shutterstock/vlad dragon

Índico Meridional (SIOFA, por su sigla en inglés), ampliaron la zona marina más allá de la jurisdicción nacional con sujeción a oportunidades de regulación, es posible que todavía no proporcionen una evaluación adecuada de las poblaciones y dejen algunos EMV abiertos a la pesca de arrastre de fondo, a menos que las evaluaciones de impacto ambiental (véase la Sección 11.3.2) pongan de manifiesto la necesidad de nuevas restricciones (Currie 2016). Otras OROP, como la Comisión de Pesquerías del Atlántico Nordeste (CPANE), la Organización de Pesquerías del Atlántico Noroeste (NAFO) y la Organización de Pesquerías del Atlántico Sudeste (SEAFO), han cerrado zonas importantes que probablemente contienen EMV, y la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCRVMA) ha prohibido la pesca de arrastre de fondo en algunas zonas. La NAFO ha identificado 20 zonas vulnerables a la pesca de arrastre de fondo, procediendo a su posterior cierre y las ha cerrado (**Figura 14.3**). La Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) se ha quedado rezagada frente a otras OROP en el cumplimiento de estas obligaciones. Las medidas de la CGPM para proteger los EMV se limitan a tres zonas restringidas a las pesquerías (FRA, por su sigla en inglés) y a la prohibición de la pesca de arrastre por debajo de los 1.000 metros. La mayoría de los EMV del Mediterráneo están, por tanto, totalmente desprotegidos (Oceana 2016).

Advertencias
Prohibir las prácticas pesqueras destructivas en los EMV puede no garantizar su conservación. Las redes de arrastre perdidas, la basura marina, la acidificación de los océanos y la eutrofización pueden afectar a los EMV, incluso aun estando protegidos de las prácticas pesqueras destructivas. Además, el hecho de basarse en los EMV protegidos como indicador puede hacer que no se tengan en cuenta otros EMV que aún no se encuentran protegidos,

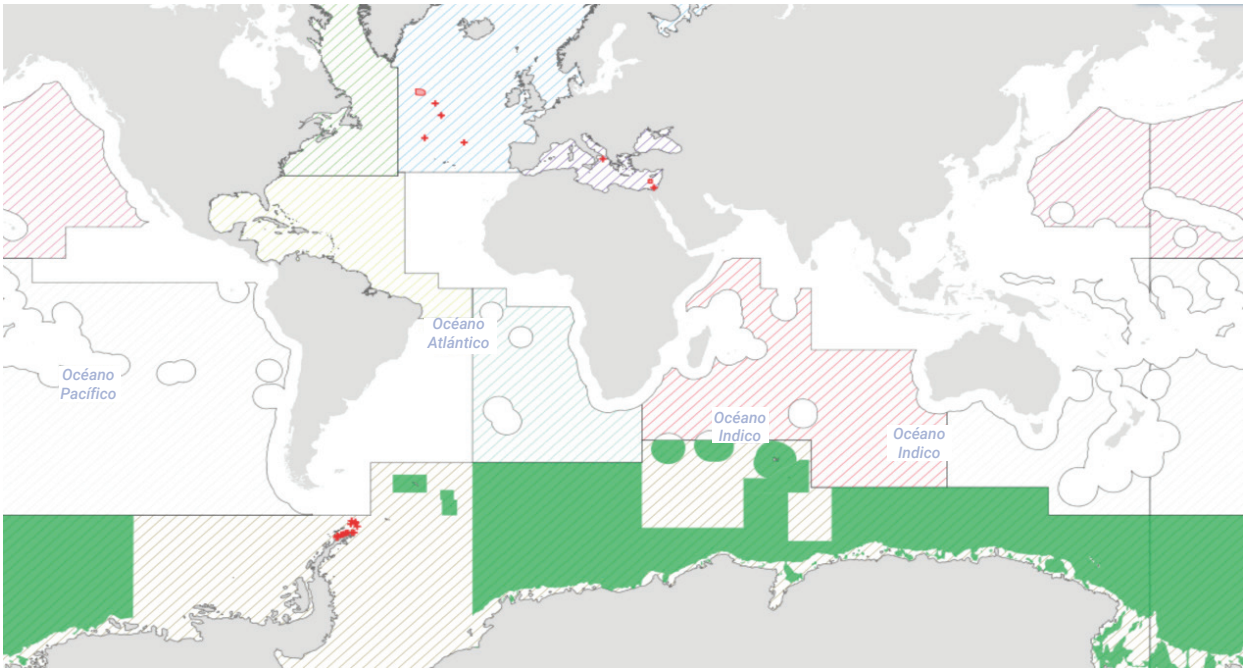
Figura 14.2: Zonas pronosticadas de ecosistemas marinos vulnerables en aguas profundas



Nota: Las áreas en rojo ilustran la extensión de la pesca de arrastre de fondo en aguas profundas (>200m) prevista a partir de los modelos de idoneidad de hábitat publicados y los mapas binarios de presencia pronosticada.

Fuente: Pham *et al.* 2014.

Figura 14.3: La pesca de arrastre de fondo y los EMV cerrados (2006 a 2016)



Nota: Las zonas de color verde son zonas de pesca de fondo y las zonas de color rojo son zonas de EMV cerradas. Las zonas sombreadas en diagonal representan las áreas de regulación de los principales organismos regionales de pesca.

Fuente: FAO (2017).

pero que son importantes. Sin embargo, en comparación con los ecosistemas terrestres, los datos sobre la biodiversidad marina siguen siendo limitados (Martin *et al.* 2015). La Lista Roja de Ecosistemas de la UICN (UICN 2017) constituye un intento de terceros por catalogar los ecosistemas, incluidos los marinos, considerados como los más vulnerables. Así, el objetivo es conseguir la evaluación de todos los ecosistemas antes de 2025. Con lo cual, este y otros indicadores deben ser desarrollados.

14.4 Debate y conclusiones

En respuesta a los impactos del cambio climático, la contaminación y la sobrepesca en el océano se han utilizado diversos enfoques de gobernanza e instrumentos políticos, que han alcanzado diferentes niveles de éxito. Por ejemplo, mientras que la MBR solo ha tenido un impacto limitado a la hora de minimizar la decoloración del coral en la GBC, las CIT revirtieron el estado de deterioro de muchas poblaciones de peces importantes y garantizaron la viabilidad financiera del sector de la transformación en la Columbia Británica.

Los casos examinados en este capítulo aportan ideas útiles sobre el diseño y la aplicación de las políticas. Por ejemplo, el éxito del TURF de abulón chileno se debe a la significativa participación de la comunidad en el desarrollo y la aplicación de una serie de acuerdos de gestión. En el caso del Plan Regional sobre la Gestión de los Desechos Marinos en el Mediterráneo, la colaboración de las partes interesadas para reducir el consumo de plástico ha sido un componente clave de este. Sin embargo, solo se incluyeron más partes interesadas en el proceso de los EMV tras la adopción de la Resolución de la AGNU. La mayoría de los casos tienen en común la participación de las partes interesadas, incluidos los usuarios de los recursos, las empresas, los expertos, las ONG medio ambientales y los gobiernos, en algún momento del proceso político.

Otra característica común a la mayoría de los casos fue el uso de información de referencia. Por ejemplo, una evaluación exhaustiva de la amenaza que supone el cambio climático para el MBR sirvió de base para la iniciativa de gestión de residuos; una evaluación de la situación de los desechos marinos en el Mediterráneo se utilizó como base para el desarrollo del Plan Regional; y los registros históricos del estado de las poblaciones y de los costos e ingresos de explotación de las plantas sirvieron de apoyo para el establecimiento de las CIT en la Columbia Británica. Además de orientar el diseño de las políticas, las líneas de base establecen las condiciones previas con las que se puede medir el progreso hacia la consecución de los objetivos deseados y se pueden realizar intervenciones adicionales para mejorar la aplicación. Por ejemplo, en el caso de la Resolución 61/105 de la AGNU relativa a los EMV, se adoptaron disposiciones adicionales (en la Resolución 64/72) para mejorar la implementación una vez reconocido que la adopción no avanzaba con la suficiente rapidez. A pesar de su importancia, la información de referencia no siempre es fiable ni está disponible; aunque esto no debería impedir las intervenciones políticas. En el caso del TURF de abulón chileno, los datos de referencia existentes eran escasos y *ad hoc.* Los TURF se establecieron a partir del conocimiento común de los graves niveles de agotamiento de las poblaciones y de los intentos fallidos de controlar la extensa pesca ilegal mediante el uso de las CIT.

Otra idea importante de los estudios de caso es que la eficacia de las políticas depende del contexto. Es decir, es más probable que una política resulte eficaz cuando existen condiciones favorables, entre las que se incluyen el liderazgo, la experiencia, la financiación y el apoyo de las partes interesadas. Por ejemplo, el relativo éxito de la aplicación de la Resolución 61/105 de la AGNU en el Atlántico Norte está asociado al apoyo científico existente y a una fuerte capacidad de vigilancia y aplicación. Por el contrario, las condiciones para la aplicación de la Resolución 61/105 de la AGNU aún no se han desarrollado en algunas partes de los océanos Pacífico e Índico. Una sólida capacidad de gobernanza ha sido clave para el éxito de la aplicación de la CIT. Además, las intervenciones de políticas deben adaptarse a las circunstancias en las que se aplican. Por ejemplo, el éxito de las TURF de abulón en Chile se atribuye a la adaptación de las disposiciones de gestión según las características geográficas y comunitarias.

Por último, es evidente la falta de consideración explícita de las políticas y los indicadores examinados en relación con la salud y el bienestar humano. Por ejemplo, el establecimiento de AMP que puedan restringir los derechos de acceso de las poblaciones costeras tradicionales puede tener impactos negativos en su sustento, seguridad alimentaria y salud. Del mismo modo, el impacto de unos océanos cada vez más cálidos puede dar lugar a floraciones de fitoplancton más frecuentes, algunas de las cuales están relacionadas con la intoxicación con mariscos y peces y con las condiciones que favorecen los brotes de cólera (Cinner *et al.* 2016). Estas y otras implicaciones para la salud y el bienestar deben tenerse en cuenta como parte de las políticas oceánicas, si se quiere alcanzar el objetivo de un "planeta sano, personas sanas".

Referencias

Abbott, K.W., Keohane, R.O., Moravcsik, A., Slaughter, A.M. y Snidal, D. (2000). The concept of legalization. *International organization* 54(3), 401-419. https://doi.org/10.1162/002081800551271.

Aburto, J.A., Stotz, W.B. y Cundill, G. (2014). Social-ecological collapse: TURF governance in the context of highly variable resources in Chile. *Ecology and Society* 19(1). https://doi.org/10.5751/ES-06145-190102.

Aceves-Bueno, E., Cornejo-Donoso, J., Miller, S.J. y Gaines, S.D. (2017). Are territorial use

rights in fisheries (TURFs) sufficiently large? *Marine Policy* 78, 189-195. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.01.024.

Afflerbach, J.C., Lester, S.E., Dougherty, D.T. y Poon, S.E. (2014). A global survey of "TURF-reserves", Territorial use rights for fisheries coupled with marine reserves. *Global Ecology and Conservation* 2, 97-106. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.08.001.

Ainsworth, C.H., Pitcher, T.J., Heymans, J.J. y Vasconcellos, M. (2008). Reconstructing historical marine ecosystems using food web models: Northern British Columbia from pre-European contact to present. *Ecological Modelling* 216(3-4), 354-368. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.05.005.

Al-Abdulrazzak, D., Galland, G.R., McClenachan, L. y Hocevar, J. (2017). Opportunities for improving global marine conservation through multilateral treaties. *Marine Policy* 86, 247-252. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.09.036.

Andreu-Cazenave, M., Subida, M.D. y Fernandez, M. (2017). Correction: Exploitation rates of two benthic resources across management regimes in central Chile: Evidence of illegal fishing in artisanal fisheries operating in open access areas. *PLoS One* 13(1), e0191166. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180012.

Anthony, K., Marshall, P.A., Abdulla, A., Beeden, R., Bergh, C., Black, R. *et al.* (2015). Operationalizing resilience for adaptive coral reef management under global environmental change. *Global Change Biology* 21(1), 48-61. https://doi.org/10.1111/gcb.12700.

Anthony, K.R.N. (2016). Coral reefs under climate change and ocean acidification: challenges and opportunities for management and policy. *Annual Review of Environment and Resources* 41, 59-81. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085610.

Arnason, R. (1993). The Icelandic individual transferable quota system: A descriptive account. *Marina Resource Economics* 8(3), 201-218. https://doi.org/10.1086/mre.8.3.42629066.

Ballance, A., Ryan, P.G. y Turpie, J.K. (2000). How much is a clean beach worth? The impact of litter on beach users in the Cape Peninsula, South Africa. *South African Journal of Science* 96(5), 210-230. https://journals.co.za/content/sajsci/96/5/AJA00382353_8975.

Ban, N.C., Maxwell, S.M., Dunn, D.C., Hobday, A.J., Bax, N.J., Ardron, J. *et al.* (2014). Better integration of sectoral planning and management approaches for the interlinked ecology of the open oceans. *Marine Policy* 49, 127-136. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.11.024.

Barner, A.K., Lubchenco, J., Costello, C., Gaines, S.D., Leland, A., Jenks, B. *et al.* (2015). Solutions for recovering and sustaining the bounty of the ocean: Combining fishery reforms, rights-based fisheries management, and marine reserves. *Oceanography* 28(2), 252-263. https://doi.org/10.5670/oceanog.2015.51.

Bertolotti, M.I., Baltar, F., Gualdoni, P., Pagani, A. y Rotta, L. (2016). Individual transferable quotas in Argentina: Policy and performance. *Marine Policy* 71, 132-137. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.05.024.

Besley, A., Vijver, M.G., Behrens, P. y Bosker, T. (2017). A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *Marine Pollution Bulletin* 114(1), 77-83. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.055.

Bigagli, E. (2016). The international legal framework for the management of the global oceans social-ecological system. *Marine Policy* 68, 155-164. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.03.005.

Biggs, D., Amar, F., Valdebenito, A. y Gelcich, S. (2016). Potential synergies between nature-based tourism and sustainable use of marine resources: Insights from dive tourism in territorial user rights for fisheries in Chile. *PLoS One* 11(3), e0148862. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148862.

Blomquist, J. y Waldo, S. (2018). Scrapping programmes and ITQs: Labour market outcomes and spill-over effects on non-targeted fisheries in Sweden. *Marine Policy* 88, 41-47. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.004.

Botero, C.M., Anfuso, G., Milanes, C., Cabrera, A., Casas, G., Pranzini, E. *et al.* (2017). Litter assessment on 99 Cuban beaches: A baseline to identify sources of pollution and impacts for tourism and recreation. *Marine Pollution Bulletin* 118(1-2), 437-441. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.061.

Branch, T.A. (2006). Discards and revenues in multispecies groundfish trawl fisheries managed by trip limits on the US west coast and by ITQs in British Columbia. *Bulletin of Marine Science* 78(3), 669-689. https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2006/00000078/00000003/art00016#.

Branch, T.A. (2009). How do individual transferable quotas affect marine ecosystems? *Fish and Fisheries* 10(1), 39-57. https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00294.x.

Bromley, D.W. (2009). Abdicating responsibility: The deceits of fisheries policy. *Fisheries* 34(6), 280-290. https://doi.org/10.1577/1548-8446-34.6.280.

Brouwer, R., Hadzhiyska, D., Ioakeimidis, C. y Ouderdorp, H. (2017). The social costs of marine litter along European coasts. *Ocean & Coastal Management* 138, 38-49. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.011.

Campani, T., Baini, M., Giannetti, M., Cancelli, F., Mancusi, C., Serena, F. *et al.* (2013). Presence of plastic debris in loggerhead turtle stranded along the Tuscany coasts of the Pelagos Sanctuary for Mediterranean marine mammals (Italy). *Marine Pollution Bulletin* 74(1), 225-230. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.06.053.

Casey, K.E., Dewees, C.M., Turris, B.R. y Wilen, J.E. (1995). The effects of individual vessel quotas in the British Columbia halibut fishery. *Marine Resource Economics* 10(3), 211-230. https://doi.org/10.1086/mre.10.3.42629588.

Castilla, J.C. (1995). The sustainability of natural renewable resources as viewed by an ecologist and exemplified the fishery of the Mollusc *Concholepas concholepas* in Chile. En *Defining and Measuring Sustainability: The Biogeophysical Foundations.* Munasinghe, M. y Shearer, W. (eds.). Washington, D.C: World Bank. 153-159. http://documents.worldbank.org/curated/en/328001468764998700/pdf/multi0page.pdf

Castilla, J.C., Espinosa, J., Yamashiro, C., Melo, O. y Gelcich, S. (2016). Telecoupling between catch, farming, and international trade for the gastropods Concholepas concholepas (loco) and Haliotis spp. (abalone). *Journal of Shellfish Research* 35(2), 499-506. https://doi.org/10.2983/035.035.0223.

Castilla, J.C. y Fernandez, M. (1998). Small-scale benthic fisheries in Chile: On co-management and sustainable use of benthic invertebrates. *Ecological Applications* 8(sp1), S124-S132. https://doi.org/10.1890/1051-0761(1998)8[S124:SBFICO]2.0.CO;2.

Chambers, C. y Kokorsch, M. (2017). The social dimension in icelandic fisheries governance. *Coastal Management* 45(4), 330-337. https://doi.org/10.1080/08920753.2017.1327346.

Charles, A.T. (2002). Use rights and responsible fisheries: Limiting access and harvesting through rights-based management. En *A Fishery Manager's Guidebook - Management Measures and Their Application.* Cochrane, K.L. (ed.). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. chapter 6. 131-158. http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/004/y3427e/y3427e06.pdf

Chauvin, C. y Le Bouar, G. (2007). Occupational injury in the French sea fishing industry: A comparative study between the 1980s and today. *Accident Analysis & Prevention* 39(1), 79-85. https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.06.006.

Cheshire, A.C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S. *et al.* (2009). *UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/13604/rsrs186.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Christy, F.T. (1992). *Territorial Use Rights in Marine Fisheries: Definitions and Conditions.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/003/t0507e/t0507e00.htm.

Chu, C. (2009). Thirty years later: The global growth of ITQs and their influence on stock status in marine fisheries. *Fish and Fisheries* 10(2), 217-230. https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00313.x.

Cinner, J.E., Pratchett, M.S., Graham, N.A.J., Messmer, V., Fuentes, M.M.P.B., Ainsworth, T. *et al.* (2016). A framework for understanding climate change impacts on coral reef social–ecological systems. *Regional Environmental Change* 16(4), 1133–1146. https://doi.org/10.1007/s10113-015-0832-z.

Coad, L., Leverington, F., Knights, K., Geldmann, J., Eassom, A., Kapos, V. *et al.* (2015). Measuring impact of protected area management interventions: Current and future use of the global database of protected area management effectiveness. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370(1681). https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0281.

Commonwealth of Australia (2016). *Climate Change Adaptation Good Practice, Case Study: The Great Barrier Reef Climate Change Action Plan 2007-2012.* Canberra. https://www.nccarf.edu.au/localgov/sites/nccarf.edu.au.localgov/files/casestudies/pdf/Case%20Study_The%20Great%20Barrier%20Reef%20Climate%20Change%20Action%20Plan%202007_2012.pdf.

Coral Triangle Initiative Secretariat (2009). *Regional Plan of Action.* Coral Triangle Initiative on Coral Reefs, Fisheries and Food Security. https://www.environment.gov.au/system/files/pages/f072279b-828c-4743-b08e-c039270aa7b2/files/cti-rpoa.pdf.

Costello, C., Gaines, S.D. y Lynham, J. (2008). Can catch shares prevent fisheries collapse? *Science* 321(5896), 1678-1681. https://doi.org/10.1126/science.1159478.

Costello, C. y Kaffine, D. (2017). Private conservation in TURF-managed fisheries. *Natural Resource Modeling* 30(1), 30-51. https://doi.org/10.1111/nrm.12103.

Costello, C., Lynham, J., Lester, S.E. y Gaines, S.D. (2010). Economic incentives and global fisheries sustainability. *Annual Review of Resource Economics* 2(September), 299–318. https://doi.org/10.1146/annurev.resource.012809.103923.

Council of Australian Governments (2007). *National Climate Change Adaptation Framework.* Canberra: Council of Australian Governments. https://www.nccarf.edu.au/sites/default/files/Australian-Government-2007a.pdf.

Crona, B., Gelcich, S. y Bodin, Ö. (2017). The importance of interplay between leadership and social capital in shaping outcomes of rights-based fisheries governance. *World Development* 91, 70-83. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.10.006.

Crona, B.I., Basurto, X., Squires, D., Gelcich, S., Daw, T.M., Khan, A. *et al.* (2016). Towards a typology of interactions between small-scale fisheries and global seafood trade. *Marine Policy* 65, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.11.016.

Crona, B.I., Van Holt, T., Petersson, M., Daw, T.M. y Buchary, E. (2015). Using social–ecological syndromes to understand impacts of international seafood trade on small-scale fisheries. *Global Environmental Change* 35, 162-175. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.07.006.

Currie, D. (2016). Opportunities and challenges in further addressing the impacts of bottom fisheries on vulnerable marine ecosystems and long-term sustainability of deep-sea fish stocks. *Workshop to Discuss Implementation of Paragraphs 113, 117 and 119 to 124 of Resolution 64/72 and Paragraphs 121, 126, 129, 130 and 132 to 134 of Resolution 66/68 on Sustainable Fisheries, Addressing the Impacts of Bottom Fishing on Vulnerable Marine Ecosystems and the Long-Term Sustainability of Deep-Sea Fish Stocks*. United Nations Headquarters, 1-2 August 2016. http://www.un.org/depts/los/reference_files/Presentations/PPT/Segment5/DC.pdf

Day, J. (2016). The great barrier reef marine park: The grandfather of modern MPAs. En *Big, Bold and Blue: Lessons from Australia's Marine Protected Areas.* Fitzsimons, J. y Wescott, G. (eds.). Clayton: CSIRO Publishing. chapter 5. 65-97. https://www.researchgate.net/profile/Jon_Day/publication/304677045_The_Great_Barrier_Reef_Marine_Park_-_the_grandfather_of_modern_MPAs/links/578722ee08aec5c2e4e2fcba/The-Great-Barrier-Reef-Marine-Park-the-grandfather-of-modern-MPAs.pdf?origin=publication_detail

de Juan, S., Gelcich, S., Ospina-Alvarez, A., Perez-Matus, A. y Fernandez, M. (2015). Applying an ecosystem service approach to unravel links between ecosystems and society in the coast of central Chile. *Science of the Total Environment* 533, 122-132. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.094.

Defeo, O. y Castilla, J.C. (2005). More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 15(3), 265-283. https://doi.org/10.1007/s11160-005-4865-0.

Defeo, O., Castrejón, M., Pérez-Castañeda, R., Castilla, J.C., Gutiérrez, N.L., Essington, T.E. *et al.* (2016). Co-management in Latin American small-scale shellfisheries: Assessment from long-term case studies. *Fish and Fisheries* 17(1), 176-192. https://doi.org/10.1111/faf.12101.

Dewees, C.M. (1998). Effects of individual quota systems on New Zealand and British Columbia fisheries. *Ecological Applications* 8(sp1), 133-138. https://doi.org/10.2307/2641371.

Dolan, A.H., Taylor, M., Neis, B., Ommer, R., Eyles, J., Schneider, D. *et al.* (2005). Restructuring and health in Canadian coastal communities. *EcoHealth* 2(3), 195-208. https://doi.org/10.1007/s10393-005-6333-7.

Dudley, N. (ed.) (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland: International Union for Conservation of Nature. https://cmsdata.iucn.org/downloads/guidelines_for_applying_protected_area_management_categories.pdf.

Earth Justice (2015). *Traditional use rights in fisheries in Chile: area-based management and conservation of benthic resources: Smithsonian ocean portal.* https://earthjustice.org/blog/2015-october/earthjustice-and-the-smithsonian-team-up-to-enhance-ocean-conservation-efforts (Consultado: 25 de septiembre.

Edinger, T. y Baek, J. (2015). The role of property rights in bycatch reduction: Evidence from the British Columbia groundfish fishery. *Fisheries Research* 168, 100-104. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.04.001.

Edwards, D.N. y Edwards, D.G. (2017). Licence Banks as a tool to mitigate corporate control of fisheries: A British Columbia groundfish example. *Marine Policy* 80, 141-146. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.11.006.

Emery, T.J., Gardner, C., Hartmann, K. y Cartwright, I. (2017). Incorporating economics into fisheries management frameworks in Australia *Marine Policy* 77, 136-143. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.12.018.

Emery, T.J., Hartmann, K., Green, B.S., Gardner, C. y Tisdell, J. (2014). Fishing for revenue: How leasing quota can be hazardous to your health. *ICES Journal of Marine Science* 71(7), 1854-1865. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu019.

Englender, D., Kirschey, J., Stöfen, A. y Zink, A. (2014). Cooperation and compliance control in areas beyond national jurisdiction. *Marine Policy* 49, 186-194. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.11.022.
European Commission (2017). *Our Ocean Seas and Coasts*. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/index_en.htm.

European Parliament and European Council (2008). *Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a Framework for Community Action in the Field of Marine Environmental Policy (Marine Strategy Framework Directive)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0056&from=EN.

Fernández, M. y Castilla, J.C. (2005). Marine conservation in Chile: Historical perspective, lessons, and challenges. *Conservation Biology* 19(6), 1752-1762. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00277.x.

Fidelman, P.I.J., Leitch, A.M. y Nelson, D.R. (2013). Unpacking multilevel adaptation to climate change in the Great Barrier Reef, Australia. *Global Environmental Change* 23(4), 800-812. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.016.

Fisheries and Oceans Canada (2017). *Groundfish, Pacific Region 2017: Integrated Fisheries Management Plan Summary.* Ottawa: Fisheries and Oceans Canada. http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/mplans/2017/ground-fond-sm-2017-eng.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2005). *Fisheries Laws and Regulations in the Mediterranean: A Comparative Study.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-y5880e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). *International Guidelines for the Management of Deep-Sea Fisheries in the High Seas.* Rome. http://www.fao.org/docrep/011/i0816t/i0816t00.HTM.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *Report of the FAO Workshop on the Implementation of the International Guidelines for the Management of Deep-sea Fisheries in the High Seas: Challenges and Ways Forward.* Rome. http://www.fao.org/docrep/014/i2135e/i2135e00.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to Food Security and Nutrition for All.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). *Vulnerable marine ecosystems database.* http://www.fao.org/in-action/vulnerable-marine-ecosystems/vme-database/en/vme.html.

Frangoudes, K. y Bellanger, M. (2017). Fishers' opinions on marketization of property rights and the quota system in France. *Marine Policy* 80, 107-112. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.01.010.

Gabrielides, G.P., Golik, A., Loizides, L., Marino, M.G., Bingel, F. y Torregrossa, M.V. (1991). Man- made garbage pollution on the Mediterranean coastline. *Marine Pollution Bulletin* 23, 437-441. https://doi.org/10.1016/0025-326X(91)90713-3.

Galgani, F., Claro, F., Depledge, M. y Fossi, C. (2014). Monitoring the impact of litter in large vertebrates in the Mediterranean Sea within the European Marine Strategy Framework Directive (MSFD): Constraints, specificities and recommendations. *Marine Environmental Research* 100, 3-9. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.02.003.

Galgani, F., Jaunet, S., Campillo, A., Guenegen, X. y His, E. (1995). Distribution and abundance of debris on the continental shelf of the north-western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 30(11), 713–717. https://doi.org/10.1016/0025-326X(95)00055-R.

Garavelli, L., Colas, F., Verley, P., Kaplan, D.M., Yannicelli, B. y Lett, C. (2016). Influence of biological factors on connectivity patterns for Concholepas concholepas (loco) in Chile. *PLoS One* 11(1), e0146418. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146418.

Garavelli, L., Kaplan, D.M., Colas, F., Stotz, W., Yannicelli, B. y Lett, C. (2014). Identifying appropriate spatial scales for marine conservation and management using a larval dispersal model: the case of Concholepas concholepas (loco) in Chile. *Progress in Oceanography* 124, 42-53. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.03.011.

Gelcich, S., Cinner, J., Donlan, C.J., Tapia-Lewin, S., Godoy, N. y Castilla, J.C. (2017). Fishers' perceptions on the Chilean coastal TURF system after two decades: Problems, benefits, and emerging needs. *Bulletin of Marine Science* 93(1), 53-67. https://doi.org/10.5343/bms.2015.1082.

Gelcich, S. y Donlan, C.J. (2015). Incentivizing biodiversity conservation in artisanal fishing communities through territorial user rights and business model innovation. *Conservation Biology* 29(4), 1076-1085. https://doi.org/10.1111/cobi.12477.

Gelcich, S., Godoy, N., Prado, L. y Castilla, J.C. (2008). Add-on conservation benefits of marine territorial user rights fishery policies in central Chile. *Ecological Applications* 18(1), 273-281. https://doi.org/10.1890/06-1896.1.

Gelcich, S., Peralta, L., Donlan, C.J., Godoy, N., Ortiz, V., Tapia-Lewin, S. *et al.* (2015). Alternative strategies for scaling up marine coastal biodiversity conservation in Chile. *Maritime Studies* 1(4), 1–13. https://doi.org/10.1186/s40152-015-0022-0.

Giacaman-Smith, J., Neira, S. y Arancibia, H. (2016). Community structure and trophic interactions in a coastal management and exploitation area for benthic resources in central Chile. *Ocean & Coastal Management* 119, 155-163. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.10.003.

Gibbs, M.T. (2010). Why ITQs on target species are inefficient at achieving ecosystem based fisheries management outcomes. *Marine Policy* 34(3), 708-709. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.09.005.

Gibson, D. y Sumaila, U.R. (2017). Determining the degree of 'small-scaleness' using fisheries in British Columbia as an example. *Marine Policy* 86, 121-126. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.09.015.

González, J., Stotz, W., Garrido, J., Orensanz, J.M., Parma, A.M., Tapia, C. *et al.* (2006). The Chilean TURF system: How is it performing in the case of the loco fishery? *Bulletin of Marine Science* 78(3), 499-527. https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2006/00000078/00000003/art00007#.

Great Barrier Reef Marine Park Authority (2007). *Great Barrier Reef Climate Change Action Plan 2007-2012.* Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority. http://www.gbrmpa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/4493/climate-change-action-plan-2007-2012.pdf.

Great Barrier Reef Marine Park Authority (2009). *Great Barrier Reef Outlook Report 2009.* Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority. http://elibrary.gbrmpa.gov.au/jspui/bitstream/11017/199/1/Great-Barrier-Reef-Outlook-Report-2009.pdf.

Great Barrier Reef Marine Park Authority (2012). *Climate Change Adaptation: Outcomes from the Great Barrier Reef Climate Change Action Plan 2007–2012.* Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority. http://elibrary.gbrmpa.gov.au/jspui/bitstream/11017/1139/1/Climate%20Change%20Adaptation.pdf.

Great Barrier Reef Marine Park Authority (2014). *Great Barrier Reef Outlook Report 2014.* Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority. http://elibrary.gbrmpa.gov.au/jspui/bitstream/11017/2855/1/GBR%20Outlook%20Report%202014_Web280714.pdf.

Gutiérrez, N.L., Hilborn, R. y Defeo, O. (2011). Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature* 470, 386-389. https://doi.org/10.1038/nature09689.

Hannesson, R. (2013). Norway's experience with ITQs. *Marine Policy* 37, 264-269. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.05.008.

Hannesson, R. (2017). Return on capital and management reforms in Norway's fisheries. *Land* 93(4), 710-720. https://doi.org/10.3368/le.93.4.710.

Hauck, M. y Gallardo-Fernández, G.L. (2013). Crises in the South African abalone and Chilean loco fisheries: Shared challenges and prospects. *Maritime Studies* 12(3). https://doi.org/10.1186/2212-03/12/9790.

Håvold, J.I. (2010). Safety culture aboard fishing vessels. *Safety Science* 48(8), 1054-1061. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.11.004.

Hoefnagel, E. y de Vos, B. (2017). Social and economic consequences of 40 years of Dutch quota management. *Marine Policy* 80, 81-87. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.09.019.

Hong, S., Lee, J., Kang, D., Choi, H.W. y Ko, S.H. (2014). Quantities, composition, and sources of beach debris in Korea from the results of nationwide monitoring. *Marine Pollution Bulletin* 84(1-2), 27-34. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.051.

Hoshino, E., Pascoe, S., Hutton, T., Kompas, T. y Yamazaki, S. (2017). Estimating maximum economic yield in multispecies fisheries: A review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 28(2), 261–276. https://doi.org/10.1007/s11160-017-9508-8.

Høst, J. (2015). *Market-Based Fisheries Management: Private Fish and Captains of Finance.* MARE Publication Series: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9783319164311.

Hughes, T.P., Kerry, J.T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J.G., Anderson, K.D., Baird, A.H. *et al.* (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature* 543(7645), 373-377. https://doi.org/10.1038/nature21707.

Ianson, D. y Flostrand, L. (2010). *Ecosystem Status and Trends Report: Coastal Waters off the West Coast of Vancouver Island, British Columbia.* Canadian Science Advisory Secretariat. http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/mpo-dfo/Fs70-5-2010-046.pdf.

International Union for Conservation of Nature (2017). *Red list of ecosystems*. https://www.iucn.org/theme/ecosystem-management/our-work/red-list-ecosystems.

Jayasiri, H.B., Purushothaman, C.S. y Vennila, A. (2013). Plastic litter accumulation on high-water strandline of urban beaches in Mumbai, India. *Environmental Monitoring and Assessment* 185(9), 7709-7719. https://doi.org/10.1007/s10661-013-3129-z.

Johnson, J.E. y Marshall, P.A. (2007). *Climate Change and The Great Barrier Reef: A Vulnerability Assessment.* Great Barrier Reef Marine Park Authority. http://elibrary.gbrmpa.gov.au/jspui/bitstream/11017/3033/1/Johnson_Marshall_2007_CC_and_GBR_Vulnerability_Assessment.pdf.

Kareiva, P. y Marvier, M. (2012). What is conservation science? *BioScience* 62(11), 962–969. https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.11.5.

Keller, B.D., Gleason, D.F., McLeod, E., Woodley, C.M., Airamé, S., Causey, B.D. *et al.* (2009). Climate change, coral reef ecosystems, and management options for marine protected areas. *Environmental Management* 44(6), 1069-1088. https://doi.org/10.1007/s00267-009-9346-0.

Keohane, R.O. y Nye, J.S. (1977). *Power and Interdependence: World Politics in Transition.* Boston, MA: Little, Brown. http://www.worldcat.org/title/power-and-interdependence-world-politics-in-transition/oclc/2748258.

Keohane, R.O. y Victor, D.G. (2011). The regime complex for climate change. *Perspectives on Politics* 9(1), 7-23. https://doi.org/10.1017/S1537592710004068.

Safi, M. (2017). The tides they are a changin': Resources, regulation, and resilience in an Icelandic coastal community. *Journal of Rural and Community Development* 12(2-3), 59-73. http://journals.brandonu.ca/jrcd/article/view/1400/320.

Koolman, J., Mose, B., Stanley, R.D., Trager, D., Heifetz, J., DiCosimo, J. *et al.* (2007). Developing an integrated commercial groundfish strategy for British Columbia: Insights gained about participatory management. En *Biology, assessment, and management of North Pacific rockfishes.* Heifetz, J., DiCosimo, J., Gharrett, A.J., Love, M.S., O'Connell, V.M. y Stanley, R.D. (eds.). Fairbanks: University of Alaska. 353-366. https://seagrant.uaf.edu/bookstore/ssl/checkout2.php?step=1&bypass=TRUE&id=11251

Le Cornu, E., Doerr, A.N., Finkbeiner, E.M., Gourlie, D. y Crowder, L.B. (2017). Spatial management in small-scale fisheries: A potential approach for climate change adaptation in Pacific Islands. *Marine Policy* 88, 350-358. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.09.030.

Legambiente ONLUS (2017). Stop plastic bags in the Mediterranean Area. Our Oceans, Our Future: Partnering for the Implementation of Sustainable Development Goal 14. New York: United Nations. 5-9 June. https://oceanconference.un.org/commitments/?id=15599.

Levin, L.A., Mengerink, K., Gjerde, K.M., Rowden, A.A., Van Dover, C.L., Clark, M.R. *et al.* (2016). Defining "serious harm" to the marine environment in the context of deep-seabed mining. *Marine Policy* 74, 245-259. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.09.032.

Li, W.C., Tse, H.F. y Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment* 566, 333-349. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084.

Liu, O.R., Thomas, L.R., Clemence, M., Fujita, R., Kritzer, J.P., McDonald, G. *et al.* (2016). An evaluation of harvest control methods for fishery management. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* 24(3), 244-263. https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1161002.

Loot, G., Aldana, M. y Navarrete, S.A. (2005). Effects of human exclusion on parasitism in intertidal food webs of central Chile. *Conservation Biology* 19(1), 203-212. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00396.x

Lucas, D.L., Kincl, L.D., Bovbjerg, V.E. y Lincoln, J.M. (2014). Application of a translational research model to assess the progress of occupational safety research in the international commercial fishing industry. *Safety Science* 64, 71-81. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.11.023.

Mace, P.M., Sullivan, K.J. y Cryer, M. (2014). The evolution of New Zealand's fisheries science and management systems under ITQs. *ICES Journal of Marine Science* 71(2), 204-215. https://doi.org/10.1093/icesjms/fst159.

Madzena, A. y Lasiak, T. (1997). Spatial and temporal variations in beach litter on the Transkei coast of South Africa. *Marine Pollution Bulletin* 34(11), 900-907. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(97)00052-0.

Marshall, P. y Schuttenberg, H. (2006). Adapting coral reef management in the face of climate change. En *Coral reefs and climate change: Science and management.* Phinney, J.T., Hoegh-Guldberg, O., Kleypas, J., Skirving, W. y Strong, A. (eds.). Washington D.C.: American Geophysical Union. chapter 12. 223-241. https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/61CE13

Martin, C.S., Tolley, M.J., Farmer, E., McOwen, C.J., Geffert, J.L., Scharlemann, J.P.W. *et al.* (2015). A global map to aid the identification and screening of critical habitat for marine industries. *Marina Policy* 53, 45-53. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.11.007.

Matulich, S.C., Mittelhammer, R.C. y Reberte, C. (1996). Toward a more complete model of individual transferable fishing quotas: Implications of incorporating the processing sector. *Journal of Environmental Economics and Management* 31(1), 112-128. https://doi.org/10.1006/jeem.1996.0035.

McLeod, E., Salm, R., Green, A. y Almany, J. (2009). Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(7), 362-370. https://doi.org/10.1890/070211.

Meltzoff, S.K., Lichtensztajn, Y.G. y Stotz, W. (2002). Competing visions for marine tenure and co-management: genesis of a marine management area system in Chile. *Coastal Management* 30(1), 85-99. https://doi.org/10.1080/08920750252692634.

Merayo, E., Nielsen, R., Hoff, A. y Nielsen, M. (2018). Are individual transferable quotas an adequate solution to overfishing and overcapacity? Evidence from Danish fisheries. *Marine Policy* 87, 167-176. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.032.

Morrison T. y Hughes T. (2016). *Policy Information Brief 1: Climate Change and the Great Barrier Reef.* Gold Coast: National Climate Change Adaptation Research Facility. https://www.nccarf.edu.au/synthesis/policy-information-brief-1-climate-change-and-great-barrier-reef.

Munari, C., Corbau, C., Simeoni, U. y Mistri, M. (2016). Marine litter on Mediterranean shores: Analysis of composition, spatial distribution and sources in north-western Adriatic beaches. *Waste Management* 49, 483-490. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.12.010.

Nelms, S.E., Coombes, C., Foster, L.C., Galloway, T.S., Godley, B.J., Lindeque, P.K. *et al.* (2017). Marine anthropogenic litter on British beaches: A 10-year nationwide assessment using citizen science data. *Science of the Total Environment* 579, 1399-1409. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.137.

Nomura, K.J., Kaplan, D.M., Beckensteiner, J. y Scheld, A.M. (2017). Comparative analysis of factors influencing spatial distributions of marine protected areas and territorial use rights for fisheries in Japan. *Marine Policy* 82, 59-67. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.005.

Northwest Pacific Action Plan (2008). *NOWPAP Regional Action Plan on Marine Litter.* Northwest Pacific Action Plan https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/mcbem-2014-03/other/mcbem-2014-03-130-en.pdf.

Obura, D. y Grimsditch, G. (2009). *Coral Reefs, Climate Change and Resilience: An Agenda for Action from the IUCN World Conservation Congress in Barcelona, Spain.* Gland: International Union for the Conservation of Nature. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-022.pdf.

Ocean Conservancy (2017). *Together for Our Ocean: International Coastal Cleanup 2017 Report.* https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2017/06/International-Coastal-Cleanup_2017-Report.pdf.

Oceana (2016). *VME Protection: What is Needed? 40th Session of the General Fisheries Commission for the Mediterranean.* Madrid. https://eu.oceana.org/sites/default/files/factsheet_gfcm_vme_eng.pdf.

Organization for Economic Co-operation and Development (2017). *Marine Protected Areas: Economics, Management and Effective Policy Mixes.* Paris. http://www.oecd.org/env/marine-protected-areas-9789264276208-en.htm.

OSPAR Commission (2010). *Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area.* London: OSPAR Commission. https://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf.

Ostrom, E. (2002). Managing resources in the global commons. *Journal of Business Administration and Policy Analysis* 30-31, 401-413. https://ostromworkshop.indiana.edu/library/node/49853.

Oyanedel, R., Keim, A., Castilla, J.C. y Gelcich, S. (2018). Illegal fishing and territorial user rights in Chile. *Conservation Biology* 32(3). https://doi.org/10.1111/cobi.13048.

Oyanedel, R., Macy Humberstone, J., Shattenkirk, K., Rodriguez Van-Dyck, S., Joye Moyer, K., Poon, S. *et al.* (2017). A decision support tool for designing TURF-reserves. *Bulletin of Marine Science* 93(1), 155-172. https://doi.org/10.5343/bms.2015.1095.

Pasquini, G., Ronchi, F., Strafella, P., Scarcella, G. y Fortibuoni, T. (2016). Seabed litter composition, distribution and sources in the Northern and Central Adriatic Sea (Mediterranean). *Waste Management* 58, 41-51. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.038.

Pfeiffer, L. y Gratz, T. (2016). The effect of rights-based fisheries management on risk taking and fishing safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(10), 2615-2620. https://doi.org/10.1073/pnas.1509456113.

Pham, C.K., Diogo, H., Menezes, G., Porteiro, F., Braga-Henriques, A., Vandeperre, F. *et al.* (2014). Deep-water longline fishing has reduced impact on vulnerable marine ecosystems. *Scientific reports* 4(4837). https://doi.org/10.1038/srep04837.

Pinkerton, E. y Edwards, D.N. (2009). The elephant in the room: The hidden costs of leasing individual transferable fishing quotas. *Marine Policy* 33(4), 707-713. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.02.004.

Pinkerton, E.W. (2013). Alternatives to ITQs in equity-efficiency-effectiveness trade-offs: How the lay-up system spread effort in the BC Halibut Fishery. *Marine Policy* 42, 5-13. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.01.010.

Pinkerton, E.W. (2017). Hegemony and resistance: Disturbing patterns and hopeful signs in the impact of neoliberal policies on small-scale fisheries around the world. *Marine Policy* 80, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.11.012.

Pintassilgo, P. y Duarte, C.C. (2000). The new-member problem in the cooperative management of high seas fisheries. *Marine Resource Economics* 15(4), 361-378. https://doi.org/10.1086/mre.15.4.42629331.

Porcelli, A.M. (2017). Comparing bonding capital in New England groundfish and scallop fisheries: differing effects of privatization. *Marine Policy* 84, 244-250. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.07.023.

Rangel-Buitrago, N., Williams, A., Anfuso, G., Arias, M. y Gracia, A. (2017). Magnitudes, sources, and management of beach litter along the Atlantico department coastline, Caribbean coast of Colombia. *Ocean & Coastal Management* 138, 142-157. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.021.

Rech, S., Macaya-Caquilpán, V., Pantoja, J.F., Rivadeneira, M.M., Madariaga, D.J. y Thiel, M. (2014).

Rivers as a source of marine litter–a study from the SE Pacific. *Marine Pollution Bulletin* 82(1-2), 66-75. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.03.019.

Reyes, F.E. (1986). ¿ Que pasó con el loco? Crónica de un colapso anunciado. *Revista Chile Pesquero*, 36. http://www.cipmachile.com/web/200.75.6.169/RAD/1986/2_Reyes.pdf.

Rice, J.C. (2004). The British Columbia rockfish trawl fishery. En *Report and Documentation of the International Workshop on the Implementation of International Fisheries Instruments and Factors of Unsustainability and Overexploitation in Fisheries.* Swan, J. y Greboval, D. (eds.). Rome: Alimentación

and Agriculture Organization of the United Nations. 161-187. http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/y5242e/y5242e01c.pdf

Richards, L.J. (1994). Trip limits, catch, and effort in the British Columbia rockfish trawl fishery. *North American Journal of Fisheries Management* 14(4), 742-750. https://doi.org/10.1577/1548-8675(1994)014<0742:TLCAEI>2.3.CO;2.

Rogers, A.D. y Gianni, M. (2010). *The Implementation of UNGA Resolutions 61/105 and 64/72 in the Management of Deep-Sea Fisheries on the High Seas: A Report Prepared for the Deep-Sea Conservation Coalition* London: International Programme on the State of the Ocean. http://www.savethehighseas.org/publicdocs/61105-Implemention-finalreport.pdf.

Rosas, J., Dresdner, J., Chávez, C. y Quiroga, M. (2014). Effect of social networks on the economic performance of TURFs: The case of the artisanal fishermen organizations in Southern Chile. *Ocean & Coastal Management* 88, 43-52. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.11.012.

Rosevelt, C., Los Huertos, M., Garza, C. y Nevins, H.M. (2013). Marine debris in central California: Quantifying type and abundance of beach litter in Monterey Bay, CA. *Marine Pollution Bulletin* 71(1-2), 299-306. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.015.

Ruano-Chamorro, C., Subida, M.D. y Fernández, M. (2017). Fishers' perception: An alternative source of information to assess the data-poor benthic small-scale artisanal fisheries of central Chile. *Ocean & Coastal Management* 146, 67-76. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.06.007.

Sala, E., Lubchenco, J., Grorud-Colvert, K., Novelli, C., Roberts, C. y Sumaila, U.R. (2018). Assessing real progress towards effective ocean protection. *Marine Policy* 91(1), 11-13. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.004.

Santis, O. y Chávez, C. (2015). Quota compliance in TURFs: An experimental analysis on complementarities of formal and informal enforcement with changes in abundance. *Ecological Economics* 120, 440-450. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.017.

Santoro, C.M., Gayo, E.M., Carter, C., Standen, V., Castro, V., Valenzuela, D. *et al.* (2017). Loco or no loco? Holocene climatic fluctuations, human demography and community base management of coastal resources in northern Chile. *Frontiers in Earth Science* 5 (October), 474–416. https://doi.org/10.3389/feart.2017.00077.

Santos, I.R., Friedrich, A.C. y Barretto, F.P. (2005). Overseas garbage pollution on beaches of northeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 50(7), 783-786. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.04.044.

Saunders, F.P., Gallardo-Fernández, G.L., Van Tuyen, T., Raemaekers, S., Marciniak, B. y Plá, R.D. (2016). Transformation of small-scale fisheries—critical transdisciplinary challenges and possibilities. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 20, 26-31. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.04.005.

Selig, E.R., Kleisner, K.M., Ahoobim, O., Arocha, F., Cruz-Trinidad, A., Fujita, R. *et al.* (2016). A typology of fisheries management tools: Using experience to catalyse greater success. *Fish and Fisheries* 18(3), 543–570. https://doi.org/10.1111/faf.12192.

Simard, F., Laffoley, D. y Baxter, J.M. (eds.) (2016). *Marine Protected Areas and Climate Change: Adaptation and Mitigation Synergies, Opportunities and Challenges.* Gland: International Union for Conservation of Nature. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-067.pdf.

Stage, J., Christiernsson, A. y Söderholm, P. (2016). The economics of the Swedish individual transferable quota system: Experiences and policy implications. *Marine Policy* 66, 15-20. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.01.001.

Stainsby, J. (1994). " It's the Smell of Money": Women shoreworkers of British Columbia. *BC Studies: The British Columbian Quarterly* 103, 59-81. https://doi.org/10.14288/bcs.v0i103.931.

Steer, M. y Besley, M. (2016). The licence amalgamation scheme: Taming South Australia's complex multi-species, multi-gear marine scalefish fishery. *Fisheries Research* 183, 625–633. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.05.008.

Stefatos, A., Charalampakis, M., Papatheodorou, G. y Ferentinos, G. (1999). Marine debris on the seafloor of the Mediterranean Sea: Examples from two enclosed gulfs in Western Greece. *Marine Pollution Bulletin* 38(5), 389-393. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(98)00141-6.

Stolton, S., Hockings, M., Dudley, N., MacKinnon, K., Whitten, T. y Leverington, F. (2007). *Management Effectiveness Tracking Tool: Reporting Progress at Protected Area Sites.* Gland: WWF International http://assets.panda.org/downloads/mett2_final_version_july_2007.pdf.

Sumaila, U.R. (2010). A cautionary note on individual transferable quotas. *Ecology and Society* 15(3). https://doi.org/10.5751/ES-03391-150336.

Syakti, A.D., Bouhroum, R., Hidayati, N.V., Koenawan, C.J., Boulkamh, A., Sulistyo, I. *et al.* (2017). Beach macro-litter monitoring and floating microplastic in a coastal area of Indonesia. *Marine Pollution Bulletin* 122(1-2), 217-225. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.046.

Tam, J., Chan, K.M.A., Satterfield, T., Singh, G.G. y Gelcich, S. (2018). Gone fishing? Intergenerational cultural shifts can undermine common property co-managed fisheries. *Marine Policy* 90, 1-5. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.01.025.

Thøgersen, T., Eigaard, O.R., Fitzpatrick, M., Mardle, S., Andersen, J.L. y Haraldsson, G. (2015). Economic gains from introducing international ITQs—The case of the Mackerel and Herring fisheries in the Northeast Atlantic. *Marine Policy* 59, 85-93. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.05.002.

Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R. y Raga, J.A. (2002). Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, Caretta caretta, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 44(3), 211-216. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00236-3.

Turris, B.R. (2000). A comparison of British Columbia's ITQ fisheries for groundfish trawl and sablefish: Similar results from programmes with differing objectives, designs and processes. En *Use of Property Rights in Fisheries Management.* Shotton, R. (ed.). Fremantle, Western Austraria: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 254-261. http://www.fao.org/3/a-x7579e.pdf

Unger, A. y Harrison, N. (2016). Fisheries as a source of marine debris on beaches in the United Kingdom. *Marine Pollution Bulletin* 107(1), 52-58. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.024.

United Nations, General Assembly (2004). *Oceans and the Law of the Sea: Report of the Secretary-General – Addendum.* A/59/62/Add.1. http://www.un.org/Docs/journal/asp/ws.asp?m=A/59/62/Add.1.

United Nations, General Assembly (2006). *61/105. Sustainable Fisheries, including through the 1995 Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks, and related instruments.* A/RES/61/105. http://undocs.org/A/RES/61/105

United Nations, General Assembly (2016). *Actions taken by States and Regional Fisheries Management* Organizations and Arrangements in response to Paragraphs 113, 117 and 119 to 124 of General Assembly Resolution 64/72 and paragraphs 121, 126, 129, 130 and 132 to 134 of General Assembly resolution 66/68 on Sustainable Fisheries, addressing the Impacts of Bottom Fishing on Vulnerable Marine Ecosystems and the Long-term Sustainability of Deep-sea Fish Stocks:

United Nations Environment Programme (2016). *Implementing the Marine Litter Regional Plan in the Mediterranean.* United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/6072/16ig22_28_22_10_eng.pdf?sequence=1.

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre and International Union for Conservation of Nature (2018). *Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA)* https://www.protectedplanet.net/.

United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (2013). *Regional Plan on Marine Litter in the Mediterranean.* Athens: United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan. https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/mcbem-2014-03/other/mcbem-2014-03-120-en.pdf.

United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (2014). Mid-term evaluation of SAP/NAP implementation. *Meeting of MED POL Focal Points on LBS NAP update*. Athens, Greece, 26-28 March 2014. https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/45678/retrieve

United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (2015a). 1st report of the informal online Working Group on marine litter. *Meeting of the Integrated Monitoring Correspondence Group*. Athens, Greece, 30 March - 1 April 2015. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17302/15wg411_inf10_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (2015b). Approaches to estimating the costs for the Regional Plans/ legally binding measures adopted by the Contracting Parties. *Regional Meeting on Applying Methodology for Programmes of Measures and Economic Analysis in the NAP Update*. Athens, Greece, 11-13 May 2015. http://web.unep.org/unepmap/726869

United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (2015c). *Marine Litter Assessment in the Mediterranean*. https://wedocs.unep.org/rest/bitstreams/9739/retrieve.

United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (2016). *Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria*. Athens: United Nations Environment Programme - Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP). https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10576/IMAP_Publication_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

University of British Columbia (2017). *Canada's pacific groundfish trawl fishery: Ecosystem conflicts*. The University of British Columbia http://cases.open.ubc.ca/canada-pacific-groundfish-trawl/ (Accessed: 20 February 2018).

van der Velde, T., Milton, D.A., Lawson, T.J., Wilcox, C., Lansdell, M., Davis, G. *et al.* (2017). Comparison of marine debris data collected by researchers and citizen scientists: Is citizen science data worth the effort? *Biological conservation* 208, 127-138. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.025.

Van Holt, T. (2012). Landscape influences on fisher success: Adaptation strategies in closed and open access fisheries in southern Chile. *Ecology and Society* 17(1), 28. https://doi.org/10.5751/ES-04608-170128.

van Hoof, L. (2013). Design or pragmatic evolution: Applying ITQs in EU fisheries management. *ICES Journal of Marine Science* 70(2), 462-470. https://doi.org/10.1093/icesjms/fss189.

Van Oppen, M.J.H., Gates, R.D., Blackall, L.L., Cantin, N., Chakravarti, L.J., Chan, W.Y. *et al.* (2017). Shifting paradigms in restoration of the world's coral reefs. *Global Change Biology* 23(9), 3437-3448. https://doi.org/10.1111/gcb.13647

van Oppen, M.J.H., Oliver, J.K., Putnam, H.M. y Gates, R.D. (2015). Building coral reef resilience through assisted evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(8), 2307-2313. https://doi.org/10.1073/pnas.1422301112.

Velander, K. y Mocogni, M. (1999). Beach litter sampling strategies: Is there a 'best' method? *Marina Pollution Bulletin* 38(12), 1134-1140. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00143-5.

Villanueva-Poot, R., Seijo, J.C., Headley, M., Arce, A.M., Sosa-Cordero, E. y Lluch-Cota, D.B. (2017). Distributional performance of a territorial use rights and co-managed small-scale fishery. *Fisheries Research* 194, 135-145. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.06.005.

Vincent, A., Drag, N., Lyandres, O., Neville, S. y Hoellein, T. (2017). Citizen science datasets reveal drivers of spatial and temporal variation for anthropogenic litter on Great Lakes beaches. *Science of the Total Environment* 577, 105-112. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.113.

Waldo, S., Berndt, K., Hammarlund, C., Lindegren, M., Nilsson, A. y Persson, A. (2013). Swedish coastal herring fisheries in the wake of an ITQ system. *Marine Policy* 38, 321-324. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.06.008.

Waldo, S. y Paulrud, A. (2012). ITQs in Swedish demersal fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 70(1), 68-77. https://doi.org/10.1093/icesjms/fss141.

Wallace, S., Turris, B., Driscoll, J., Bodtker, K., Mose, B. y Munro, G. (2015). Canada's Pacific groundfish trawl habitat agreement: A global first in an ecosystem approach to bottom trawl impacts. *Marine Policy* 60, 240-248. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.06.028.

Wiff, R., Quiroz, J.C., Neira, S., Gacitúa, S. y Barrientos, M.A. (2016). Chilean fishing law, maximum sustainable yield, and the stock recruitment relationship. *Latin American Journal of Aquatic Research* 44(2), 380-391. https://doi.org10.3856/vol44-issue2-fulltext-19.

Wilen, J.E., Cancino, J. y Uchida, H. (2012). The economics of territorial use rights fisheries, or TURFs. *Review of Environmental Economics and Policy* 6(2), 237-257. https://doi.org/10.1093/reep/res012.

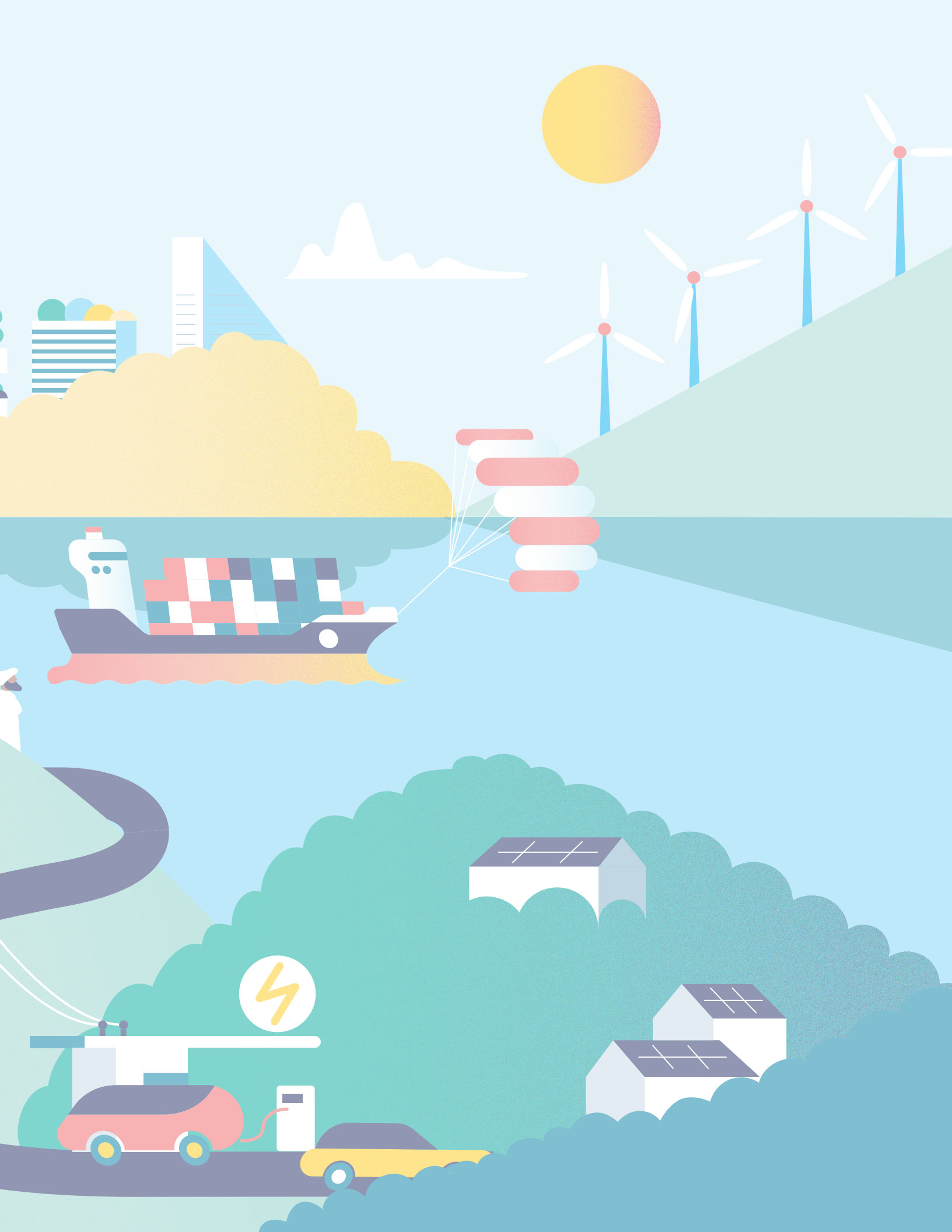
Williams, A.T., Randerson, P., Di Giacomo, C., Anfuso, G., Macias, A. y Perales, J.A. (2016). Distribution of beach litter along the coastline of Cádiz, Spain. *Marine Pollution Bulletin* 107(1), 77-87. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.015.

Willoughby, N.G., Sangkoyo, H. y Lakaseru, B.O. (1997). Beach litter: An increasing and changing problem for Indonesia. *Marine Pollution Bulletin* 34(6), 469-478. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(96)00141-5.

Windle, M.J.S., Neis, B., Bornstein, S., Binkley, M. y Navarro, P. (2008). Fishing occupational health and safety: A comparison of regulatory regimes and safety outcomes in six countries. *Marine Policy* 32(4), 701-710. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2007.12.003.

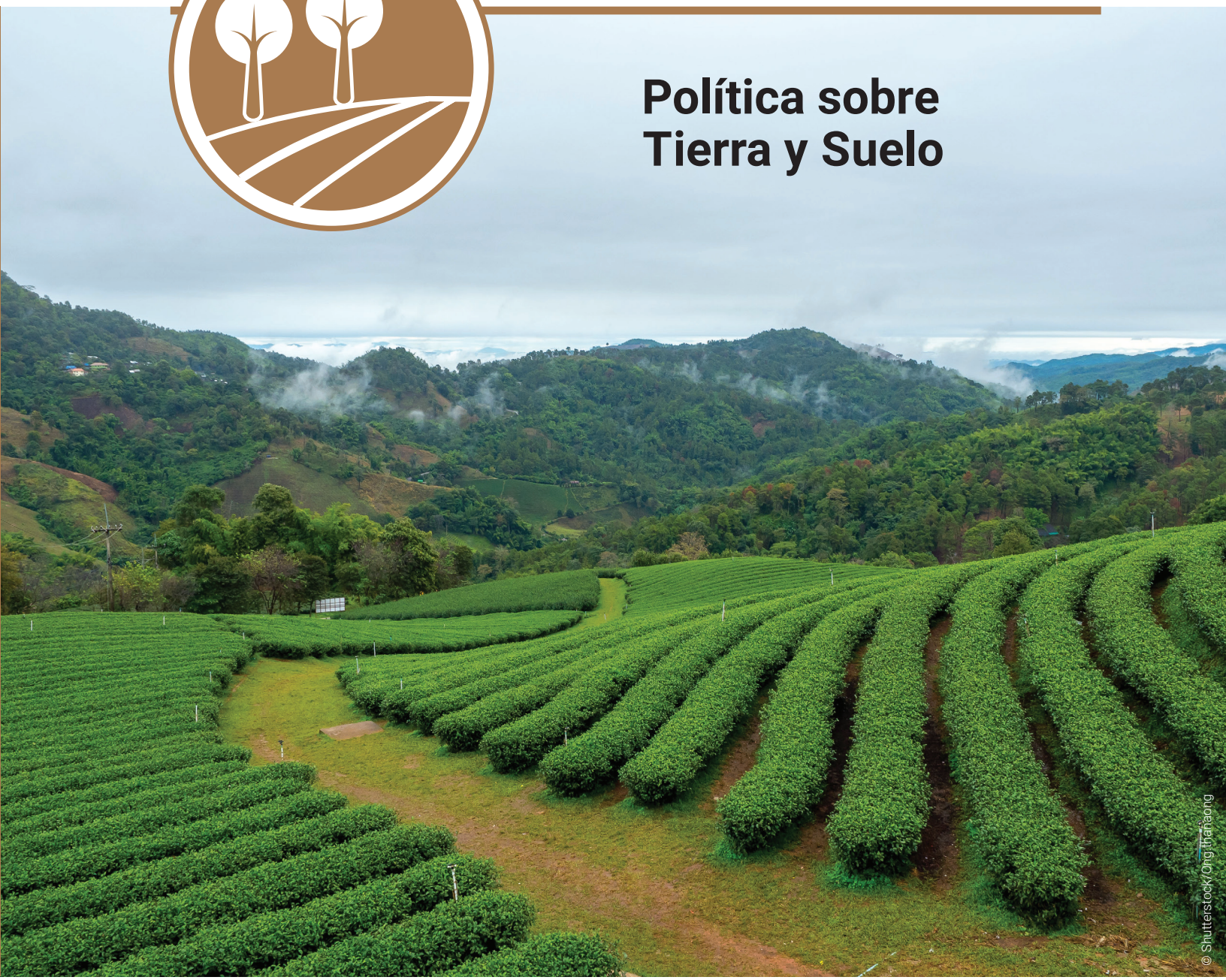
Yoshino, K. (2017). TURFs in the post-quake recovery: Case studies in Sanriku fishing communities, Japan. *Marine Policy* 86, 47-55. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.029.

Zúñiga, S., Ramírez, P. y Valdebenito, M. (2008). Situación socioeconómica de las áreas de manejo en la región de Coquimbo, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research* 36(1), 63-81. https://doi.org/10.3856/vol36-issue1-fulltext-5.



Capítulo 15

Política sobre Tierra y Suelo



© Shutterstock/Ongthanaong

Autores coordinadores principales: Klaus Jacob (Freie universität Berlin), Peter King (Institute for Global Environmental Strategies), Diana Mangalagiu (University of Oxford and Neoma Business School)

Autores principales: Pandi Zdruli (Mediterranean Agronomic Institute of Bari [CIHEAM-Bari]), Katharina Helming (Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research [ZALF], Andrew Onwuemele (Nigerian Institute of Social and Economic Research [NISER]), Leila Zamani (Department of Environment of the Islamic Republic of Iran)

Asistentes GEO: Darshini Ravindranath (University College London), Hung Vo (Harvard University)

Resumen ejecutivo

15

Las políticas de protección de la tierra difieren entre regiones y países, y oscilan entre aquellas que son apenas existentes y las que están bien definidas *(establecido, pero incompleto).* Sin embargo, su implementación enfrenta muchas deficiencias. A menudo, las políticas nacionales que abordan el desarrollo socioeconómico, por ejemplo, los incentivos económicos para el desarrollo agrícola, bioenergético y urbano, han debido enfrentar los grandes efectos secundarios producidos por la degradación de la tierra. Mientras el crecimiento económico no se desligue de la degradación medio ambiental, el uso y la gestión sostenible de la tierra requieren marcos políticos que integren mejor la gobernanza de su gestión en todos los sectores, especialmente, en los países en desarrollo. Este capítulo analiza la eficacia de las políticas y los enfoques políticos que abordan las dinámicas sobre la calidad de la tierra en cinco estudios de caso con diferentes contextos socioeconómicos y físicos y con diferentes enfoques de gestión. La intención es formular mensajes para los responsables de las políticas y de la toma de decisiones a la hora de abordar cuestiones complejas relacionadas con la tierra en un contexto de intereses contrapuestos y de escasez de recursos. {15.4}

Es probable que la degradación de la tierra se agrave mientras no se establezcan marcos de políticas eficaces enfocadas hacia la gestión de ésta y del suelo a nivel nacional e internacional (*establecido, pero incompleto*). El comercio mundial y las adquisiciones de tierras, incluido su acaparamiento, tienen consecuencias directas en los medios de subsistencia de la población local y en los mercados internacionales de comercio de alimentos. {15.1, 15.2}

La degradación de la tierra y la falta de medidas políticas pueden acelerar la migración en algunas regiones (*bien establecido*). La Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) señala que "para 2050, se calcula que 4.000 millones de personas vivirán en las tierras secas y, hasta entonces, es probable que la degradación de la tierra y el cambio climático hayan obligado a emigrar entre 50 a 700 millones de personas". Esto supondrá un aumento de las dificultades para la mayoría de las zonas de África, el sur de Asia, el Oriente Medio y el norte de África, las cuales se verán afectadas por el rápido crecimiento de la población, un bajo producto interno bruto (PIB) per cápita, limitadas opciones de expansión agrícola, el aumento del estrés hídrico y las elevadas pérdidas de biodiversidad. {15.1}

La degradación de la tierra y la desertificación podrían prevenirse en un contexto de condiciones sociales, económicas y políticas locales (*bien establecido*). Las prácticas de gestión sostenible de la tierra pueden revertir incluso los procesos graves de desertificación; sin embargo, la implementación de esas prácticas requiere de marcos de políticas que apoyen la participación y la compensación de la población local con dinero público o mediante asociaciones público-privadas, incluida la financiación directa del sector privado por sí solo. Estos incentivos, sin embargo, son específicos de cada país y dependen de los recursos financieros disponibles. {15.2.1}

La tierra es una fuente clave de funciones y servicios ecosistémicos. En consecuencia, los cambios en el uso de la tierra son el principal impulsor directo de la pérdida de servicios ecosistémicos y de la biodiversidad (*bien establecido*). En 2017, las pérdidas estimadas de servicios ecosistémicos (IPBES) a nivel mundial debido a la degradación de la tierra fueron de entre 6,3 y 10,6 billones de dólares al año. Esta pérdida estimada equivale al 10%-17% del PIB mundial (63 billones de dólares en 2010), en tanto que frenar e invertir las tendencias actuales de degradación de la tierra podría generar hasta 1,4 billones de dólares al año en beneficios económicos en caso de llegar a implementarse políticas de gestión sostenible. {15.2; 15.2.2}

Los marcos de política agraria para enfrentar los riesgos de la contaminación del suelo para la salud humana son dispersos e incompletos (*establecido, pero incompleto*). El principio de "quien contamina paga" no se aplica de forma generalizada y el costo de la rehabilitación es muy elevado, lo que impide su aplicación incluso en los países desarrollados. La falta de conocimientos y las carencias de datos dificultan aún más su implementación. De ahí que sea necesario reconsiderar ese principio o, en su defecto, que los gobiernos (locales, regionales y nacionales) se comprometan firmemente a actuar para salvaguardar la salud pública. La contaminación de la tierra con metales pesados, plaguicidas, contaminantes orgánicos y otras sustancias tóxicas suponen una grave amenaza para el ser humano, ya que son absorbidas por las plantas usadas para la alimentación. Estos efectos son aún más graves en los países en desarrollo, los cuales se enfrentan a una falta de recursos financieros y de conocimientos técnicos para hacer frente a la contaminación del suelo. {15.2.3, 15.2.4}

La gestión sostenible de la tierra es un instrumento importante para la mitigación del cambio climático porque mejora el secuestro de carbono en el suelo (bien establecido). De ahí que, la política de la tierra y el suelo obtuvieran un reconocimiento internacional cada vez mayor con respecto a las negociaciones sobre el cambio climático en la 21° Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC COP 21) celebrada en París en 2015, momento en el cual el gobierno francés lanzó la "Iniciativa 4 por 1000". Dicha iniciativa promueve la mejora de la calidad del suelo, el secuestro de carbono y la conservación del suelo mediante la mejora de las prácticas agrícolas que mitigan el cambio climático. {15.3.1, 15.4}

Los estilos de vida de alto consumo, especialmente en las economías desarrolladas, agravados por el desperdicio de alimentos y las rápidas tasas de crecimiento de la población tienen consecuencias negativas para la tierra y sus recursos (*establecido, pero incompleto*). El aumento de la demanda de alimentos y biocombustibles desencadenará una intensificación agrícola tal que se prevé que la producción de biomasa se duplique para 2050. Las políticas deben orientar la intensificación sostenible mediante prácticas de agricultura de conservación para mitigar los efectos negativos sobre la salud del suelo y el medio ambiente. {15.2.4}

La planificación del uso de la tierra, el uso sostenible de sus recursos y la gestión sostenible de la misma son las respuestas para equilibrar la producción mientras se protege el medio ambiente (*bien establecido*). Las prácticas de intensificación sostenible buscan integrar el aumento del rendimiento de los cultivos con el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la mejora de la eficiencia en el uso del agua. Anualmente, sería posible obtener 75,6 billones de dólares si se implementan políticas mundiales que hagan posible una gestión sostenible de la tierra. Entre otras muchas prácticas de gestión sostenible de la tierra, la agricultura de conservación, que incluye también la siembra directa, constituye un buen ejemplo de tecnologías que mantienen la calidad de la misma, mejoran la captación de carbono del suelo, mitigan el cambio climático, protegen la biodiversidad y mantienen la productividad. Sin embargo, las políticas, el análisis económico, la ciencia y los incentivos agrícolas son necesarios para apoyar la aplicación de estas tecnologías, especialmente, para los pequeños propietarios, en particular los de los países en desarrollo. {15.2.4}

La gestión de la tierra, la restauración y las políticas deben adaptarse a las condiciones locales (*bien establecido*). La experiencia ha demostrado que los "criterios universales" no son una opción para promover la gestión sostenible de la tierra en todo el mundo. El éxito en la implementación de las políticas depende de una serie de factores que tengan en cuenta un enfoque paisajístico integrado y bien adaptado a las características socioeconómicas y naturales y que cuenten con el soporte de buenos niveles de gobernanza y la participación de las partes interesadas. {15.2.4, 15.2.5}

La implementación de las acciones correctas para combatir la degradación de la tierra y apoyar las políticas de gestión sostenible de la misma tienen un efecto directo en los medios de subsistencia de millones de personas en todo el planeta (*bien establecido*). Este imperativo se hará más difícil y costoso de lograr si no se toman medidas urgentes. Desgraciadamente, aún continúa existiendo una desconexión entre los consumidores y los ecosistemas que proporcionan los alimentos y otros productos de los que dependen. {15.5}

La tierra es un recurso finito que está sometido a la presión humana, especialmente por la expansión urbana (*establecido, pero incompleto*), la cual, según se ha observado, ha sido caótica en todo el mundo, sobre todo hacia tierras fértiles y productivas. Para 2050, alrededor del 80% de los suelos productivos corren el riesgo de perderse, ya que cada año unos 20 millones de hectáreas de tierras agrícolas se convierten en desarrollos urbanos e industriales. La situación en las zonas costeras es peor. Por lo tanto, es imperativo que las políticas de uso de la tierra definan una asignación adecuada de los recursos de esta entre los intereses en competencia. Las ciudades desempeñan un papel importante en los cambios de uso de la tierra, por lo que los planificadores municipales y de las ciudades deberán coordinar sus acciones con un gran número de partes interesadas, incluida la sociedad civil, establecer asociaciones público-privadas, para garantizar la planificación espacial sostenible, la coherencia de las políticas, la aplicación y la resolución de conflictos tanto para los asentamientos urbanos como para los sistemas alimentarios responsables. {4.2.5, 15.3.3}

15.1 Introducción

Como fue señalado en el Capítulo 8, la tierra desempeña un papel crucial dentro del tema "Planeta Sano, Gente Sana" ya que respalda los esfuerzos globales hacia el desarrollo sostenible. En consecuencia, la gestión sostenible de la tierra (GST) no solo es esencial para promover y mantener la gran diversidad de la contribución de la naturaleza a las personas, sino también para combatir la pobreza y el hambre.

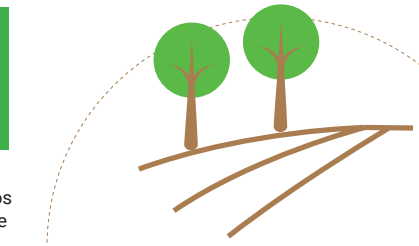
A nivel internacional, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) hacen hincapié en la necesidad de una GST entre las partes interesadas en la protección de los ecosistemas naturales que están al borde del colapso, incluyendo el aumento de los desastres naturales inducidos por el clima. El ODS 15 está directamente relacionado con el análisis del Capítulo 8. Más aún, la meta 15.3 de los ODS se centra en la tierra al exigir que se tomen medidas contra su degradación y se realicen esfuerzos para lograr un mundo con una degradación neutra del suelo. Aunque la gestión de la tierra está explícitamente contemplada en el ODS 15.3, esta es primordial para la seguridad alimentaria (ODS 2), la acción climática (ODS 13), así como también tiene muchas interconexiones con los ODS 1,3, 6, 7, 11 y 12 (**Figura 15.1**).

Las fuerzas motrices y las presiones (véase el Capítulo 2) sobre la tierra y sus recursos, derivadas del crecimiento demográfico, la urbanización, el desarrollo económico, la tecnología y la innovación, y el cambio climático, han suscitado respuestas a nivel mundial,

Recuadro 15.1: Los conceptos de tierra y suelo

Los conceptos de tierra y suelo no son sinónimos. La tierra constituye la parte sólida terrestre que no está permanentemente bajo el agua y que ofrece un sinfín de servicios y funciones, desde la producción de biomasa hasta los hábitats urbanos. Comprende el suelo, la vegetación, otras biotas y los procesos ecológicos e hidrológicos que operan en él. El suelo es el material no consolidado de la superficie terrestre que se ha formado por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos que interactúan simultáneamente a lo largo del tiempo. Los procesos ecológicos del suelo garantizan la producción de biomasa, el ciclo de los nutrientes, el secuestro de carbono, la filtración y amortiguación del agua, la refrigeración y el alojamiento de la biodiversidad.

Figura 15.1: Relación entre la meta 15.3 de los ODS relacionada con la tierra y otros ODS



1 FIN DE LA POBREZA

1.1 Erradicar la pobreza extrema
1.2 Reducir a la mitad el porcentaje de personas en situación de pobreza
1.4 Garantizar la igualdad de derechos a los recursos y a la propiedad de la tierra
1.5 Aumentar la resiliencia, reducir la vulnerabilidad

2 HAMBRE CERO

2.1 Acabar con el hambre, garantizar el acceso a los alimentos
2.2 Acabar con todas las formas de malnutrición
2.3 Duplicar la productividad y los ingresos agrícolas
2.4 Garantizar sistemas sostenibles de producción de alimentos

15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

15.1 Garantizar la conservación de los ecosistemas y sus servicios
15.2 Promover la gestión sostenible de los bosques
15.4 Garantizar la conservación de los ecosistemas de montaña
15.5 Reducir la degradación de los hábitats naturales
15.8 Reducir el impacto de las especies exóticas invasoras
15.9 Integrar los valores de los ecosistemas y de la biodiversidad en las políticas

15.3 Lograr la neutralidad de la degradación de la tierra

6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

6.1 Lograr el acceso al agua potable para todos
6.4 Aumentar la eficiencia en el uso del agua
6.5 Aplicar la gestión integrada de los recursos hídricos
6.6 Proteger y restaurar los ecosistemas hídricos

13 ACCIÓN POR EL CLIMA

13.1 Reforzar la resistencia a los peligros relacionados con el clima
13.2 Integrar las medidas relativas al cambio climático en las políticas

12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

12.3 Reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos per cápita

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

7.2 Aumentar la cuota de energía renovable

Fuente: Akhtar-Schuster *et al.* (2017).

regional y nacional. A nivel mundial, se han puesto en marcha varias respuestas relacionadas directa o indirectamente con la gestión sostenible de la tierra y el suelo, como se muestra en la **Tabla 15.1.**

Este capítulo ofrece una visión general sobre el marco actual de las políticas relacionadas con la tierra y el suelo y sobre las deficiencias relacionadas con estas mismas, especialmente, en términos de cohesión y aplicación de políticas, así como de eficacia general. En las secciones siguientes se presentan estudios de casos sobre distintos conjuntos de instrumentos legales y de política, herramientas económicas e incentivos, así como políticas y programas aplicados en diferentes países. Los estudios de caso se seleccionaron teniendo en cuenta criterios de equilibrio regional, diferentes escalas espaciales, tipo de políticas y/o acuerdos de gobernanza, además de su relevancia para el estado y las tendencias de los recursos de la tierra, tal y como se detalla en el Capítulo 8 de este informe.

15.2 Principales políticas y enfoques de gobernanza

La **Tabla 15.2** ofrece una visión general de las principales políticas y los respectivos estudios de caso. Estos últimos recogen la variedad de fuerzas motrices, sectores económicos y procesos que influyen en la degradación de la tierra y que se utilizan como ejemplos ilustrativos de instrumentos políticos que abarcan una amplia gama de escalas espaciales y plazos de aplicación. A pesar de abordar importantes fuerzas motrices y los respectivos enfoques en materia de políticas, los casos aquí expuestos



Tabla 15.1: Hitos recientes en la gobernanza de la tierra y el desarrollo sostenible

Año	Hito
1981	Carta Mundial de los Suelos de la FAO 2015
1988	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]
1992	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
	Declaración de Rio
	Programa 21
	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD)
	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)
	Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)
1997	Protocolo de Kioto
2000	Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)
2005	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
2008	Degradación Neta Cero de la Tierra e Iniciativa de Neutralidad de la Degradación de las Tierras de la CLD de las Naciones Unidas
2011	Inicio de la Alianza Mundial por el Suelo (FAO/Unión Europea)
2012	Rio+20
2015	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y Agenda para el Desarrollo después del 2015
	Grupo Técnico Intergubernamental sobre Suelos (ITPS, por su sigla en inglés) de la Alianza Mundial por el Suelo (GSP, por su sigla en inglés)
	Tierra y Suelos integrados en el Grupo de Trabajo Abierto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible
	Asociaciones regionales sobre el suelo de la GSP
	Año Internacional de los Suelos declarado por la Asamblea General de las Naciones Unidas
	La Economía de la Degradación del Suelo
	Acuerdo de París de la CMNUCC
2017	(Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas) Plan estratégico de las Naciones Unidas para los Bosques 2017-2030
	Directrices Voluntarias para la Gestión Sostenible del Suelo (FAO)
2018	Fondo de Neutralidad de la Degradación de la Tierra de la CNULD una asociación público-privada para la financiación combinada

Tabla 15.2: Tipología de las políticas y enfoques de gobernanza descritos en este capítulo

Enfoque de gobernanza	Instrumento(s) de política	Estudios de caso
Combinación de políticas: de comando y control y de incentivos económicos.	Programas de financiación y establecimiento de normas para las mejores prácticas de gestión.	Fortalecimiento de + gestión de la inversión extranjera directa y de las salvaguardias sociales y medio ambientales en la República Democrática Popular de Laos
Combinación de políticas: Comando y control más las de incentivos económicos.	Planificación y compensación para detener la desertificación.	El proyecto de la Gran Muralla Verde en China.
Comando y control.	Establecimiento de umbrales para la política de rehabilitación de lugares contaminados.	Tratamiento de recuperación de los terrenos contaminadas por el Agente Naranja en Vietnam.
Promoción de la innovación.	Asesoramiento y creación de redes para la innovación agrícola.	Agricultura de conservación y cultivo de siembra directa en Australia.
Actores capacitadores.	Creación de una red de actores para sistemas alimentarios responsables y minimización de desperdicio de alimentos.	Pacto de política alimentaria urbana de Milán.

no abordan otros dos aspectos clave sobre la degradación de la tierra señalados en el Capítulo 8, a saber, por un lado, los sistemas inadecuados de tenencia de la tierra y los problemas de acaparamiento de la misma (Sección 8.5.3); de otro lado, las teleconexiones y los efectos indirectos del consumo de productos procedentes de la tierra (alimentos, bioenergía) en un país, frente al agotamiento de los recursos de la tierra en otros países (Sección 8.4.1). Ambas cuestiones afectan gravemente la dimensión social relacionada con los impactos de la degradación de la tierra (IPBES 2018a).

15.2.1 Programas de financiación y establecimiento de normas para mejores prácticas de gestión

La gestión sostenible de la tierra está fuertemente influenciada por los distintos marcos de políticas que existen entre países y regiones. Uno de los principales impulsores es el cambio en el uso de la tierra, que tiene distintas consecuencias económicas y ambientales. Las ganancias económicas suelen ser responsables de la degradación del medio ambiente sin embargo, en muchos casos, no todas las partes interesadas se benefician de dichas ganancias (Castella *et al.* 2013). En el siguiente estudio de caso se analizan estas dinámicas.

Estudio de caso: Fortalecimiento de la gestión de las inversiones extranjeras directas y de las salvaguardias sociales y medio ambientales en la República Democrática Popular Lao (RDP Lao).

Las inversiones extranjeras en la República Democrática Popular Lao tienen un impacto directo en el crecimiento económico del país y representan más del 50% del producto interno bruto (PIB), pero también plantean graves problemas medio ambientales, ya que el país viene experimentando un importante agotamiento de los bosques desde la década de 1980. En 1982, los bosques cubrían casi el 50% del país (Phompila *et al.* 2017), pero disminuyeron al 41,5% en 2013.

Existen varios factores que han influido en el declive de los bosques (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2010), los cuales se derivan sobre todo de las actividades económicas, como la conversión de tierras forestales para la agricultura, sobre todo cultivos comerciales, y la expansión urbana asociada a la ampliación de las infraestructuras y la producción de energía hidroeléctrica. Otros factores que aceleran la deforestación son la caza y la tala incontroladas, así como la conversión de zonas forestales despejadas para el pastoreo de ganado (United Nations Development Programme [UNDP] 2014). De 2000 a 2009, las actividades económicas derivadas de la conversión de tierras forestales para la agricultura han multiplicado por 50 el número de transacciones de tierras en la RDP Lao (Schonweger *et al.* 2012). En marzo de 2018, el valor de los proyectos de inversión extranjera y nacional aprobados superaba los 29.000 millones de dólares. De dicha suma, todo, excepto 3.900 millones de dólares, fueron generados por inversión extranjera (8.500 millones de dólares) o joint ventures (16.600 millones de dólares) (UNDP-United Nations Environment Programme (UNEP) Poverty-Environment Initiative, UNDP y UNEP 2018).

El segundo tipo más importante de concesión de tierras está relacionado con las inversiones agrícolas. Entre 1990 y 2007, la superficie de las plantaciones, especialmente las de caucho, aumentó drásticamente de 1.000 ha a más de 200.000 ha (Phimmavong *et al.* 2009) hasta llegar a cubrir, para 2012, más de 330.000 ha. Un primer estudio reveló que el 85% de todas las inversiones en concesiones agrícolas procedían de inversionistas extranjeros, siendo a cinco más importantes provenientes de la China (alrededor del 50%), Tailandia, Vietnam, República de Corea e India (Wellmann 2012). Las estimaciones de la superficie concedida a las concesiones de tierras varían entre 330.000 ha y 3,5 millones de ha; sin embargo, el gobierno informó que 1,1 millones de ha fue una estimación conservadora. Esto equivale al 5% del territorio nacional o a un 18% más del total de la tierra cultivable de la República Democrática Popular Lao (Global Witness 2013). El 13% de todas las aldeas de la RDP Lao tienen al menos una concesión dentro de sus límites (Wellmann 2012).

Amplias extensiones de tierras comunales que carecen de títulos de propiedad son el objetivo de las grandes empresas extranjeras, cuyo número de adquisiciones de tierras se ha ampliado en la República Democrática Popular Lao. Desafortunadamente, este proceso va acompañado de un nuevo tipo de pobreza que afecta a la población local quienes se han vuelto dependientes de los nuevos inversores para satisfacer todas sus necesidades básicas de subsistencia (Messerli *et al.* 2015). En una ocasión, 25 pueblos fueron desplazados debido a una concesión de tierras a una empresa vietnamita de caucho, impidiendo con ello que las comunidades locales accedieran a los recursos naturales en los que basaban su sustento (UNDP y UNEP 2013).

En respuesta a los retos que plantea el desarrollo sostenible del medio ambiente y de los recursos naturales, y a la invitación del Gobierno de la República Democrática Popular Lao, la Iniciativa conjunta sobre Pobreza y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUD-PNUMA) brindó apoyo al Gobierno entre 2009 y 2015 en la elaboración de herramientas para orientar la promoción, la selección, la aprobación, el seguimiento y el cumplimiento de las inversiones, y ayudó a desarrollar la capacidad de las instituciones para colaborar con las comunidades afectadas y responder a los impactos sociales y ambientales no deseados de las inversiones en sectores clave relacionados con los recursos naturales. La **Tabla 15.3** presenta un resumen de los criterios de evaluación.

Tabla 15.3: Resumen de los criterios de evaluación de las inversiones extranjeras

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Los criterios de éxito incluyen los beneficios derivados de la Iniciativa Pobreza-Medio Ambiente: un primer sistema de gestión de inversiones de calidad, ecológico y a favor de las personas de escasos recursos; la evaluación de las opciones de desarrollo; una mayor comprensión de las implicaciones positivas y negativas de las inversiones; el conocimiento del grado de cumplimiento de los inversores; la mejora de la responsabilidad; y la introducción del concepto de "crecimiento verde". A pesar de la realización de actos de formación y creación de capacidades, varios actores relevantes, a nivel nacional y local, no están capacitados para comprender y aplicar un sistema de gestión de inversiones que sea justo. A pesar de los eventos de capacitación y formación de capacidades, la desigual capacidad gubernamental sigue siendo un reto; sin embargo, los funcionarios están mostrando su compromiso y aprecio. Aun así, la falta de una asignación clara de responsabilidades en la gestión de las inversiones sigue sin abordarse.	Tavera (2015)
Independencia de la evaluación	La evaluación sobre la experiencia de la RDP Lao forma parte de una evaluación independiente de la Iniciativa de mitad de período. La Fase I (2009-2012) y la Fase II (2012-2015) han sido evaluadas por un consultor independiente a petición de la Oficina de País del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.	
Actores clave	El equipo de país de la Iniciativa Pobreza-Medio Ambiente trabajó en estrecha colaboración con la Asamblea Nacional de la RDP Lao, el Ministerio de Planificación e Inversión, el Departamento de Evaluación del Impacto Ambiental y Social, el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, el Departamento de Promoción de la Inversión y el Instituto Nacional de Investigación Económica.	
Línea de referencia	Antes del inicio del programa en 2011, el crecimiento promedio anual del PIB fue del 7,9% en la década anterior (Lao People's Democratic Republic, Ministry of Planning and Investment 2011), mientras que el nivel de pobreza era del 27% en 2007 (World Bank 2010). En 2010, la RDP Lao tuvo un PIB per cápita de 1.101 dólares.	
Marco temporal	La Fase I tuvo lugar de 2009 a 2012. La Fase II de 2012 a 2015. La Fase III (2016-2018) no se incluye en este estudio de caso.	
Factores limitantes	Hay una necesidad urgente de crear conciencia y capacidad sobre la pobreza y el medio ambiente dentro de la Asamblea Nacional con miras a que su trabajo normativo sea efectivo. Aunque el personal técnico de la Asamblea Nacional recibió formación en materia de cumplimiento, los esfuerzos de creación y fortalecimiento de capacidades de la Iniciativa son limitados, por lo cual requieren mantenerse y ampliarse. La creación de capacidades debe reforzarse también a nivel ministerial y, sobre todo, a nivel local, lo cual es fundamental para la implementación, aunque en ocasiones es difícil de alcanzar. Debe mejorarse la coordinación interministerial y vertical (especialmente con las provincias) para lograr un desarrollo integrado y una gestión equitativa de las inversiones.	
Factores facilitadores	El compromiso y la participación del gobierno son factores facilitadores importantes, en particular, con respecto a la Asamblea Nacional, pero también con el Departamento de Promoción de la Inversión y los ministerios relacionados con el desarrollo. Para este caso, la participación del Ministerio de Planificación e Inversión fue fundamental. Los esfuerzos de la Iniciativa dieron lugar a una mayor concienciación sobre la pobreza y el medio ambiente por parte de los gestores y el personal de referencia, lo que permitió dar prioridad a la gestión equitativa de las inversiones. La mejora de las evaluaciones y de la gestión de los datos de las inversiones permitió orientar la toma de decisiones y comprender si las inversiones eran económicamente beneficiosas para las comunidades.	
Rentabilidad	Se prevé que las inversiones extranjeras directas lideren el desarrollo del país y constituyan una parte importante de su PIB. Su correcta gestión es una importante contribución al crecimiento económico sostenible y equitativo.	
Equidad	La gestión de las inversiones extranjeras directas aborda directamente la equidad con respecto a las comunidades afectadas. Las inversiones no reguladas dieron lugar a casos de desplazamiento de poblaciones, acaparamiento de tierras o segregación de recursos vitales para el sustento de los habitantes, sin contribuir necesariamente al desarrollo del país con la creación de puestos de trabajo locales o aportando ingresos significativos al gobierno nacional. Con el apoyo de la Iniciativa Pobreza-Medio Ambiente, la RDP Lao pudo proporcionar un marco legal y una red de seguridad para vincular las inversiones a condiciones más equitativas. Este trabajo también contribuyó a concienciar a los responsables de la toma de decisiones sobre el desarrollo sostenible equitativo y a orientar a la Asamblea Nacional y a las futuras estrategias de desarrollo nacional hacia este objetivo. Esto quedó claro durante la Fase I, en la que el Séptimo Plan Quinquenal de Desarrollo Socioeconómico Nacional (2011- 2015) integró las cuestiones relacionadas con la pobreza y el medio ambiente y resaltó los objetivos relacionados con el mejoramiento de la calidad y la equidad.	Lao People's Democratic Republic, Ministry of Planning and Investment (2011)
Beneficios derivados	Abordar la dimensión de la equidad en la gestión de las inversiones también tiene implicaciones positivas externas en el aspecto medio ambiental. Esto promueve una gestión de la tierra más inclusiva y sostenible y evita el agotamiento de los recursos naturales y la pérdida de biodiversidad. Estas prácticas hacen que los beneficios económicos se distribuyan de forma más justa entre las comunidades locales. Estos puntos ponen de manifiesto cómo las tres dimensiones del desarrollo sostenible son abordadas (económica, social y ambiental). El caso de la RDP Lao también ofrece un ejemplo relevante de gestión de la inversión extranjera directa para el desarrollo sostenible que puede compartirse a través del aprendizaje Sur-Sur. La experiencia de la RDP Lao ha servido de referencia para los proyectos nacionales de la Iniciativa sobre la Pobreza y el Medio Ambiente en Myanmar, Mongolia y Filipinas, especialmente en lo que respecta a las inversiones en las industrias extractivas.	Choi y Gankhuyag (2016)

Criterio	Descripción	Referencias
Aspectos transfronterizos	Un sistema de regulación de las inversiones más vinculante podría llevar a los inversionistas a huir a otros países que tengan un marco y unas normas de cumplimiento más laxas. Para evitarlo, habría que mejorar la gestión de las inversiones y trabajar con toda la región para armonizar las normas. La experiencia de la RDP Lao podría servir a otros países más allá de Asia y el Pacífico, ya que es relevante para los esfuerzos mundiales por promover un crecimiento económico más inclusivo y ecológico.	
Posibles mejoras	❖ Elaborar una estrategia de sostenibilidad financiera para la gestión de las inversiones, a cargo del Investment Promotion Department y del Ministry of Finance, con miras a que la gestión de estas sea más sostenible. ❖ Mejorar el intercambio de datos entre los ministerios pertinentes con el fin de promover la coordinación de la gestión de las inversiones. ❖ Reforzar el cumplimiento de las normas. ❖ Intensificar la formación y la apropiación de las herramientas por parte de todos los agentes implicados, especialmente a nivel local. ❖ Mejorar la gestión de las inversiones extranjeras directas en toda la región para evitar que los inversores huyan a contextos con normas menos estrictas. ❖ Reforzar la participación de las comunidades.	

Una evaluación independiente del programa conjunto del PNUD y el PNUMA sobre la Iniciativa contra la Pobreza y el Medio Ambiente realizada en 2016 calificó su desempeño como "altamente satisfactorio". La eficacia de este marco jurídico equitativo y amplio, sin embargo, está sujeta a la implementación y el cumplimiento que van más allá del programa. Los principales obstáculos para la aplicación son la falta de capacidad institucional, herramientas y fondos para la supervisión de las inversiones. De ahí que se estén realizando esfuerzos para llenar el vacío de información, incluyendo la mejora de la gestión de las bases de datos para el control del cumplimiento. Sin embargo, la escasa coordinación institucional sigue impidiendo que estos datos generen una acción coherente de cumplimiento y ejecución. También son limitadas las oportunidades de que las comunidades participen en el proceso nacional de toma de decisiones (Tavera 2015; Tavera, Alderman y Nordin 2016). Por otro lado, se han establecido las condiciones para un crecimiento equitativo y sostenible. El esfuerzo político fue exitoso al proporcionar herramientas, procesos integrales y justos para permitir inversiones de calidad y salvaguardar a las comunidades. Actualmente existe un marco legal para empoderar a estos actores a participar en los procesos de desarrollo y el país está dando un paso más para asegurar que la inversión sea juzgada por la calidad de sus beneficios sociales y ambientales, en vez de hacerlo solo por sus beneficios económicos. Estos esfuerzos en el sector de la inversión también contribuyeron a aumentar la generación de conciencia de los responsables de la toma de decisiones y la priorización política del desarrollo sostenible.

15.2.2 Planificación y compensación para detener la desertificación

El éxito de cualquier estrategia de lucha contra la desertificación depende de la aplicación de prácticas de gestión sostenible de la tierra y del agua adaptadas a una situación geobiofísica y socioeconómica local específica. Los suelos bien gestionados ralentizan el proceso de degradación de la tierra, regulan el ciclo del agua, salvaguardan la biodiversidad, conservan la multifuncionalidad del paisaje y mejoran la prestación de servicios ecosistémicos (United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] 2017a; Zdruli y Zucca 2018).

El enfoque general en materia de políticas para combatir la desertificación en el marco del FPEIR (Sección 1.6) necesita afrontar la presión derivada de la pérdida de la cubierta terrestre que en muchos casos está impulsada por los incentivos económicos para aumentar la producción agrícola. Dichos enfoques generalmente combinan políticas tipo comando y control que en casos extremos pueden obligar a los agricultores a dejar de cultivar, ofreciendo incentivos, tales como la plantación subvencionada de árboles. El enfoque de Neutralidad de la Degradación de la Tierra, incluido en el ODS 15.3 y respaldado por la CNULD, y la Economics of Land Degradation Initiative se han convertido en los principales instrumentos estratégicos para reducir las pérdidas netas de recursos de la tierra y garantizar que su gestión sea sostenible (Akhtar-Schuster *et al.* 2017; UNCCD 2017a) al abordar también el cambio climático (Sanz *et al.* 2017). Como respaldo de este objetivo se han implementado un conjunto de prácticas de gestión, dentro de las que se incluyen la gestión sostenible del suelo/tierra y del agua, la forestación y la reforestación, la agroecología, la mejora de los pastos y el pastoreo controlado, la gestión de las cuencas hidrográficas, la captación de agua y las prácticas agrícolas sostenibles (Rojo *et al.* 2012; Schwilch, Liniger y Hurni 2014; Teshome *et al.* 2015; Marques
et al. 2016).

Los proyectos de restauración de tierras suelen financiarse con dinero público y siguen enfoques de arriba hacia abajo (Marques *et al.* 2016). Este enfoque lo aplican tradicionalmente los gobiernos nacionales y, como tal, estos instrumentos suelen denominarse de "comando y control" o reguladores (King y Mori 2007; Weber, Driessen y Runhaar 2014). El gobierno define las reglas y normas y tiene derecho a aplicar sanciones en los casos en que aquellas no se apliquen. Algunos ejemplos de instrumentos reguladores son las normativas, las prohibiciones, los permisos, la zonificación y las restricciones de uso (Lambin *et al.* 2014; Weber Driessen y Runhaar 2014). Como puede verse en el siguiente estudio de caso, el enfoque de "comando y control" suele aplicarse especialmente en los países en desarrollo.

Estudio de caso: La Gran Muralla Verde para disminuir eficazmente la intensidad de las tormentas de polvo en China

Similar a la Gran Muralla Verde del Sahara que se extiende desde Dakar hasta Djibouti, la Gran Muralla Verde china (GGW, por su sigla en inglés), es uno de los proyectos más ambiciosos de lucha contra la desertificación y el control de las tormentas de polvo. Este proyecto, lanzado en 1978, fue originalmente denominado programa de los Tres Cinturones de Abrigo del Norte, y aunque aún conserva ese mismo nombre, también se ha denominado GGW. Dicho proyecto se espera que continúe hasta 2050. El nombre del programa se ha convertido en un término común en China, ya que es el mayor proyecto de forestación del país (Huang *et al.* 2016). Fue diseñado con el fin de cubrir una superficie total de 4,1 millones de km^2 (o el 42,7% de la superficie total del país **Figura 15.2** (Wang *et al.* 2010).

Figura 15.2: La extensión de la Gran Muralla Verde en el norte de China



Fuente: O'Callaghan (2014).

Tabla 15.4: Resumen de los criterios de evaluación en la lucha contra la desertificación y el polvo en China

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Investigadores y funcionarios chinos han informado que la forestación ha combatido con éxito la desertificación, ha acelerado el secuestro de carbono en el suelo y ha disminuido la erosión del mismo. Según informes, para 2012, la cubierta arbórea en la zona del programa aumentó del 5% al 12,4% y la superficie acumulada de plantación de árboles alcanzó los 26,47 millones de hectáreas. El haber revertido la tendencia de degradación de la tierra y el que en muchos lugares los sumideros de carbono en el suelo hayan empezado a aumentar, llevó a demostrar el éxito de la política. La cubierta vegetal aumentó en la región de la GGW en comparación con las regiones externas a dicho proyecto, lo que condujo a una reducción de la intensidad de las tormentas de polvo en el norte de China. Durante el proyecto, la expansión del desierto se redujo a unos 10 km^2 por año. Adicionalmente, unos 1.060 km^2 de desierto al año se han transformado hasta alcanzar un buen estado. Los críticos del programa, sin embargo, afirman que es posible que no hayan cumplido sus objetivos hasta la fecha. Una de las razones es que la disminución observada en la intensidad de las tormentas de polvo puede ser simplemente una consecuencia de la variabilidad climática. En segundo lugar, el programa solo se aplicó en una pequeña parte de las zonas afectadas, pero incluso no en aquellas que se conocen como zonas centrales de las tormentas de polvo. En tercer lugar, no todos los árboles y arbustos plantados sobrevivieron más allá de la duración del programa debido a un mal manejo y/o a la falta de agua. Otro punto de crítica estaba relacionado con el uso excesivo de las aguas subterráneas al plantar variedades que no se adaptaban bien a las zonas áridas.	Piao *et al.* (2007); Wang *et al.* (2010); State Forestry Administration (2011); Deng, Liu y Shangguan (2014); Sternberg, Rueff y Middleton (2015); Tan y Li (2015); Feng *et al.* (2016); Jiang (2016); Ahrends *et al.* (2017)
Independencia de la evaluación	No ha habido ninguna evaluación independiente, aparte de las realizadas por los investigadores chinos mencionados anteriormente.	
Actores clave	El actor e inversionista principal es el Gobierno de China, con 18 ministerios y organismos del gobierno central y autoridades locales que participan en diversos aspectos de la formulación de políticas relativas a la lucha contra la desertificación. La State Forestry Administration (SFA) es la responsable de coordinar las actividades entre estos ministerios. Los residentes y las comunidades locales han participado en la forestación, el establecimiento de praderas y otras actividades relacionadas. Además, el programa busca la cooperación dinámica de entidades no gubernamentales nacionales e internacionales, incluyendo la amplia participación del sector privado.	Lu y Wang (2003); State Forestry Administration (2011); Yin y Yin (2010)
Línea de referencia	Desde 1980, las tormentas de polvo han sido clasificadas en una escala de 0-9 en función del rango de visibilidad el cual es monitoreado desde las estaciones meteorológicas. El llamado Índice de Tormenta de Polvo (DSI, por su sigla en inglés) es igual al valor medio de la visibilidad para cada grado. A pesar de la considerable variación anual, se ha observado un fuerte descenso del DSI desde 1985. Asimismo, el número de días de tormenta de arena disminuyó y alcanzó un nivel bajo en 1996. Sin embargo, debido a las complejas interacciones con la vegetación, no fue posible establecer una relación clara y unívoca de causa-efecto entre la aplicación de la política y la disminución de las tormentas de polvo.	Tan y Li (2015); Xiaoming *et al.* (2016)
Marco temporal	1978-2050	Referencias

Criterio	Descripción	Referencias
Factores limitantes	El crecimiento excesivo de la población humana y ganadera supone un reto para la limitada capacidad de carga ecológica en las zonas propensas a la desertificación de todo el mundo (Pan *et al.* 2013), incluida la China. Solo en la última década, China invirtió más de 100.000 millones de dólares en seis programas forestales clave. Sin embargo, la rentabilidad de la inversión en plantación de árboles a gran escala en zonas marginales puede ser baja o tardar mucho en materializarse. Otra de las deficiencias está relacionada con la falta de interés de los agricultores una vez plantados los árboles y la falta de conocimientos en materia de gestión forestal. La escasa supervisión por parte de las oficinas gubernamentales locales y la cuantía de las subvenciones fueron aspectos que limitaron el efecto de la política. En general, las subvenciones más bajas no supusieron una fuerte motivación para que los agricultores participaran en el programa, a pesar de las grandes cantidades de dinero invertidas en los esquemas de pago por ecosistema para cumplir con las ambiciones del Gobierno chino.	Ahrends *et al.* (2017); Xu, Song y Song (2017)
Factores facilitadores	Un gran número de capacidades institucionales y administrativas han respaldado el éxito hasta la fecha. Desde 1997, la SFA ha creado varias instituciones que se ocupan de la desertificación, como la Oficina Nacional de Lucha contra la Desertificación, el Centro Nacional de Vigilancia de la Desertificación, el Centro Nacional de Formación para la Lucha contra la Desertificación y el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo para la Lucha contra la Desertificación, todos ellos para llevar a cabo investigaciones y ejecutar programas políticos sobre cuestiones de desertificación. Asimismo, en junio de 2009, la Academia Forestal de China, igualmente dependiente de la SFA, creó el Instituto de Desertificación. El gobierno apoya firmemente los programas de mitigación de la desertificación asignando una importante financiación, que corresponde a 4.000 millones de dólares en total durante los primeros 28 años. Además, varias medidas compensatorias para aumentar la vegetación han sido implementadas, incluyendo incentivos en efectivo a los agricultores dispuestos a plantar árboles y arbustos.	Jiang (2016)
Rentabilidad	"En el periodo comprendido entre 2002 y 2006, el Three North Shelterbelt Forest Project ha utilizado 4.147 millones de yuanes (545,6 millones de dólares) de inversión, ha creado 2.840 millones de yuanes (373,7 millones de dólares) en beneficios ecológicos y 8.060 millones de yuanes (1.060,5 millones de dólares) en beneficios económicos". Los costos directos de la desertificación se estiman en 64.200 millones de yuanes (Renminbi chino - CNY) anuales (7.700 millones de dólares), mientras que los costos indirectos de la desertificación se estiman en 288.900 millones de yuanes anuales. Por último, el análisis muestra que los costos de la rehabilitación de las tierras degradadas debido al cambio de la cubierta del suelo son significativamente menores que los costos de la inacción, con rendimientos de hasta 4,7 veces por cada yuan invertido en un periodo de 30 años.	Deng y Li (2016); Jiang (2016)
Equidad	El control de la desertificación ha dependido en su mayor parte de la administración, los especialistas y otras élites sociales para la toma de decisiones, al tiempo que la población local suele no participar en dicho proceso. Por ejemplo, las comunidades locales no tenían derecho a decidir sobre las medidas de control de la "Sand Control Law". Con el fin de mejorar la restauración de las zonas degradadas, el gobierno asignó derechos de uso de la tierra a la población local por un período de hasta 70 años. Este tipo de política mejoró los problemas de tenencia de la tierra, mientras que aumentó el interés de la población local. El gobierno reasentó a los agricultores y pastores de las tierras degradadas y proporcionó subsidios y compensaciones a los que participaron en las actividades de restauración. Sin embargo, no existe un método de compensación sistemático ni una normativa adecuada en el control de la desertificación de la tierra para apoyar a la población local.	(Jiang 2016)
Beneficios derivados	Los hidrocarburos aromáticos policíclicos, también conocidos como hidrocarburos poliaromáticos, son compuestos orgánicos que solo contienen carbono e hidrógeno y pueden ser peligrosos para la salud humana, siendo el cáncer el principal riesgo para la salud por la exposición a ellos. La puesta en marcha del Three North Shelterbelt Forest Project dio lugar a la eliminación en la atmósfera y a tendencias de reducción a largo plazo de dos especies de hidrocarburos aromáticos policíclicos, el fenantreno y el benzo[a]pireno. Una serie de estudios sobre los efectos en la salud de las tormentas de polvo en el noroeste de China mostraron que los eventos de polvo se asociaron significativamente con la hospitalización por causas respiratorias y cardiovasculares (después de ajustar el efecto del SO y/o NO). Eventos como este también se registran en la India, donde mayo de 2018 resultó ser mortal. Según las investigaciones publicadas (por ejemplo, Tan y Li 2015; Wang *et al.* 2012), la frecuencia y la gravedad de los eventos de tormentas de polvo han disminuido con el tiempo gracias a las intervenciones del proyecto GGW que, según los datos estadísticos del Centro Nacional de Información Meteorológica de China (por ejemplo, Tan y Li 2015), ha afectado positivamente el estado de salud de los habitantes de la región y de otros lugares. Otro beneficio socioeconómico del proyecto ha sido el desarrollo del turismo y el aumento de las oportunidades de empleo para la población local.	Aunan y Pan (2004); Li y Huntsinger (2011); Huang *et al*. (2016)
Aspectos transfronterizos	Del informe de evaluación global de las tormentas de arena y polvo se desprende que dichas tormentas en las zonas desérticas de China y Mongolia llegan a afectar la calidad del aire y del océano de Corea, Japón, las islas del Pacífico y América del Norte (por ejemplo, https://youtu.be/jGPuCeEILeM). Además, existe un Plan Maestro Regional para la Prevención y el Control de las Tormentas de Polvo y Arena en el Noreste de Asia, proyecto en el que participan los gobiernos de China, Japón, Mongolia y la República de Corea. El objetivo es mitigar los efectos sobre la salud derivados de las tormentas de polvo procedentes de esta región más allá del noroeste de China (por ejemplo, en Japón y Corea), haciendo hincapié en el transporte a larga distancia, la naturaleza transfronteriza de estos fenómenos y en la necesidad de cooperación regional. El polvo del desierto también desempeña un papel integral en el sistema terrestre que afecta a la química del aire y a los procesos climáticos, a las características del suelo y a la calidad del agua, a la dinámica de los nutrientes y al ciclo biogeoquímico tanto en el medio oceánico como en el terrestre.	Goudie y Middleton (2006); Abiodun *et al.* (2012); UNEP, World Meteorological Organization [WMO] y UNCCD (2016)
Posibles mejoras	Los datos de las investigaciones realizadas en zonas ecológicas similares de la meseta de Loess, en China, demostraron que existe una competencia por los recursos hídricos entre la vegetación forestada y las necesidades humanas de agua. Por ello, las decisiones y políticas gubernamentales de lucha contra la desertificación deben ajustarse a las exigencias ecológicas y socioeconómicas de la población sin alterar el equilibrio hídrico de estas zonas. Esto podría lograrse protegiendo la vegetación local en las tierras propensas a la desertificación y plantando vegetación adecuada según las condiciones locales o, en casos concretos, dejando que la tierra se recupere sin perturbaciones humanas. Si se tienen en cuenta los múltiples servicios ecosistémicos y sus posibles consecuencias, en lugar de centrarse sólo en unos pocos servicios e ignorar otras influencias, la GGW podría ser un modelo a seguir para otras regiones con condiciones naturales similares. Sin embargo, la reducción de la producción de bienes agrícolas que conlleva la implantación de la GGW desencadena un aumento de la producción agrícola en otros lugares, ya sea dentro del país o en el extranjero. Hasta la fecha no se han analizado adecuadamente los efectos indirectos sobre la posible degradación del suelo que está asociada con la intensificación de la producción agrícola.	Xiaoming *et al.* (2016) Ahrends *et al.* (2017)

La GGW no es el único proyecto en China que se ocupa de la forestación. Por ejemplo, el programa Grain for Green se está aplicando en millones de hectáreas de cultivos y pastizales degradados o que corren un alto riesgo de degradación de continuarse con las prácticas agrícolas en uso (Shuai *et al.* 2015; Xiaoming *et al.* 2016). Otro ejemplo es el programa de control de fuentes de arena de Pekín-Tianjin, que estudia la restauración ecológica y la aplicación de diferentes tipos de prácticas de gestión que van desde el pastoreo controlado y las restricciones asociadas hasta la conversión de tierras de cultivo en bosques o praderas no usadas para el pastoreo (Middleton y Kang 2017). La experiencia adquirida con el programa de los Tres Cinturones de Abrigo del Norte fue crucial para la elaboración del Plan de Acción Nacional (PAN) de lucha contra la desertificación en China. El primer PAN se elaboró en 1996, coincidiendo con la creación de la CNULD, y se revisó en 2003. Este fue el primer PAN del mundo en contar con un sistema de seguimiento para medir las tendencias de la desertificación.

La modalidad de asociación público-privada, especialmente con la Elion Resources Group Foundation, ha demostrado tener mucho éxito. En 2015, la CNULD concedió a dicha Fundación el reconocido "Land for Life Award", como consecuencia de la mejora de los medios de subsistencia de 100.000 agricultores y pastores en el desierto de Kubuqi, en Mongolia Interior, y a la recuperación de 11.000 km^2 de tierras degradadas para convertirlas en zonas productivas y así promover la producción de energía verde.

Los árboles del GGW constituyen una barrera contra los vientos del desierto y ayudan a retener la humedad en el aire y el suelo, lo que permite el crecimiento de las plantas. A pesar de los elevados costos de su aplicación, este programa es rentable, especialmente para mejorar la salud humana, la biodiversidad y los medios de subsistencia. De ahí que el Gobierno chino tenga previsto ampliar los programas de reforestación.

15.2.3 Establecimiento de umbrales para la política y la gobernanza general en materia de recuperación de tierras contaminadas

La contaminación es la principal causa ambiental de enfermedad y muerte prematura en el mundo (Landrigan *et al.* 2018), y el aumento de la contaminación de la tierra a nivel mundial está afectando la sostenibilidad de los recursos de la tierra y su capacidad para mantener los sistemas de vida (Plant *et al.* 2001; Ballabio *et al.* 2018; Rodríguez-Eugenio, McLaughlin y Pennock 2018). Aproximadamente unos 342.000 lugares contaminados fueron identificados en Europa Occidental (European Environment Agency [EEA] 2014), mientras que en los Estados Unidos, la Oficina de Gestión de Tierras y Emergencias (OLEM, por su sigla en inglés) vigila 540.000 lugares contaminados, que afectan a 9,3 millones de hectáreas (Pierzynski y Brajendra eds. 2017) y la Environmental Protection Agency gestiona, aproximadamente, 1.400 zonas altamente contaminadas (United States Environmental Protection Agency 2014). En muchos lugares del mundo se encuentran terrenos contaminados que contienen sustancias potencialmente peligrosas para la salud pública y el medio ambiente (Tóth *et al.* 2016). La contaminación del suelo es el resultado de la minería, las actividades industriales, la acción militar, la agricultura, los derrames químicos y de petróleo y la eliminación de residuos (Rodríguez-Eugenio, McLaughlin y Pennock 2018). La salinización secundaria del suelo por exceso de riego o por riego inadecuado es otro proceso aún no explorado que amenaza la salud humana (Hamidov, Helmin y Balla 2016).

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), cuya entrada en vigencia se dio en 2004, es uno de los Acuerdos Ambientales Multilaterales que se ocupan de las políticas y tratados globales para proteger la salud humana y el medio ambiente. En este se solicita a sus Partes la adopción de medidas para eliminar las emisiones de COP (UNDP 2009). Muchos países ya han ratificado este convenio y están aplicando diversas políticas de recuperación de tierras en cumplimiento del tratado mundial. Otros convenios que se ocupan de los movimientos de residuos peligrosos entre países y de las importaciones de productos químicos peligrosos incluyen a los Convenios de Basilea y Rotterdam, los cuales también han sido ratificados por varias Partes, pero tienen obligaciones significativamente diferentes (Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions 2018).

Por lo general, las políticas de recuperación de tierras adoptan enfoques obligatorios de comando y control, utilizando principalmente el principio de "quien contamina paga" (Rodrigues *et al.* 2009). Sin embargo, en la mayoría de los casos es necesario disponer de recursos financieros públicos para limpiar zonas ya contaminadas en beneficio del bien común. En el marco del FPEIR (Sección 1.6), este enfoque de política se centra en el estado del medio ambiente, con la intención de reducir la cantidad de contaminantes en el suelo. Varios gobiernos nacionales han adoptado medidas concretas, incluido el establecimiento de políticas y marcos institucionales pertinentes, para la rehabilitación de las tierras contaminadas (Rodrigues *et al.* 2009; EEA 2014). Un buen ejemplo es el de China, que en 2018 aprobó una nueva ley sobre la prevención de la contaminación del suelo que entrará en vigor en enero de 2019 (Xinhua 2018). El estudio de caso que se presenta a continuación examina el tratamiento para la recuperación de las tierras contaminadas por el Agente Naranja en Vietnam, ya que se dispone de datos adecuados para evaluar los resultados de la política, en contraste con muchos otros lugares en los que se carece de tales datos.

Estudio de caso: Tratamiento de recuperación de tierras contaminadas por el Agente Naranja en Vietnam

Vietnam tiene algunas de las tierras más contaminadas del mundo (Lupi y Hoa 2015) producto de la contaminación por 2,3,7,8-Tetraclorodibenzodioxina (TCDD o Agente Naranja) resultante de la Guerra de VietNam (o Segunda Indochina) (1955-1975). Durante esta guerra (1961-1972), el ejército de los Estados Unidos utilizó herbicidas (Agente Naranja) contra las instalaciones militares vietnamitas, lo que acabó por contaminar la tierra y destruir la vegetación y los cultivos. Décadas después del conflicto, el Gobierno de Vietnam puso en marcha el programa de descontaminación de dioxinas (Environmental remediation of dioxin hotspots in Viet Nam) como parte de su Plan Nacional de Aplicación (NIP, por su sigla en inglés), desarrollado de acuerdo con las normas del Convenio de Estocolmo. El programa tiene como objetivo descontaminar las zonas más contaminadas, plantar árboles en 300.000 hectáreas de tierras contaminadas, ayudar a todas las víctimas de las dioxinas, ofrecer subsidios y seguros médicos a las personas con discapacidades y potenciar la investigación sobre los efectos de los productos químicos tóxicos. La **Tabla 15.5** ofrece un resumen de los criterios de evaluación.

Vietnam ha aplicado la política de recuperación de tierras respaldada por un completo marco jurídico y normativo con el apoyo de Estados Unidos, el PNUD y algunas fundaciones filantrópicas. A nivel general, las políticas son positivas y eficaces en el cumplimiento de sus objetivos iniciales, sin embargo, se trata de un proceso que debería basarse en un programa de planificación y seguimiento estratégico a largo plazo. Hay que tener en cuenta que este es un caso particular, por lo que las políticas que deben ocuparse de las tierras contaminadas deben reflejar las condiciones locales, así como los marcos normativos nacionales cumplidos por los convenios acordados internacionalmente. Las restricciones y limitaciones presupuestales no deben ser la justificación para no actuar cuando están en juego la salud pública, el bienestar de las comunidades y de ecosistemas en su totalidad.

Tabla 15.5: Resumen de los criterios de evaluación de la descontaminación de tierras en Vietnam

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Existen muy pocos casos en los que se haya descontaminado eficazmente el suelo contaminado con dioxinas y al parecer, la única solución viable en la mayoría de los países ha sido el relleno del terreno. La Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (EPA) afirma que "las tecnologías de remediación para la limpieza de suelos y sedimentos contaminados con dioxinas todavía se están desarrollando y muchas de las técnicas aceptadas se basan en la destrucción térmica". El caso de Vietnam presenta cierto éxito, ya que la propagación de la TCDD en el medio ambiente se redujo al mínimo gracias a la correcta aplicación del plan NIP.	United Nations Industrial Development Organization [UNIDO] (2012); Lupi y Hoa (2015)
Independencia de la evaluación	La mayoría de las evaluaciones han sido realizadas de forma independientes por encargo del PNUD, la USAID y la ONUDI.	United States Agency for International Development [USAID] (2010); UNIDO (2012); Lupi y Hoa (2015)
Actores clave	Los actores clave en la aplicación de la política son: el Ministries of Defence, Environment and Natural Resources, el Office 33 Committee y el Department of Health. Las partes interesadas que proporcionaron asistencia técnica y financiera también se consideraron actores clave e incluyeron a USAID, expertos checos, la Fundación Bill y Melinda Gates y la Fundación Ford.	Lupi y Hoa (2015)
Línea de referencia	Cerca de 45.000 m^3 del Agente Naranja fueron rociados por el ejército de los Estados Unidos en, aproximadamente, el 10% del entonces territorio de Vietnam del Sur, resultando afectados unos 4,8 millones de vietnamitas por la contaminación. Más de 3 millones de vietnamitas estuvieron expuestos a problemas de salud como resultado de dicha contaminación. En respuesta a ello, el Congreso de Estados Unidos se comprometió a destinar 59,5 millones de dólares a la descontaminación de las tierras afectadas y a las actividades sanitarias relacionadas en Vietnam entre 2007 y 2012. El volumen estimado de dioxina en los hot spots que fueron liberados al medio ambiente fue de 1.736 g I-TEQ, mientras que los volúmenes de suelo saneados en Bien Hoa, Da Nang y Phu Cat fueron de al menos 100.000 m^3, 70.000 m^3 y 2.500 m^3, respectivamente.	Lupi y Hoa (2015)
Marco temporal	El proceso de tratamiento correctivo de las tierras contaminadas por el Agente Naranja comenzó en 1999 con la emisión de la Decisión 33, por medio de la cual se estableció el Comité Directivo Nacional 33, el cual cuenta con la responsabilidad de coordinar todos los asuntos relacionados con dicho agente. A esto le siguió la ratificación del Convenio de Estocolmo, cuyo objetivo fue la eliminación progresiva de los COP. El plazo para evaluar el éxito o el fracaso de las actividades de remediación del Agente Naranja fue de cinco años.	
Factores limitantes	Los factores limitantes son la mala planificación y la ausencia de un marco normativo sólido en relación con la contaminación por dioxinas, la insuficiencia de datos sobre las tierras contaminadas por dioxinas y la escasa capacidad tecnológica. Otros factores son la escasa capacidad de los ministerios y departamentos gubernamentales para coordinar las actividades de rehabilitación y la limitación de los fondos disponibles.	UNDP (2009)
Factores facilitadores	Hay varios factores favorables, entre ellos, la voluntad política de aquella parte del gobierno que promovió el establecimiento del marco político e institucional pertinente para la aplicación y coordinación de las actividades de remediación. El apoyo del Gobierno de los Estados Unidos, el apoyo filantrópico de la Fundación Bill y Melinda Gates y de la Fundación Ford fueron factores decisivos que facilitaron el tratamiento correctivo de las tierras contaminadas.	
Rentabilidad	Hay poca información sobre la rentabilidad de los programas de recuperación de tierras, tanto en Vietnam como en otros lugares. Sin embargo, una evaluación de la relación costo-eficacia de un programa de remediación de tierras en la República Dominicana, específicamente, en un lugar contaminado por plomo, señala que las actividades de remediación redujeron la carga sanitaria asociada a la contaminación de las tierras a un costo aceptable y a unos umbrales acordes con las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS).	Ericson *et al.* (2018)
Equidad	La implicación de las comunidades locales tanto en el diseño de las actividades apoyadas por el proyecto como en su ejecución promovió la participación y la apropiación local, lo que contribuyó a promover la dimensión de equidad de la política. Otra dimensión de equidad de la política es la promoción del acceso a la tierra que ha pasado a ser utilizable tras la ejecución de los programas de remediación.	Lupi y Hoa (2015)
Beneficios derivados	Las personas y comunidades afectadas por la contaminación proveniente de dioxinas pueden beneficiarse de las oportunidades de empleo durante las actividades de remediación. Asimismo, las actividades comerciales cercanas al aeropuerto se han beneficiado de la remediación, pues esto ha permitido la habilitación de terrenos más viables. Este proyecto generó considerables beneficios para la salud del país. Si no se hubiera actuado, la contaminación por dioxinas se habría extendido, lo que habría supuesto un grave riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Además de neutralizar la contaminación por dioxinas, una parte considerable del proyecto se centró en actividades de educación sanitaria y reducción de riesgos entre las comunidades cercanas a los focos de contaminación. Esto promovió una salud positiva entre la población.	University of the West of England, Science Communication Unit (2013)
Aspectos transfronterizos	A pesar de que los países vecinos también se vieron afectados durante la guerra de Vietnam por la misma forma de contaminación, no existen problemas transfronterizos potenciales en la aplicación de la política.	
Posibles mejoras	Vietnam ha demostrado un fuerte compromiso con la política de recuperación de tierras; sin embargo, no está claro la cantidad de tierras contaminadas que se han recuperado. Esta es una variable importante y necesaria para evaluar con precisión la eficacia de la política del programa de descontaminación.	



15.2.4 Asesoramiento y creación de redes para la innovación agrícola

La promoción de la innovación por parte de los usuarios de la tierra y de los agricultores es un tipo de política genérica. Esta utiliza instrumentos como incentivos y prestación de servicios de extensión y educativos. Algunas de las tecnologías de innovación que se han expandido en las dos últimas décadas son la siembra directa (SD) y la agricultura de conservación (AC). De hecho, ambas prácticas son complementarias entre sí y logran objetivos similares. Mientras que la SD no es una práctica principal en la AC, esta última se basa en otros dos principios, a saber: la introducción de cultivos de cobertura y la rotación de cultivos (Kassam y Friedrich 2011). La SD y la AC se desarrollaron inicialmente para combatir la erosión del suelo; sin embargo, también pueden optimizar la producción de los cultivos, promover la salud del suelo manteniendo la materia orgánica y los nutrientes y mejorar la calidad del agua y del aire. Tanto la SD como la AC se consideran procesos de desarrollo impulsados por la comunidad para la aceptación de nuevos principios agrícolas. Sin embargo, su participación mundial es limitada. La SD se practica principalmente en América del Norte (32% de la superficie mundial dedicada a la SD) y en América del Sur (45%). La AC, por su parte, cubre alrededor del 11% de la superficie total de cultivo en todo el mundo y, al igual que la SD, está más extendida en América del Norte y del Sur, sumando en conjunto el 76,6% de la superficie total. Europa se queda atrás, con solo unos 7 millones de hectáreas, las cuales se encuentran principalmente en la Federación Rusa, Francia, España e Italia (FAO 2016).

La SD y la AC se consideran muy prometedoras en términos de calidad del suelo, secuestro de carbono y beneficios medio ambientales (Reicosky 2015; Haddaway *et al.* 2017), sin embargo, es posible que resulten menos rentables, al menos durante los primeros años de cultivo, ya que los rendimientos tienden a ser inferiores a los de la agricultura convencional (Vastola *et al.* 2017), pero con el tiempo esta diferencia puede reducirse. El inconveniente de la SD y la AC es el mayor uso de herbicidas que va unido a la reducción de las labores de labranza.

Algunos ejemplos de instrumentos políticos son la disminución de los impuestos sobre los fertilizantes y las subvenciones gubernamentales a los agricultores que han adoptado la SD (Lankoski, Ollikainen y Uusitalo 2004). Dentro del marco del FPEIR (Sección 1.6), este enfoque político se dirige especialmente a la presión, que consiste en aplicar nuevas tecnologías de labranza que causen una alteración mínima del suelo, mejoren la capacidad de retención de agua del mismo y proporcionen un control sobre la erosión (Dumanski *et al.* 2006; Serraj y Sidique 2012). La aplicación a largo plazo de las prácticas de SD y AC depende de la viabilidad económica de los agricultores, especialmente de aquellos en los países en desarrollo (Krueger 2012). Estos dependen en gran medida de las subvenciones gubernamentales, en particular para la adquisición de maquinaria agrícola adecuada para este tipo de agricultura. El Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI, por su sigla en inglés) proyecta una gran ganancia asociada a la adopción del cultivo de SD en el sur de Asia y el Pacífico en su conjunto, hasta con un 32% más de rendimiento en el caso del maíz y un 47% en el del trigo, en comparación con el escenario de referencia (Rosegrant *et al.* 2014).

Estudio de caso: cultivo de siembra directa en Australia Occidental

A finales de la década de 1970, la agricultura se vio gravemente afectada en Australia Occidental por la sequía y la compactación del suelo. Entre los años ochenta y principios de los noventa, los agricultores australianos intentaron encontrar formas de superar las consecuencias negativas de la sequía mediante la aplicación de sistemas de SD (Bellotti y Rochecouste 2014). Gracias a los aparentes beneficios de la SD, la tasa de adopción entre otros agricultores aumentó hasta alcanzar alrededor del 80%-90% en 2008 (Bellotti y Rochecouste 2014). La **Tabla 15.6** ofrece un resumen de los criterios de evaluación.

La implementación de la SD australiana fue calificada como eficaz en la conservación del suelo y el agua, en el control de plagas, enfermedades y maleza, así como en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Esto quedó demostrado con el programa de SD de New South Wales, por medio del cual se contribuyó a mejorar la fertilidad del suelo, a estabilizar su acidez y a aumentar su contenido de carbono orgánico (Bellotti y Rochecouste, 2014).

Tabla 15.6: Resumen de los criterios de evaluación para la aplicación de la SD en Australia

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Es reconocido que en Australia la implementación de la SD conduce a una profunda mejora en la conservación del agua del suelo, aumentando la cantidad disponible para el crecimiento de los cultivos y la absorción de nutrientes. Los agricultores de New South Wales adoptaron un programa de SD como estrategia para frenar las pérdidas de nutrientes del suelo derivadas de las prácticas agrícolas convencionales a largo plazo. La fertilidad del suelo en los lugares mejoró considerablemente y la acidez del suelo se estabilizó. Además, se produjo una notable mejora en el contenido de carbono orgánico del suelo. Todas estas importantes contribuciones positivas sobre la SD son indicadores clave para medir el éxito o el fracaso.	Bellotti y Rochecouste (2014)
Independencia de la evaluación	Bellotti y Rochecouste (2014) llevaron a cabo evaluaciones independientes del programa de SD de las asociaciones agrícolas Australian No-Till en 2014.	Bellotti y Rochecouste (2014)
Actores clave	Los actores clave del programa de SD en Australia incluyen a los agricultores, la Western Australian No Tillage Farmers Association y el Gobierno australiano, que ofreció incentivos de crédito fiscal a los agricultores que practican este tipo de agricultura, así como a los asesores de los agricultores.	
Línea de referencia	El Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) proyecta una gran ganancia asociada a la adopción del cultivo de SD en el sur de Asia y el Pacífico. La Economics of Land Degradation Initiative reporta datos positivos sobre la implantación de la tecnología de SD en Tayikistán. Sin embargo, en el caso de Australia, estas cifras podrían ser inferiores si se tiene en cuenta la tasa de adopción de dicha tecnología. Por lo tanto, su potencial de expansión en Australia se considera insignificante.	Rakhmon (2016)
Marco temporal	La introducción de la SD comenzó entre principios de 1960 y 1980, lo que se describió como el período de concienciación. Posteriormente, los agricultores experimentaron con las técnicas de SD, dando lugar a su rápida adopción y difusión.	
Factores limitantes	El cultivo mediante la SD requiere el uso de más fertilizantes nitrogenados, especialmente durante los primeros 2-3 años, lo que constituye una grave limitación para los agricultores con escaso acceso a los insumos. El uso de herbicidas es también un requisito principal para cualquier sistema de SD. En muchos casos, el uso de herbicidas no selectivos, como el glifosato, está asociado a este tipo de sistemas. El uso extensivo de este tipo de herbicidas puede causar impactos negativos en la biodiversidad y en la salud humana. En Europa, por ejemplo, actualmente el permiso para usar a futuro el glifosato como herbicida en la agricultura está bajo un fuerte escrutinio debido a sus implicaciones en la biodiversidad e incluso por sus posibles efectos adversos en la salud humana. Si el permiso no se amplía en el futuro, la adopción del sistema de SD podría disminuir. Sin embargo, los futuros desarrollos de la agricultura de precisión como nuevo sistema de cultivo que optimiza los rendimientos mediante la reducción de los insumos que permiten las tecnologías de big data y los nuevos sensores podrían permitir una reducción drástica de las necesidades de herbicidas.	Trigo *et al.* (2009)
Factores facilitadores	Hay varios factores que favorecen la adopción de la SD en Australia. Entre ellos, la necesidad de cambio percibida y la complejidad cambiante de la agricultura. Esto ha ayudado a los agricultores a comprender rápidamente el tipo de habilidades que se requieren en el desarrollo de una práctica exitosa de SD y estos no tardaron en responder a los requisitos de habilidades en el contexto de la SD en Australia. Los sistemas de SD también se entienden como instrumentos prometedores para la adaptación al cambio climático en la agricultura. Este pensamiento ha promovido la adopción generalizada y el apoyo a la agricultura de SD entre las partes interesadas.	Bellotti y Rochecouste (2014); Lal (2014); Rosegrant *et al.* (2014)
Rentabilidad	Las pruebas demuestran que la SD es rentable, con varias ventajas agronómicas y de mejora del suelo. También se observa que este tipo de siembra mejora los presupuestos de funcionamiento de las explotaciones. Situación que puede variar según el lugar. También hay pruebas en muchas zonas de que, en condiciones de buen manejo, la SD y la AC disminuyen positivamente la variabilidad del rendimiento entre temporadas, especialmente en zonas con escasas precipitaciones.	Serraj y Sidique 2012; Swella *et al.* 2015
Equidad	Ya que la introducción de la agricultura de SD requiere grandes inversiones de capital en nuevos equipos, es poco probable que los agricultores de bajos recursos puedan tener acceso a esta tecnología. Sin embargo, las estadísticas no muestran diferencias en el grado de implantación de la SD entre los estados de Australia, lo que da muestras de una asequibilidad al sistema para la mayoría de los agricultores (80-90%). En el sentido real del término, no hay perdedores en la agricultura del SD. Sin embargo, los agricultores son los principales beneficiados. En la agricultura de SD, los agricultores tienen la oportunidad de intensificar al máximo los cultivos debido a la ausencia de barbecho como práctica de AC.	Bellotti y Rochecouste (2014)
Beneficios derivados	Las prácticas de SD facilitan la gestión de los cultivos, la conservación del suelo y del agua y la mejora del rendimiento de las cosechas, así como el ahorro de energía, el costo y el tiempo, por lo que en general contribuyen a la intensificación de la agricultura. Los beneficios complementarios de la SD en este contexto incluyen a los agricultores, a los gobiernos y al público en general, que se beneficia del aumento de la producción de alimentos y de la sostenibilidad de los recursos de la tierra y del medio ambiente.	Giller *et al.* (2015)
Aspectos transfronterizos	Las cuestiones transfronterizas de la SD están relacionadas con sus contribuciones a la reducción del calentamiento global. La SD contribuye a la reducción del albedo en las zonas de cultivo y, por tanto, tiene un gran potencial para el enfriamiento global y la reducción del calentamiento global. Esta también ayuda a reducir la emisión de óxido nitroso (N_2O), potente gas de efecto invernadero, entre un 40%-70%, dependiendo de la rotación.	Wallheimer (2010); Omonode *et al.* (2011)
Posibles mejoras	La agricultura de SD es compatible con otras innovaciones tecnológicas. Las proyecciones del IFPRI para 2050 sugieren probar las siguientes combinaciones de esquemas: (i) SD + cosecha de agua; (ii) SD + agricultura de precisión; (iii) SD + tolerancia al calor; y (iv) SD + tolerancia a la sequía. En las regiones más húmedas, estas combinaciones podrían compensar parte de la disminución de los rendimientos registrados en las zonas con SD.	Rosegrant *et al.* (2014)

15.2.5 Sistemas de políticas de alimentación responsables para minimizar el desperdicio de alimentos y promover las redes entre partes interesadas

El sistema alimentario actual está provocando un agotamiento, potencialmente irreversible, de los suelos, el agua y la biodiversidad hasta un grado irrecuperable (CLD 2017a, véase la Sección 4.4.3). Esto también conlleva un aumento de las desigualdades en el acceso a alimentos suficientes, frescos y saludables, así como una creciente epidemia de enfermedades relacionadas con la (mala) nutrición, como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardíacas (Rush y Yan 2017).

Un intento de hacer frente a estos retos trajo consigo el desarrollo de políticas alimentarias urbanas destinadas a integrar las cuestiones alimentarias y los residuos (Campoy-Muñoz, Cardenete y Delgado 2017), lo que a su vez podría reducir la presión sobre el suelo. Se estima que el 30% de todos los alimentos producidos se desperdician (FAO 2018); solo en la Unión Europea, se pierden 88 millones de toneladas (métricas) de alimentos al año (Stenmarck *et al.* 2016), lo que supone un costo de 143.000 millones de euros. Gran parte de estas pérdidas proceden de zonas urbanas muy pobladas. Por lo tanto, si las pérdidas disminuyeran, habría más tierra disponible para desarrollar sistemas agrícolas respetuosos con el medio ambiente, como la agricultura ecológica o la agroecología (Muller *et al.* 2017; Blakemore 2018). Más aún, casi todas las ciudades más grandes de Europa (Zdruli 2014) y del mundo se han expandido a expensas de mejores suelos que han sido adecuados para la producción de cultivos (Bren d'Amour *et al.* 2017).

El marco formal de los instrumentos de política alimentaria urbana se ha desarrollado sobre todo en las dos últimas décadas. A principios de los años 90, algunas ciudades pioneras comenzaron a desarrollar estrategias alimentarias y consejos de política alimentaria. Las políticas alimentarias urbanas representan acciones por parte de los gobiernos de las ciudades para hacer frente a los desafíos relacionados con la alimentación que requieren la coordinación entre departamentos y áreas políticas y el establecimiento de nuevas estructuras de gobernanza (International Panel of Experts on Sustainable Food Systems [IPESA-Food] 2017a).

En el marco del FPEIR (Sección 1.6), este enfoque político se dirige a un conjunto de fuerzas motrices de los recursos naturales, así como a la rápida urbanización, para reducir el uso insostenible de los recursos. Canadá fue uno de los países pioneros en desarrollar una política alimentaria urbana en 1991 mediante la creación del Consejo de Política Alimentaria de Toronto, con el fin de asesorar a la ciudad en cuestiones de política alimentaria, para servir como defensor de las estrategias de seguridad alimentaria de la comunidad y para fomentar el diálogo entre las partes interesadas. Actualmente, se están aplicando otros planes de políticas alimentarias urbanas en algunas ciudades europeas, como Ámsterdam, Gante, Bristol, Edimburgo y Londres. En este capítulo se hace una descripción más detallada del Pacto de Política Alimentaria Urbana de Milán (De Cunto *et al.* 2017).

Recuadro 15.2: Declaración de la CNULD sobre el sistema alimentario

"Nuestro sistema alimentario se ha centrado en la producción y el beneficio a corto plazo, en lugar de hacerlo en la sostenibilidad medio ambiental a largo plazo. El sistema agrícola moderno ha dado lugar a enormes aumentos mientras que el suelo, que es la base de la seguridad alimentaria a nivel mundial, está siendo contaminado, degradado y erosionado en muchas áreas, dando lugar a una disminución de la productividad a largo plazo".

(UNCCD 2017a).

Estudio de caso: Colaboración entre ciudades en materia de buenas prácticas alimentarias urbanas (Pacto de Política Alimentaria Urbana de Milán)

Un ejemplo típico de la colaboración entre ciudades en materia de buenas prácticas alimentarias urbanas es el Pacto de Política Alimentaria Urbana de Milán (MUFPP, por su sigla en inglés), el cual surgió en octubre de 2015. Se trata de un pacto político internacional firmado por una serie de ciudades de todo el mundo comprometidas con la mejora de la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y los usos del suelo agrícola en las zonas urbanas (Clinton *et al.* 2018). El régimen alimentario actual puede dejar de ser sostenible dados sus impactos negativos y potencialmente irreversibles sobre los recursos naturales, los cuales en la actualidad están abocados a alcanzar un grado irrecuperable (UNCCD 2017a). Una transformación en la distribución de la producción de alimentos y en los patrones de consumo es necesaria para lograr los cambios necesarios en el régimen alimentario actual y disminuir sus impactos negativos sobre la tierra y la salud pública. Por lo tanto, se ha considerado que las políticas alimentarias urbanas tienen el potencial de efectuar los cambios necesarios en el sector alimentario mundial, tanto en términos de seguridad alimentaria como de uso y gestión de los recursos naturales (Milan Urban Food Policy Pact 2018).



© Shutterstock/Jon Hicks

Para 2030, el objetivo de las Naciones Unidas es alcanzar el objetivo de hambre cero (ODS 2). Para lograr dicho objetivo, el ODS 15 (vida en la tierra) resulta de suma relevancia, sin embargo, esto solo puede ocurrir con el apoyo activo de las ciudades. El MUFPP, firmado actualmente por 167 ciudades, compromete a los firmantes a desarrollar políticas, programas e iniciativas sostenibles en todos los sectores que afectan a los sistemas alimentarios urbanos en seis grupos temáticos: "(i) gobernanza o garantía de un entorno propicio para una acción eficaz; (ii) dietas y nutrición sostenibles; (iii) equidad social y económica; (iv) producción de alimentos, incluidos los vínculos urbano-rurales; (v) suministro y distribución de alimentos y (vi) prevención, reducción y gestión de los residuos alimentarios" (Forster *et al.* eds. 2015). El Marco de Acción del MUFPP es voluntario y tiene como objetivo acelerar la colaboración de las ciudades y mejorar los sistemas alimentarios sostenibles, al tiempo que reconoce la diversidad de las ciudades en términos de objetivos y metas (Forster *et al.* eds. 2015). Todos estos objetivos están estrechamente relacionados con la protección del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad (**Tabla 15.7**). Un ejemplo típico de los resultados del MUFPP es el estudio de caso en México sobre el impuesto a las bebidas azucaradas (Colchero *et al.* 2016), que se describe a continuación.

Tabla 15.7: Resumen de los criterios de evaluación sobre el Pacto de Política Alimentaria Urbana de Milán y sus impactos en México

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El MUFPP consolida el papel de las ciudades como actores clave en el sistema alimentario mundial y promueve los vínculos de colaboración entre ellas. Su lanzamiento se realizó durante la Exposición Universal de Milán 2015 "Alimentar el planeta con energía para la vida", como parte del documento histórico Carta de Milán firmado el 16 de octubre de 2015 por el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-Moon. Dos años después de su lanzamiento, el Pacto ha demostrado ser un instrumento útil para promover la colaboración entre las ciudades en materia de políticas alimentarias y ayudarlas a aplicar mejor la planificación del uso del suelo y mejorar la sostenibilidad medio ambiental.	European Association for the Study of Obesity (2015)
Independencia de la evaluación	Aunque todavía no hay evidencia de la realización de una evaluación de impacto del Pacto de Política Alimentaria Urbana de Milán, una de las principales evaluaciones de impacto independientes sobre la misma fue llevada a cabo en México.	Colchero *et al.* (2016)
Actores clave	Los actores clave del MUFPP incluyen a los alcaldes a cargo de las ciudades que firmaron el Pacto, a las organizaciones de la sociedad civil de las ciudades firmantes, el sector privado y las comunidades de investigación.	
Línea de referencia	Los datos disponibles muestran que se consumen hasta 43 galones de refrescos per cápita al año en México. Además, los estudiantes mexicanos de entre 5 y 11 años consumen el 20,7% de las bebidas energéticas, de las cuales cerca de la mitad son azucaradas, mientras que la mayoría (64%) de los adultos mexicanos tienen sobrepeso, el 28% son obesos y el 11% de los mexicanos padecen diabetes tipo 2.	Flores *et al.* (2010); Bronwell *et al.* (2011); WHO (2015)
Marco temporal	Esta iniciativa fue lanzada en enero de 2014 por el Gobierno mexicano y la evaluación independiente se realizó en 2016.	
Factores limitantes	Los factores limitantes identificados por el Pacto incluyen el sistema de gobernanza de algunas ciudades que carecen de instituciones y departamentos gubernamentales fuertemente capacitados, así como la escasa participación de las partes interesadas. Otro factor limitante son las políticas divergentes de las ciudades que afectan a la autoridad o jurisdicción municipal.	Forster *et al.* eds. (2015)
Factores facilitadores	Los factores clave que hicieron posible la implementación del MUFPP en México son el marco de resultados producto de la evidencia del Pacto, así como la disponibilidad de financiamiento.	IPES-Food (2017b)
Rentabilidad	Thavorncharoensap (2017) examinó la rentabilidad de la prevención y el control de la obesidad mediante impuestos sobre las bebidas. Los resultados mostraron que los impuestos sobre las bebidas son una medida relevante, a la vez que rentable para la prevención y el control de la obesidad. Algunos casos de ciudades revelan algunas técnicas o acciones que resultarían en políticas rentables. Entre ellas se encuentran los microhuertos, la creación de múltiples cooperativas, las aplicaciones móviles, las tiendas familiares, los programas de restaurantes populares y el fomento de la agricultura urbana.	Forster *et al.* eds. (2015); FAO (2017); Thavorncharoensap (2017)
Equidad	Seis acciones recomendadas fueron promovidas para la equidad social y económica: (i) el uso de mecanismos de protección social, tales como las transferencias de efectivo y alimentos a las poblaciones vulnerables para aumentar el acceso a estos; (ii) la reorientación de los programas de alimentación escolar para proporcionar alimentos saludables; (iii) la promoción de empleos decentes; (iv) el fomento y el apoyo a las actividades económicas sociales y solidarias; (v) la promoción de redes y el apoyo a las actividades de base; y (vi) la promoción de la educación, la formación y la investigación participativa.	Forster *et al.* eds. (2015)
Beneficios derivados	Los beneficios complementarios de la política incluyen a los residentes locales que reciben apoyo del gobierno de la ciudad en muchos aspectos de la vida cotidiana, incluyendo el aumento de las zonas verdes y la biodiversidad, la promoción de la economía local que crea puestos de trabajo, la solidaridad entre los habitantes, una mejor calidad de los alimentos, la mejora de las zonas abandonadas, el reciclaje y la gestión de residuos y la creación de un paisaje urbano diverso para la recreación. Además, la política también se ocupó con éxito de las olas de calor y las islas dentro de la ciudad.	Forster *et al.* eds. (2015)
Aspectos transfronterizos	Esta red tiene la capacidad de congregar a los gobiernos locales y potenciar su papel dentro de una estructura de gobernanza multinivel, proporcionando una plataforma de múltiples partes interesadas para la comunicación y el intercambio de políticas implementadas con éxito.	Cinzia y Licomati (2017)
Posibles mejoras	Existen brechas en ciertas áreas críticas, incluyendo la necesidad de mejorar el nivel de colaboración entre los departamentos gubernamentales más importantes para la implementación del Pacto, la coherencia de las políticas y la inclusión de todas las partes interesadas cruciales en la implementación de la política alimentaria.	Forster *et al.* eds. (2015)

El MUFPP tiene implicaciones para el medio ambiente, la economía, la equidad social y la salud de las poblaciones urbanas y su vinculación con la agricultura rural y urbana. Cada vez son más las ciudades que participan en esta iniciativa y se espera que muchas más se sumen al esfuerzo. La tercera Reunión Anual y Cumbre de Alcaldes de la MUFPP se celebró en Valencia (España) en octubre de 2017 con la participación de más de 400 alcaldes, expertos y delegados de ciudades. Estos pidieron a los organismos de las Naciones Unidas que reconozcan su papel en la configuración de un sistema alimentario sostenible y creen un mejor entorno de vida dentro y fuera de las ciudades. La eficacia política del Pacto en México se refleja en una mayor concienciación de la población local sobre las consecuencias para la salud del uso excesivo de refrescos azucarados y la necesidad de volver a los sistemas alimentarios tradicionales.

15.3 Indicadores

La gestión de la tierra está explícitamente contemplada en el ODS 15.3 y también tiene muchas interconexiones con otros ODS, concretamente con los ODS 1, 2, 3, 6, 7, 11, 12 y 13. Los ODS incluyen un total de 244 indicadores sobre los cuales se logró alcanzar un acuerdo general. Sobre la base de la disponibilidad de datos y la relevancia para las políticas de tierras y suelos, tres indicadores de los ODS destacan como los más relevantes para este capítulo (**Tabla 15.8**):

1. Proporción de tierras degradadas en comparación con la superficie total (Indicador 15.3.1),
2. Áreas terrestres protegidas como porcentaje de la superficie total de la tierra (Indicador 15.3.2); y,
3. Cociente entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población (Indicador 11.3.1).

Tabla 15.8: Indicadores para evaluar la eficacia de la política de la tierra y para medir el progreso hacia la consecución de los objetivos medio ambientales globales

Indicador	Justificación de la selección	Abordado en la parte A: Sí/No Cómo:	Abordado en los estudios de caso: Sí/No Cuál	Conexión con los ODS o con los MEA	Fuentes de datos	Cadenas causales a las políticas y otras variables que afectan el indicador
1. Proporción de tierra degradada sobre la superficie total de tierra	Indicador ODS 15.3.1: Existe un consenso científico y político, así como un precedente y un acuerdo.	Sí. Sección 4.4.3 sobre el sistema alimentario; un "recuadro" sobre las crisis sirias Recuadro 9.4: Jordania se enfrenta a una crisis combinada de refugiados y agua.	Sí 2.2 Establecimiento de los valores del umbral 2.3 Planificación y compensación 2.4 Programa de financiación más el establecimiento de normas para la gestión de mejores prácticas	Es un indicador del ODS 15. La "degradación de la tierra" se define y discute en la CNULD.	Véanse las siguientes fuentes sobre la degradación de la tierra: Gibbs y Salmon 2015; Le, Nkonya y Mizarbaev 2016. La FAO cuenta con el Sistema Mundial de Información sobre Degradación de la Tierra (GLADIS); la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible [UNSDSN] (2014) señaló que los datos sobre tierras degradadas han sido "irregulares". Véase también los metadatos de la CNULD.	IPBES (2018a) indica que la proporción de tierra degradada sobre el total de la tierra sigue aumentando, especialmente debido a la falta de políticas o a su escasa aplicación.
2. Áreas terrestres protegidas como porcentaje de la superficie total de la tierra	Indicadores ODS 15.1.2 y 15.4.1: Existe un consenso científico y político, así como un precedente y un acuerdo.	No	No	Indicadores ODS 15.1.2 y 15.4.1.	La Lista de Áreas Protegidas de las Naciones Unidas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN] 1994; UICN 1998; Chape *et al.* 2003) están disponibles en línea. También existe la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas. El PNUMA-WCMC cuenta con el informe Planeta Protegido. Véase (United Nations 2018).	Las políticas para las áreas protegidas tuvieron impactos positivos en general, especialmente en los países desarrollados, con resultados menos pronunciados en el resto del mundo.
3. Cociente entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población	Dado que el consumo de tierras es la forma más fuerte y mayormente irreversible de degradación de la tierra, su desvinculación del crecimiento de la población es el paso fundamental para mantenerla, también respecto al nexo con los otros ODS.	Sí. Sección 2.2	Sí. 2.1 Creación de una red de partes interesadas	Indicador ODS 11.3.1	ONU-Hábitat para todos los países del mundo. Los datos de más de 300 ciudades son monitoreados por The City Prosperity Initiative, Lincoln Institute, University of New York y UN-Habitat.	A nivel mundial, la cobertura del suelo se ve alterada, principalmente, por el uso humano directo. Los datos de un estudio sobre 120 ciudades revelan que el crecimiento de la cubierta del suelo urbano es tres veces más rápido que el crecimiento de la población urbana. Otras variables que afectan al indicador son la degradación de la tierra y la producción de cultivos.

Estos fueron utilizados en la evaluación realizada sobre la eficacia de las políticas y para medir el progreso hacia los objetivos medio ambientales acordados internacionalmente, con especial referencia a la tierra y el suelo.

15.3.1 Indicador 1: Proporción de tierra degradada sobre el total de tierra

La expansión de las actividades económicas humanas y el interés competitivo por los recursos de la tierra han aumentado drásticamente la presión sobre esta y sobre los ecosistemas terrestres (**Figura 15.3**) y, en algunos casos, han acentuado los conflictos políticos a nivel local (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2017). Las estimaciones sobre la degradación de la tierra a nivel mundial muestran que alrededor del 25% de toda la tierra está degradada, el 36% está ligera o moderadamente degradada, mientras que el 10% presenta una mejoría (FAO 2011; IPBES 2018b). La unidad de medida de este indicador es la superficie (ha o km^2) de tierra degradada dividida por el total de la tierra (UNCCD 2017b). Este indicador se mide sumando todas aquellas áreas que están sujetas a cambios y cuyas condiciones son consideradas como negativas por las autoridades nacionales al medir y evaluar cada uno de los tres subindicadores siguientes:

- cubierta terrestre y cambio de la cubierta terrestre;
- productividad de la tierra; y,
- reservas de carbono por encima y por debajo del suelo.

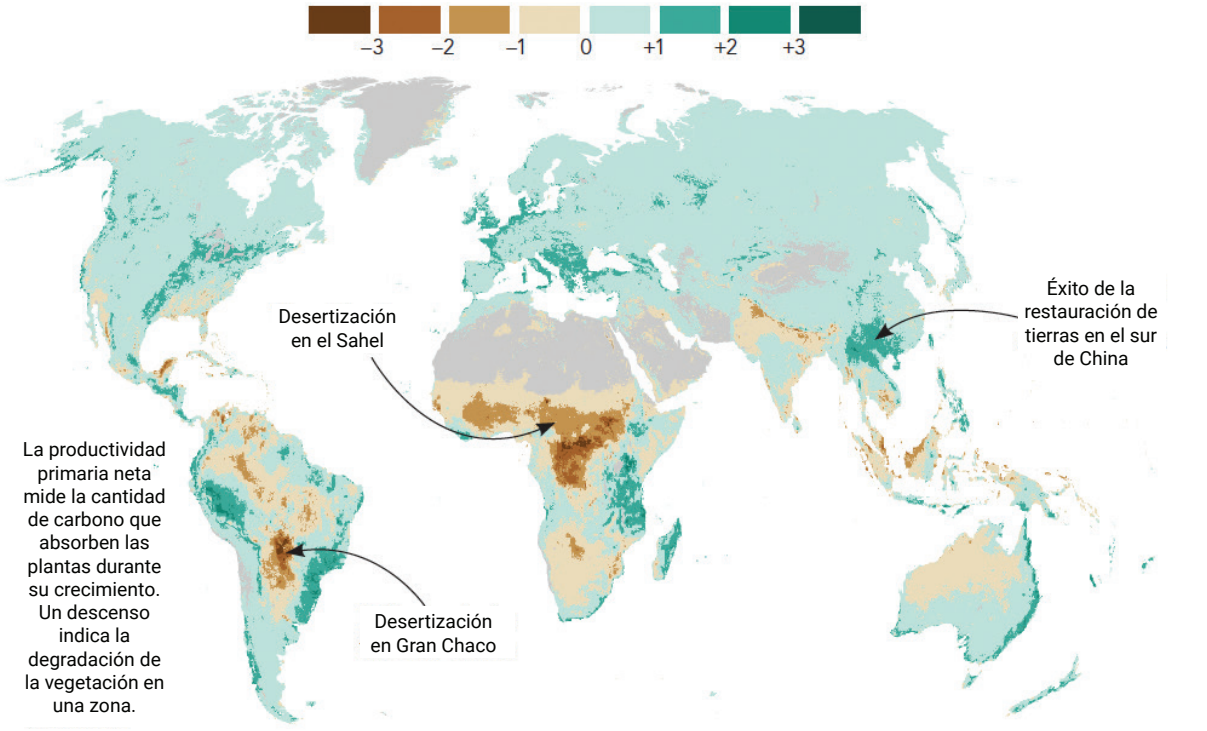
El indicador está vinculado a varias metas y compromisos que han acordado los gobiernos mundiales, regionales y nacionales para detener e invertir la degradación de la tierra y restaurar las tierras degradadas (IPBES 2018b). Estos incluyen, por ejemplo, las Metas de Biodiversidad de Aichi, el Desafío de Bonn y las iniciativas regionales relacionadas (por ejemplo, 20x20, Iniciativa de Restauración del Paisaje Forestal Africano [AFR100] 2018), y la meta 15.3 de los ODS.

El indicador aborda la naturaleza de la degradación de la tierra, que se expresa como "la reducción de la capacidad de la tierra para proporcionar bienes y servicios ecosistémicos durante un período de tiempo para sus beneficiarios" (Nachtergaele *et al.* 2011; Zdruli 2014). La degradación de la tierra tiene efectos directos en la capacidad de producción primaria neta de biomasa, pero los factores socioeconómicos desempeñan un papel importante en su aparición, como es el vínculo entre la urbanización y la contaminación del suelo y del aire que conlleva (Prasad y Badarinth 2004; Seto, Güneralpa y Hutyra 2012). En otros casos, los factores socioeconómicos han obstaculizado los esfuerzos para hacer frente a la degradación de la tierra (Lubwama 1999; Chasek *et al.* 2011). Este es el caso de la expansión urbana o de la expansión de los paneles solares promovida por las políticas de energía renovable y la falta de directrices bien definidas sobre planificación de uso del suelo, las cuales han acelerado los cambios en el uso de este a expensas de los suelos fértiles que, de otro modo, deberían utilizarse para la producción de alimentos o la preservación de las contribuciones de la naturaleza a las personas (Díaz *et al.* 2018).

La eficacia de las políticas para detener o revertir la expansión de las áreas degradadas sobre el total de la superficie terrestre han dado resultados limitados; a nivel mundial, la degradación de la tierra sigue siendo uno de los procesos de degradación más importantes con enormes consecuencias para la seguridad alimentaria, consecuencias ambientales y amenazas a los medios de vida (IPBES 2018b).

La **Figura 15.3** destaca el papel del secuestro de carbono en el suelo como un importante indicador directamente relacionado con

Figura 15.3: Tendencias de la degradación y restauración de la tierra a nivel mundial



Fuente: Banco Mundial (2018, p. 59).

la fertilidad del mismo y la mitigación del cambio climático. La Iniciativa 4 por 1000 está promoviendo la acumulación de carbono en el suelo mundial a una tasa del 0,4% anual para detener el aumento de CO_2 en la atmósfera, que es el principal contribuyente al cambio climático. La iniciativa pretende alcanzar sus objetivos aplicando los principios de la agricultura de conservación y la agroecología. La cifra muestra la expansión de la desertificación en el Sahel, la deforestación en América Latina y los resultados positivos en la restauración de tierras en el sur de China.

15.3.2 Indicador 2: Áreas terrestres protegidas como porcentaje de la superficie total de la tierra

Desde mediados de la década de 1990, la creciente preocupación por la degradación del medio ambiente ha dado lugar al énfasis actual en las funciones que desempeña la naturaleza en el mantenimiento de las sociedades (Butchart *et al.* 2015; Díaz *et al.* 2018). En reconocimiento de su importancia, 193 Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) adoptaron las 20 Metas de Aichi que deben cumplirse para 2020. La meta 11 de la biodiversidad de Aichi es de especial relevancia y se compromete a un aumento del 1,6% (del 15,4% al 17% como mínimo) de las áreas protegidas para 2020 (CDB 2010). Esto también podría contribuir a reducir la pérdida de hábitats naturales (meta 5), a reducir el declive y la extinción de especies inducidas por el hombre (meta 12) y a mantener las reservas mundiales de carbono (meta 15). Desde entonces, los países han acordado las metas de los ODS (United Nations 2015) para 2020 y a futuro, con lo cual es probable que esto impulse la agenda de las áreas terrestres protegidas en las próximas décadas (Allen *et al.* 2016). El ODS 15 se refiere, específicamente, a los recursos terrestres y su gestión.

Este indicador mide la proporción de áreas terrestres protegidas como parte de la superficie total de la tierra, expresada en porcentaje (United Nations 2015). El propósito del indicador es presentar en qué medida las áreas terrestres que ofrecen valor ecosistémico en términos de conservación de la biodiversidad, de patrimonio cultural, de investigación científica, de recreación y de otros usos valiosos están protegidas, en su diversidad e integridad, de los usos insostenibles de la tierra (United Nations 2015).

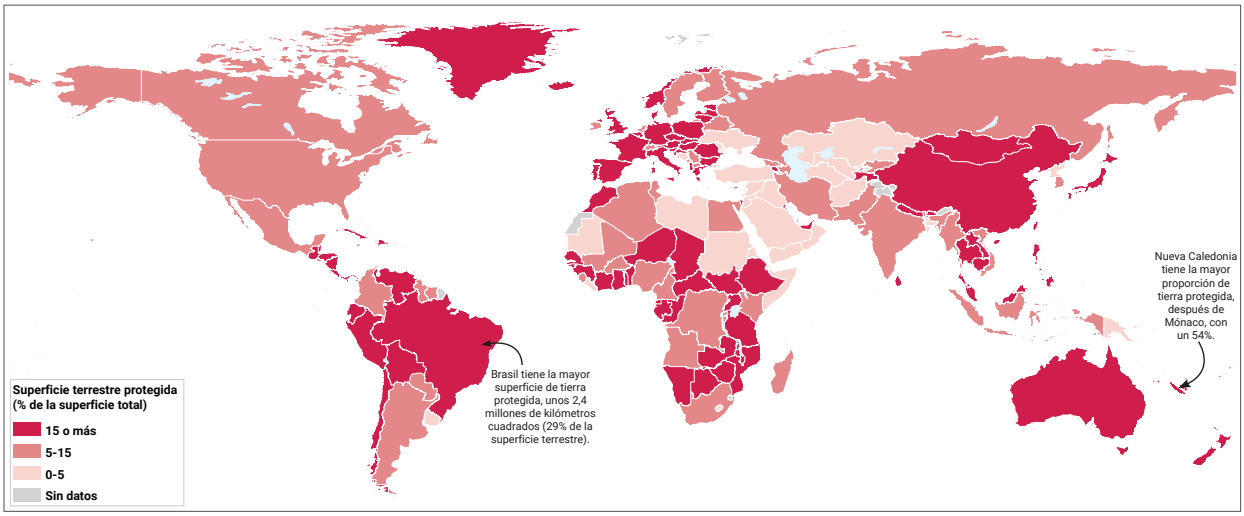
El indicador se calcula utilizando todas las áreas protegidas designadas a nivel nacional registradas en la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (WDPA, por su sigla en inglés) (United Nations Environment World Conservation Monitoring Centre 2018). Los datos del Banco Mundial (2017) muestran que la superficie de las áreas protegidas en el período 1990-2014 aumentó del 8,2% al 14,8%, lo que indica una tendencia positiva que refleja la implementación de políticas nacionales e internacionales a su favor (**Figura 15.4**).

La gobernanza de las áreas protegidas, en particular de los bosques primarios, es particularmente relevante ya que evidencia los impactos de los precios de la producción agrícola en las tasas de deforestación, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas (Deiro y Escobar 2012). En un estudio sobre la Amazonia, Assunção, Gadour y Rocha (2015), encontraron altas correlaciones entre las tasas de deforestación y los precios de la producción agrícola, mientras que Deiro y Escobar (2012) señalan que "entre 1981 y 2010 se degradó o perdió una superficie de 45.000.000 hectáreas, de las cuales casi el 70% de los casos ocurrieron desde 2008". Sin embargo, estos últimos autores concluyen que los cambios en las políticas de conservación aplicados entre 2004 y 2008 contribuyeron significativamente a frenar las tasas de deforestación.

La ubicación es otro factor clave que influye en las áreas protegidas. Joppa y Pfaff (2009) han señalado que "la ubicación de las áreas protegidas no es aleatoria; a menudo están situadas en zonas inaccesibles o inadecuadas para la agricultura, en áreas remotas y topográficamente difíciles, sin enlaces de transporte, de manera que es poco probable que estén bajo la presión de los motores de desarrollo del cambio de uso de la tierra".

En general, existe un consenso científico y político, así como precedentes y acuerdos, sobre este indicador. Sin embargo, las pruebas sobre los impactos de los precios del mercado, la eficacia de la gestión y los factores propios de otros lugares han llevado a proponer la incorporación de indicadores que ayuden a medir las condiciones de las áreas protegidas y/o la eficacia de la gestión, incluyendo una gestión más equitativa e indicadores representativos de la cobertura espacial (por ejemplo, la superficie forestal como porcentaje de la superficie terrestre).

Figura 15.4: Superficie terrestre protegida como porcentaje de la superficie total por país (1990-2014)



Fuente: Banco Mundial (2018, p. 59).

15.3.3 Indicador 3: Proporción de la tasa de consumo de tierras con respecto al crecimiento de la población

En 2016, alrededor del 54,5% de la población mundial (humana) vivía en zonas urbanas y, para 2030, las Naciones Unidas prevén que el 60% de la población mundial será urbana (United Nations 2016a). El aumento total de la población urbana entre 2000 y 2020 se estima en 1.480 millones, de los cuales 1.350 millones se concentrarán en las regiones menos desarrolladas (United Nations 2012). A medida que el crecimiento de la población consume cada vez más suelo disponible, las ciudades se expanden mucho más allá de sus límites administrativos formales y la expansión urbana es visible alrededor de ellas (United Nations Human Settlements Programme [UN- Habitat] 2017).

La tasa de consumo de suelo se calcula en función de: (a) "La expansión de la superficie edificada que puede medirse directamente; b) la extensión absoluta de la tierra que es objeto de explotación agrícola, forestal o de otras actividades económicas; y c) la explotación excesivamente intensiva de la tierra que se utiliza para la agricultura y la silvicultura" (United Nations 2015). La tasa de crecimiento de la población muestra el aumento poblacional de un país durante un periodo determinado, normalmente un año, expresado en forma de porcentaje al inicio de ese periodo (World Bank 2017). (**Figura 15.5**).

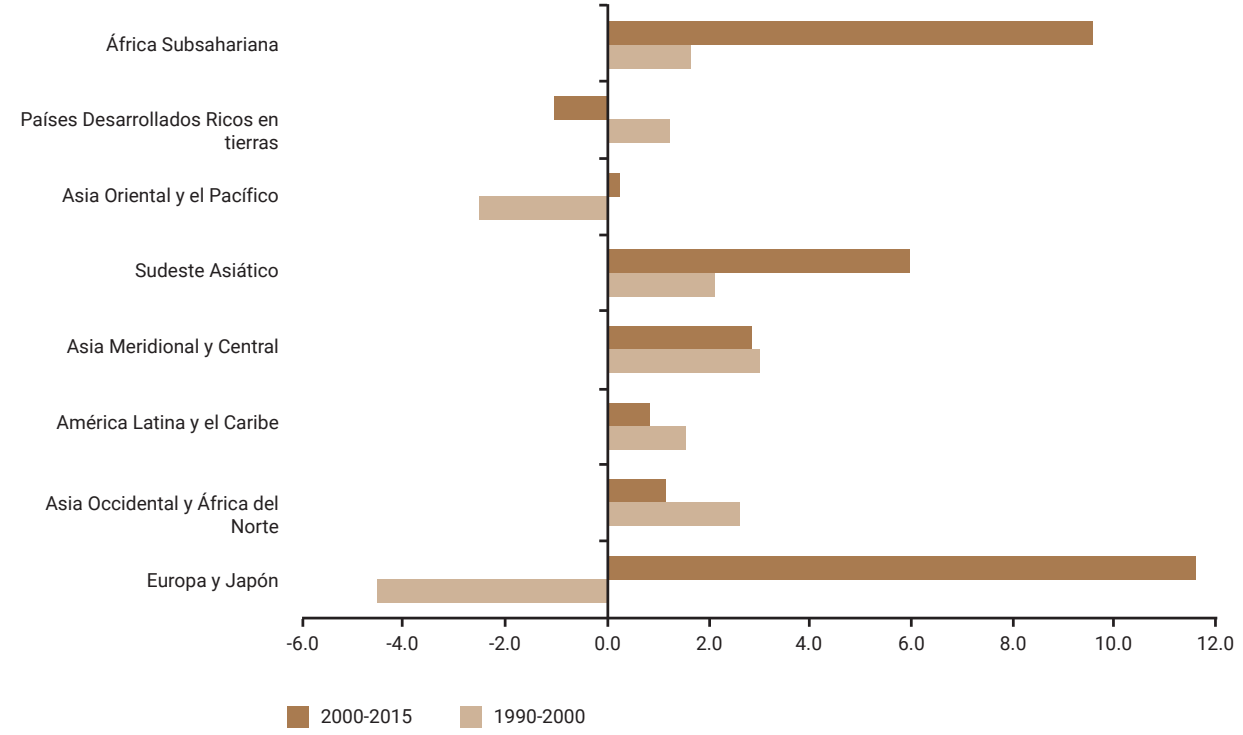
La relación entre la tasa de consumo de tierra y el crecimiento de la población es un indicador crítico que está estrechamente relacionado con múltiples ODS. Más directamente, está vinculado con el ODS 11, "[l]ograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles".

Los cambios en el uso de la tierra se deben en gran medida al aumento de las infraestructuras de transporte, la mala planificación urbana y regional y la especulación con los terrenos (UN-Habitat 2015). Esto, a su vez, repercute negativamente en el medio ambiente (uso de recursos per cápita y emisiones de gases de efecto invernadero). Por ejemplo, por cada 10% de aumento de la expansión urbana, se produce un incremento del 5,7% de las emisiones de CO_2 per cápita y un 9,6% de contaminación peligrosa per cápita. Asimismo, se presenta un aumento en las desigualdades socioeconómicas y espaciales. Por ejemplo, en 2014, el 30% de la población urbana mundial (880 millones de personas) vivía en condiciones de miseria; en el África subsahariana, esa proporción era del 55% (United Nations 2016b).

Aunque los datos demuestran que la mala planificación del espacio es uno de los principales factores que conducen a la expansión urbana, la formulación de políticas eficaces es fundamental para gestionar el consumo de la tierra (Rosni y Noor 2016). Muchos gobiernos se basan en políticas como las restricciones al uso de la tierra (por ejemplo, los límites de crecimiento urbano y la zonificación de lotes mínimos); políticas basadas en los precios, como los impuestos sobre la propiedad (Gyourko y Molloy 2015; Glaeser y Gyourko 2017); y otros sistemas normativos compuestos por ordenanzas de zonificación, reglamentos de subdivisión y códigos de construcción, para controlar la expansión urbana. Feng *et al.* (2016) concluyen que la aplicación de la política de planificación del uso de la tierra en China desempeñó un papel importante a la hora de garantizar una tasa de cambio efectiva más baja en materia de expansión urbana. El potencial de la restauración y reutilización de antiguos terrenos industriales y de otro tipo (brownfields) para mitigar el consumo de tierras aún se encuentra poco explorado en materia de planificación y de políticas de la tierra (Tobias *et al.* 2018).

Dados los elevados índices de consumo de tierras en la Unión Europea (275 ha de hábitats agrícolas y naturales son convertidos

Figura 15.5: Relación entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población por región y período (1990-2015)



Fuente: UN-Habitat (2015).

diariamente para uso de expansión urbana y otras formas de ocupación de tierras), se ha aprobado la política de "No Net Land Take" para 2050 mediante la cual se pretende reducir el consumo de tierras en todo el territorio de la Unión, dando prioridad a las zonas verdes y a los corredores ecológicos (University of the West of England, Science Communication Unit 2013).

Seto, Güneralpa y Hutyra (2012) afirman que los diversos factores causales dificultan la observación de este indicador a escala internacional. La falta de procedimientos estandarizados en la delimitación de las unidades espaciales y el reconocimiento de los límites administrativos conducen a incoherencias espaciales (United Nations 2018). Por lo tanto, ONU-Hábitat propuso una leve corrección del indicador 11.3.1 a saber: "Relación entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población, incluyendo el término *Uso eficiente de la tierra*", según el cual si la relación es igual o menor que 1 se califica como eficiente.

Otros indicadores alternativos propuestos son:

- "Recursos per cápita invertidos en asentamientos humanos por km^{2}" (por el FNUDC).
- "Porcentaje de ciudades con una estructura de participación directa de la sociedad civil en la planificación y gestión urbana, cuyo funcionamiento es regular y democrático" (por las Organizaciones del Sistema Estadístico de las Naciones Unidas).
- "Relación entre la tasa de consumo de la tierra y la tasa de crecimiento de la población urbana a escala comparable" (por el FPNU).

15.4 Conclusiones

Si bien a nivel mundial se han adoptado e implementado diferentes políticas e iniciativas sobre la tierra, por varias razones ha sido difícil atribuir los avances en esta área a enfoques políticos específicos.

En primer lugar, la naturaleza transfronteriza de la tierra y sus recursos (Sikor *et al.* 2013) dificulta la evaluación de la eficacia de las políticas. Muchos recursos de la tierra, como los bosques, no pueden gestionarse únicamente a nivel estatal debido a que estos atraviesan las fronteras internacionales. Las actividades de un país suelen tener efectos en las políticas e iniciativas de los países vecinos en materia de tierras. Esto dificulta la atribución de los avances a un enfoque político específico con respecto a la gestión sostenible de la tierra y sus recursos (Creutzig 2017). La tenencia de la tierra también es un factor limitante y las adquisiciones mundiales de tierras, o "acaparamiento de tierras", ascienden a más de 42 millones de ha, principalmente, en África. Los países importadores de alimentos han acelerado sus adquisiciones para mejorar la seguridad alimentaria a nivel mundial.

Muy relacionado con lo anterior está el reto de las teleconexiones. La demanda de alimentos en algunos lugares genera la absorción de tierras en otros; por ejemplo, África es un contribuyente neto a las necesidades alimentarias de Europa (Bergmann y Holmberg 2016). En este contexto, las políticas de gestión sostenible de la tierra en un país pueden verse afectadas positivamente (o negativamente) por la demanda de otro país, lo que también hace difícil atribuir los avances a un enfoque político específico. La capacidad regenerativa de los recursos de la tierra es otro gran obstáculo para la atribución de las políticas de la tierra. Los alimentos, el agua, los bosques y la fauna son recursos renovables. Con o sin algún marco en materia de políticas, algunos recursos terrestres, como los sistemas forestales, pueden regenerarse por sí mismos, lo que dificulta su atribución a una política específica de conservación de bosques.

El Banco Mundial (2006) ofrece una serie de principios, "en los casos en que las políticas de gestión de la tierra y los recursos han tenido éxito", los cuales son:

1. La participación de la comunidad local en todos los aspectos del programa;
2. Apoyo público a la inversión privada en la conservación del suelo y el agua;
3. Mejora y mantenimiento de las carreteras;
4. Una buena gestión macroeconómica que no discrimina la agricultura y los recursos naturales;
5. Un sólido desarrollo de la capacidad local por parte de las organizaciones no gubernamentales y otros proyectos de tipo cooperativo; y,
6. Esfuerzos constantes durante al menos una década por parte de los gobiernos interesados para aumentar no sólo la productividad de la tierra, sino también la concienciación sobre los problemas medio ambientales y las posibles soluciones a nivel local.

Algunas de estas condiciones se abordan en los estudios de caso de este capítulo. Sin embargo, hay dos enfoques emergentes en materia de políticas que resultan prometedores para el futuro. El primer enfoque implica el uso de incentivos económicos para tratar los problemas medio ambientales relacionados con la tierra, como demuestra el estudio de caso de China (Sección 15.2.2).

El segundo enfoque es la intensificación sostenible del uso de la tierra y la gestión integrada de los recursos (Garnett *et al.* 2013), a pesar de las críticas sobre los beneficios generales del concepto de intensificación agrícola (Rasmussen *et al.* 2018). La mejor manera de describir este enfoque es mediante los avances tecnológicos que garantizan el aumento de la producción de cultivos a través de la implementación de prácticas sostenibles de la tierra y el agua, como la agricultura de conservación y el cultivo de siembra directa, como se describe en el estudio de caso de Australia (Sección 15.2.4), así como los sistemas de cultivo combinados, como las legumbres y los cereales, la agrosilvicultura, la agroecología (World Bank 2006) y la agricultura regenerativa. Una de las principales lecciones aprendidas de los estudios de caso es la importancia de un marco institucional sólido para la aplicación de las políticas.

En todos los estudios de caso, el establecimiento de capacidades institucionales y administrativas para la aplicación de las políticas es la base del éxito en la mayoría de estas. Los indicadores son pertinentes para los objetivos internacionales interconectados más importantes, como los ODS, y aportan pruebas de los avances hacia el cumplimiento de los objetivos políticos. Por ejemplo, el indicador 2 sobre áreas terrestres protegidas como porcentaje de la superficie total de la tierra está relacionado con las Metas de Biodiversidad de Aichi 13, 11 y 5 y también es relevante para el ODS 15 y sus respectivas metas.

Los estudios de caso también indican que, mayoritariamente, la evaluación de la eficacia de las políticas ha sido encargada por partes externas interesadas, mientras que los gobiernos nacionales que a menudo participan en el diseño de las políticas no han mostrado un interés serio en la evaluación de las mismas. La evaluación de la política de tierras es importante, ya que proporcionará lecciones significativas que pueden ser útiles para el perfeccionamiento de las políticas y la aplicación de estrategias.

Una brecha evidente es el hecho de que la mayoría de las políticas nacionales de tierras no están vinculadas a los objetivos internacionales. Esto es importante, sobre todo desde el punto de vista de los ODS, si se tiene en cuenta que la aplicación de dichas políticas contribuirá poco o nada a la consecución de los objetivos internacionales. El Protocolo de Kioto ni siquiera mencionó la relación con el papel de la tierra y el suelo en la dinámica del cambio climático. Cuando los gobiernos nacionales ratifican los convenios internacionales, es importante que estos estén respaldados por políticas nacionales acordes, que estén acompañadas de indicadores de referencia para hacer un seguimiento de los avances hacia la consecución de los objetivos políticos.

Referencias

Abiodun, B.J., Adeyewa, Z.D., Oguntunde, P.G., Salami, A.T. y Ajayi, V.O. (2012). Modeling the impacts of reforestation on future climate in West Africa. *Theoretical and applied climatology* 110(1-2), 77-96. https://doi.org/10.1007/s00704-012-0614-1.

African Forest Landscape Restoration Initiative (2018). *Afr100*. http://afr100.org/ (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Ahrends, A., Hollingsworth, P.M., Beckschäfer, P., Chen, H., Zomer, R.J., Zhang, L. *et al.* (2017). China's fight to halt tree cover loss. *Proceedings of the Royal Society B* 284(1854). https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2559.

Akhtar-Schuster, M., Stringer, L.C., Erlewein, A., Metternicht, G., Minelli, S., Safriel, U. *et al.* (2017). Unpacking the concept of land degradation neutrality and addressing its operation through the Rio conventions. *Journal of Environmental Management* 195, 4-15. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.044.

Allen, C., Metternicht, G. y Wiedmann, T. (2016). National pathways to the global Sustainable Development Goals (SDGs): A comparative review of scenario modelling tools. *Environmental Science and Policy* 66, 199-207. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.008.

American Museum of Natural History (2008). *China's great green wall: A dust antidote?* https://www.amnh.org/explore/science-bulletins/(watch)/bio/news/china-s-great-green-wall-a-dust-antidote (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Assunção, J., Gandour, C. y Rocha, R. (2015). Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: Prices or policies? *Environment and Development Economics* 20(6), 697-722. https://doi.org/10.1017/S1355770X15000078.

Aunan, K. y Pan, X.-C. (2004). Exposure-response functions for health effects of ambient air pollution applicable for China – a meta-analysis. *Science of the Total Environment* 329(1–3), 3-16. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.03.008.

Ballabio, C., Panagos, P., Lugato, E., Huang, J.-H., Orgiazzi, A., Jones, A. *et al.* (2018). Copper distribution in European topsoils: An assessment based on LUCAS soil survey. *Science of the Total Environment* 636, 282-298. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.268.

Bellotti, B. y Rochecouste, J.F. (2014). The development of conservation agriculture in Australia—Farmers as innovators. *International Soil and Water Conservation Research* 2(1), 21-34. https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30011-3.

Bergmann, L. y Holmberg, M. (2016). Land in Motion. *Annals of the Association of American Geographers* 106(4), 932-956. https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1145537.

Blakemore, R.J. (2018). Critical decline of earthworms from organic origins under intensive, humic SOM-depleting agriculture. *Soil Systems* 2(2), 33. https://doi.org/10.3390/soilsystems2020033.

Bren d'Amour, C., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., Erb, K.-H. *et al.* (2017). Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(34), 8939-8944. https://doi.org/10.1073/pnas.1606036114.

Bronwell, K., Farley, T., Willet, W.C., Popkin, B.M., Chaloupka, F., Thompson, J.W. *et al.* (2011). The public health and economic benefits of taxing sugar-sweetened beverages. *The New England Journal of Medicine* 361(16), 1599–1605 https://doi.org/10.1056/NEJMhpr0905723.

Butchart, S.H.M., Clarke, M., Smith, R.J., Sykes, R.E., Scharlemann, J.P.W., Harfoot, M. *et al.* (2015). Shortfalls and solutions for meeting national and global conservation area targets. *Conservation Letters: Journal of the Society for Conservation Biology* 8(5), 329-337. https://doi.org/10.1111/conl.12158.

Campoy-Muñoz, P., Cardenete, M.A. y Delgado, M.C. (2017). Economic impact assessment of food waste reduction on European countries through social accounting matrices. *Resources, Conservation and Recycling* 122, 202–209. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.010.

Castella, J.-C., Lestrelin, G., Hett, C., Bourgoin, J., Fitriana Y.R., Heinimann, A. *et al.* (2013). Effects of landscape segregation on livelihood vulnerability: Moving from extensive shifting cultivation to rotational agriculture and natural forests in northern Laos. *Human Ecology* 41(1), 63–76. https://doi.org/10.1007/s10745-012-9538-8.

Chape, S., Blyth, S., Fish, L., Fox, P. y Spalding, M.D. (2003). *2003 United Nations List of Protected Areas.* Gland: International Union for Conservation of Nature. https://archive.org/details/2003unitednation03chap/page/n3.

Chasek, P., Essahli, W., Akthar-Schuster, M., Stringer, L.C. y Thomas, R. (2011). Integrated land degradation monitoring and assessment: Horizontal knowledge management at the national and international levels. *Land Degradation and Development* 22(2), 272-284. https://doi.org/10.1002/ldr.1096.

Choi. S. y Gankhuyag, U. (2016). Mining and sustainable development in the Asia Pacific region. *Financing for the Sustainable Development Goals: The Role of Fiscal Reforms, Revenue Management and Sovereign Wealth Funds in the Extractives Sector*. Bangkok, 7-8 December 2016. http://www.greengrowthknowledge.org/event/financing-sustainable-development-goals-sdgs-role- fiscal-reforms-revenue-management-and

Cinzia, T. y Licomati, S. (2017). The Milan urban food policy pact: The potential of food and the key role of cities in localizing SDGS. *Journal of Universities and International Development Cooperation* 1, 372-378. http://www.ojs.unito.it/index.php/junco/article/view/2173.

Clinton, N., Stuhlmacher, M., Miles, A., Uludere Aragon, N., Wagner, M., Georgescu, M. *et al.* (2018). A global geospatial ecosystem services estimate of urban agriculture. *Earth's Future* 6(1), 40-60. https://doi.org/10.1002/2017EF000536.

Colchero, M.A., Popkin, B.M., Rivera, J.A. y Ng, S.W. (2016). Beverage purchases from stores in Mexico under the excise tax on sugar sweetened beverages: Observational study. *BMJ* 352, 6704. https://doi.org/10.1136/bmj.h6704.

Convention on Biological Diversity (2010). X/2. The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets. Decision adopted by the Conference of Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting. 29 October. *UNEP/CBD/COP/DEC/X/2*. https://www.cbd.int/ doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.doc.

Creutzig, F. (2017). Govern land as a global commons. *Nature* 546(7656), 28-29. https://doi.org/10.1038/546028a.

De Cunto, A., Tegoni, C., Sonnino, R., Michel, C. y Lajili-Djalaï, F. (2017). *Food in Cities: Study on Innovation for A Sustainable and Healthy Production, Delivery, and Consumption of Food in Cities*. Brussels: European Commission. https://ec.europa.eu/research/openvision/pdf/rise/food_in_cities.pdf.

Deiro B. y Escobar, H. (2012). *Brasil perdeu um RJ de áreas protegidas*. Universidade Federal de Pernambuco http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,brasil-perdeu-um-rj-de-areas-protegidas,975519.

Deng, L., Liu, G.b. y Shangguan, Z.P. (2014). Land-use conversion and changing soil carbon stocks in China's 'Grain-for-Green' program: A synthesis. *Global Change Biology* 20(11), 3544–3556. https://doi.org/10.1111/gcb.12508.

Deng, X. y Li, Z. (2016). Economics of land degradation in China. En *Economics of Land Degradation and Improvement: A Global Assessment for Sustainable Development*. Nkonya, E., Mirzabaev, A. y von Braun, J. (eds.). chapter 13. 385-399. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-19168-3_13.pdf

Diaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z. *et al.* (2018). Assessing nature's contribution to people. *Science* 359(6373), 270-272. https://doi.org/10.1126/science.aap8826.

Dumanski, J., Peiretti, R., Benites, J., McGarry, D. y Pieri, C. (2006). The paradigm of conservation tillage. *Proceedings of World Association of Soil and Water Conservation* P1(7), 58-64. http://www.unapcaem.org/publication/ConservationAgri/ParaOfCA.pdf.

Ericson, B., Caravanos, J., Depratt, C., Santos, C., Cabral, M.G., Fuller, R. *et al.* (2018). Cost effectiveness of environmental lead risk mitigation in low- and middle-income countries. *GeoHealth* 2(2), 87-101. https://doi.org/10.1002/2017GH000109.

European Association for the Study of Obesity (2015). *Carta Di Milano: 2015 Milan Declaration: A Call to Action on Obesity.* Teddington. http://carta.milano.it/wp-content/uploads/2015/11/112.pdf.

European Environment Agency (2014). *Progress in Management of Contaminated Sites.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/downloads/a29faf166f9e45f78e3ae107e72d957c/1441389583/assessment.pdf.

Feng, L., Du, P., Zhu, L., Luo, J. y Adaku, E. (2016). Investigating sprawl along China's urban fringe from a spatio-temporal perspective. *Applied Spatial Analysis and Policy* 9(2), 233-250. https://doi.org/10.1007/s12061-015-9149-z.

Flores, M., Macias, N., Rivera, M., Lozada, A., Barquera, S., Rivera-Dommarco, J. *et al.* (2010). Dietary patterns in Mexican adults are associated with risk of being overweight or obese. *The Journal of Nutrition* 140(10), 1869–1873. https://doi.org/10.3945/jn.110.121533.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). *Global Forests Resources Assessment 2010: Country Report. Lao People's Democratic Republic.* Rome. http://www.fao.org/ forestry/20366-06af02af6c37e155d6de871dafdf77bbf.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems at Risk.* Rome. http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Conservation agriculture.* http://www.fao.org/ag/ca/6c.html (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). *Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management.* Rome. http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *Food loss and food waste.* http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/en/ (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils (2015). *Status of the World's Soil Resources: Main Report.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf.

Forster, T., Egal, F., Escudero, A.G., Dubbeling, M. y Renting, H. (eds.) (2015). *Pacto de política alimentaria urbana de Milán. Selected Good Practices from Cities*. Milano: Fondazione Giangiacomo Feltrinelli. https://www.ruaf.org/sites/default/files/MUFPP_SelectedGoodPracticesfromCities.pdf.

Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., Bateman, I.J., Benton, T.G., Bloomer, P. *et al.* (2013). Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science* 341(6141), 33-34. https://doi.org/10.1126/science.1234485.

Gibbs, H.K. y Salmon, J.M. (2015). Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography* 57, 12-21. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024.

Giller, K.E., Andersson, J.A., Corbeels, M., Kirkegaard, J., Mortensen, D., Erenstein, O. *et al.* (2015). Beyond conservation agriculture. *Frontiers in Plant Science* 6(872). https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00870.

Glaeser, E.L. y Gyourko, J. (2017). *The Economic Implications of Housing Supply.* Cambridge, MA: National Bureau OF Economic Research. http://www.nber.org/papers/w23833.pdf.

Global Witness (2013). *Rubber Barons. How Vietnamese Companies and International Financiers are Driving a Land Grabbing Crisis in Cambodia and Laos.* https://www.globalwitness.org/documents/10525/rubber_barons_lores_0_1.pdf.

Goudie, A.S. y Middleton, N.J. (2006). *Desert Dust in the Global System.* Springer. https://www.springer.com/gp/book/9783540323549.

Gyourko, J. y Molloy, R. (2015). Regulation and housing supply. En *Handbook of Regional and Urban Economics.* Duranton, G., Henderson, J.V. y Strange, W. (eds.). Amsterdam: Elsevier Science Publishers. chapter 19. 1289-1337. https://econpapers.repec.org/bookchap/eeeregchp/5-1289.htm

Haddaway, N.R., Hedlund, K., Jackson, L.E., Kätterer, T., Lugato, E., Thomsen, I.K. *et al.* (2017). How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. *Environmental Evidence* 6(30). https://doi.org/10.1186/s13750-017-0108-9.

Hamidov, A., Helming, K. y Balla, D. (2016). Impact of agricultural land use in Central Asia: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 36(1), 6. https://doi.org/10.1007/s13593-015-0337-7.

Henríquez-Hernández, A.L., González-Antuña, A., Boada, L.D., Carranza, C., Pérez-Arellano, J.L., Almeida-González, M. *et al.* (2018). Pattern of blood concentrations of 47 elements in two populations from the same geographical area but with different geological origin and lifestyles: Canary Islands (Spain) vs. Morocco. *Science of the Total Environment* 636, 709-716. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.311.

Huang, T., Zhang, X., Ling, Z., Zhang, L., Gao, H., Tian, C. *et al.* (2016). Impacts of large-scale land-use change on the uptake of polycyclic aromatic hydrocarbons in the artificial three northern regions shelter forest across northern China. *Environmental Science & Technology* 50(23), 12885-12893. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04835.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018a). *Summary for Policymakers of the Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for Europe and Central Asia of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.* Fischer, M., Rounsevell, M., Torre-Marin Rando, A., Mader, A., Church, A., Elbakidze, M. *et al.* (eds.). Bonn: https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_2b_eca_digital_0.pdf?file=1&type=node&id=28318.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018b). *Summary for Policymakers of the Assessment Report on Land Degradation and Restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.* Scholes, R., Montanarella, L., Brainich, A., Barger, N., ten Brink, B., Cantele, M. *et al.* (eds.). Bonn: https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_3bi_ldr_digital.pdf?file=1&type=node&id=28335.

International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (2017a). *What Makes Urban Food Policy Happen? Insights from Five Case Studies: Executive Summary.* London. http://www.ipes-food.org/images/Reports/Cities_execsummary.pdf.

International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (2017b). *What Makes Urban Food Policy Happen? Insights from Five Case Studies.* London. http://www.ipes-food.org/images/Reports/Cities_full.pdf.

International Union for Conservation of Nature (1994). *1993 United Nations List of National Parks and Protected Areas.* Gland. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22735/1993_UN_parks_protected_areas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

International Union for Conservation of Nature (1998). *1997 United Nations List of Protected Areas.* Gland. https://archive.org/details/1997unitednation97wcmc/page/n9.

Jiang, H. (2016). Taking down the "Great Green Wall": The science and policy discourse of desertification and its control in China. En *The End of Desertification? Disputing Environmental Change in the Drylands.* Behnke, R. y Mortimore, M. (eds.). Berlin: Springer. 513-536. https://link.springer. com/chapter/10.1007/978-3-642-16014-1_19

Joppa, L.N. y Pfaff, A. (2009). High and far: Biases in the location of protected areas. 4(12), e8273. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008273.

Kassam, A. y Fridriech, T.H. (2011). Conservation agriculture: Principles, sustainable land management and ecosystem services. *Società Italiana de Agronomia XL Convegno Nazionale, Università degli Studi Teramo*. Rome, 7-9 September. http://www.fao.org/ag/ca/CA-Publications/CA_Teramo_Kassam_Friedrich.pdf

King, P.N. y Mori, H. (2007). Policy selection and diffusion theory En *International Review for Environmental Strategies: Best Practice on Environmental Policy in Asia and the Pacific.* Hayama: Institute for Global Environmental Strategies. chapter 2. 17-38. https://pub.iges.or.jp/pub_file/iresvol7-117pdf/download

Krueger, S. (2012). *Conservation crusader: Paraguayan Rolf Derpsch helped expand no-till across globe*. Corn and Soy Bean Digest http://www.cornandsoybeandigest.com/conservation/conservation-crusader-paraguayan-rolf-derpsch-helped-expand-no-till-across-globe (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Sticklor, R. (2014). Soil conservation and ecosystem services. *International Soil and Water Conservation Research Journal* 2(3), 36–47. https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30021-6.

Lambin, E.F., Meyfroidt, P., Rueda, X., Blackman, A., Börner, J., Cerutti, P.O. *et al.* (2014). Effectiveness and synergies of policy instruments for land use governance in tropical regions. *Global Environmental Change* 28, 129-140. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.007.

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. *et al.* (2018). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet* 391(10119), 462-512. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

Lankoski, J., Ollikainen, M. y Uusitalo, P. (2004). *No-Till Technology: Benefits to Farmers and the Environment?* Helsinki: University of Helsinki. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/635/Discuss1.pdf?sequence=1.

Lao People's Democratic Republic, Ministry of Planning and Investment (2011). *The 7th Five-Year National Socio-Economic Development Plan (2011-2015).* Vientiane. http://www.la.undp.org/content/dam/laopdr/docs/Reports%20and%20publications/LA_7th%20NSEDP_Eng.pdf.

Le Q.B., Nkonya E. y Mirzabaev A. (2016). Biomass productivity- based mapping of global land degradation hotspots. En *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development.* Nkonya, E., Mirzabaev, A. y von Braun, J. (eds.). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-19168-3_4#citeas

Li, W. y Huntsinger, L. (2011). China's grassland contract policy and its impacts on herder ability to benefit in inner Mongolia: Tragic feedbacks. *Ecology and Society* 16(2). https://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art1/.

Lu, Q. y Wang, S. (2003). Dust-Sand Storms in China: Disastrous effects and mitigation Strategies. *The XII World Forestry Congress*. Quebec City, 21-28 September. http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0859-B5.HTM

Lubwama, F.B. (1999). Socio-economic and gender issues affecting the adoption of conservation tillage practices. En *Conservation Tillage with Animal Traction.* Kaumbutho, P.G. y Simalenga, T.E. (eds.). Kampala: Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa. 155-162. https://pdfs.semanticscholar.org/27b8/6afc8c3669f5e4afa448bb376946714bea3b.pdf

Lupi, C. y Hoa, N.K. (2015). *GEF/UNDP project Environmental Remediation of Dioxin Contaminated Hotspots in Viet Nam Terminal Evaluation Report.* https://erc.undp.org/evaluation/documents/download/8716.

Marques, M.J., Schwilch, G., Lauterburg, N., Crittenden, S., Tesfai, M., Stolte, J. *et al.* (2016). Multifaceted impacts of sustainable land management in drylands: A review. *Sustainability* 8(2), 177. https://doi.org/10.3390/su8020177.

Messerli, P., Bader, C., Hett, C., Epprecht, M. y Heinimann, A. (2015). Towards a spatial understanding of trade-offs in sustainable development: A meso-scale analysis of the nexus between land use, poverty, and environment in the Lao PDR. *PloS one* 10(7), e0133418. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133418.

Middleton, N. y Kang, U. (2017). Sand and dust storms: Impact mitigation. *Sustainability* 9(6), 1053. https://doi.org/10.3390/su9061053

Milan Urban Food Policy Pact (2018). *Milan urban food policy pact*. https://www.milanurbanfoodpolicypact.org/ (Consultado 6 de noviembre de 2018).

Muller, A., Schader, C., El Haga Scialaba, N., Bruggemann, J., Isensee, A., Erb, K.H. *et al.* (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications* 8(1290). https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w.

Nachtergaele, F., Petri, M., Biancalani, R., van Lynden, G., van Velthuizen, H. y Bloise, M. (2011). *Global Land Degradation Information System (GLADIS). Version 1.0. An Information Database for Land Degradation Assessment at Global Level.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

O'Callaghan, J. (2014). Will China's Great GREEN Wall save the country from dust storms? 100 billion tree project could halt advancing Gobi Desert. Daily Mail, https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2874368/Will-China-s-Great-GREEN-Wall-save-country-dust-storms-100-billion-tree-project-halt-advancing-Gobi-Desert.html.

Omonode, R.A., Smith, D.R., Gál, A. y Vyn, T.J. (2011). Soil nitrous oxide emissions in corn following three decades of tillage and rotation treatments. *Soil Science Society of America Journal* 75(1), 152-

163. https://doi.org/10.2136/sssaj2009.0147.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2017). *The Governance of Land Use in OECD Countries: Policy Analyses and Recommendations.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/the-governance-of-land-use-in-oecd-countries_9789264268609-en.

Phimmavong, S., Ozarska, B., Midgley, S. y Keenan, R. (2009). Forest and plantation development in Laos: History, development and impact for rural communities. *The International Forestry Review* 11(4), 501-513. https://www.jstor.org/stable/43739828?seq=1#metadata_info_tab_contents.

Phompila, C., Lewis, M., Ostendorf, B. y Clarke, K. (2017). Forest cover changes in lao tropical forests: Physical and socio-economic factors are the most important drivers. *Land Contamination & Reclamation* 6(2), 23. https://doi.org/10.3390/land6020023.

Piao, S., Fang, J., Friedlingstein, P., Ciais, P., Viovy, N. y Demarty, J. (2007). Growing season extension and its impact on terrestrial carbon cycle in the northern hemisphere over the past 2 decades. *Global Biogeochemical Cycles* 21(3). https://doi.org/10.1029/2006GB002888

Pierzynski, G. y Brajendra (eds.) (2017). *Threats to Soils: Global Trends and Perspectives: A Contribution from the Intergovernmental Technical Panel on Soils, Global Soil Partnership Food and Agriculture Organization of the United Nations* Global Land Outlook Working Paper. Bonn: United Nations Convention to Combat Desertification. https://static1.squarespace. com/static/5694c48bd82d5e9597570999/t/5931752920099eabdb9b6a7a/1496413492935/Threats+to+Soils Pierzynski_Brajendra.pdf.

Plant, J., Smith, D., Smith, B. y Williams, L. (2001). Environmental geochemistry at the global scale. *Applied Geochemistry* 16(11-12), 1291 –1308. https://doi.org/10.1016/S0883-2927(01)00036-1.

Prasad, V.K. y Badarinth, K.V.S. (2004). Land use changes and trends in human appropriation of above ground net primary production (HANPP) in India (1961–98). *The Geographical Journal* 170(1), 51-63. https://doi.org/10.1111/j.0016-7398.2004.05015.x

Rakhmon, S. (2016). *Tajikistan Case Study Policy Brief*. Bonn: Economics of Land Degradation Initiative. http://repo.mel.cgiar.org/handle/20.500.11766/5107.

Rasmussen, L.V., Coolsaet, B., Martin, A., Mertz, O., Pascual, U., Corbera, E. *et al.* (2018). Social-ecological outcomes of agricultural intensification. *Nature Sustainability* 1, 275–282. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0070-8.

Reicosky, D.C. (2015). Conservation tillage is not conservation agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation* 70(5), 103A–108A. https://doi.org/10.2489/jswc.70.5.103A.

Rodrigues, S.M., Pereira, M.E., da Silva, F., Hursthouse, A.S. y Duarte, A.C. (2009). A review of regulatory decisions for environmental protection: Part I - challenges in the implementation of national soil policies. *Environment Internantional* 35(1), 202-213. https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.08.007.

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2018). *Soil Pollution: A Hidden Reality.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/I9183EN/i9183en.pdf.

Rojo, L., Bautista, S., Orr, B.J., Vallejo, R., Cortina, J. y Derak, M. (2012). Prevention and restoration actions to combat desertification. An integrated assessment: The PRACTICE Project. *Science et Changements Planetaires - Secheresse* 23(3), 219-226. https://doi.org/10.1684/sec.2012.0351.

Rosegrant, M.W., Koo, J., Cenacchi, N., Ringler, C., Robertson, R., Fisher, M. *et al.* (2014). *Food Security in a World of Natural Resource Scarcity: The Role of Agricultural Technologies.* Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. http://ebrary.ifpri.org/utils/getdownloaditem/collection/p15738coll2/id/128022/filename/128233.pdf/mapsto/pdf/type/singleitem.

Rosni, N.A. y Noor, A.P.D.N.M. (2016). A review of literature on urban sprawl: Assessment of factors and causes. *Journal of Architecture, Planning and Construction Management* 6(1), 12-35. http://journals.iium.edu.my/kaed/index.php/japcm.

Rush, E.C. y Yan, M.R. (2017). Evolution not revolution: Nutrition and obesity. *Nutrients* 9(5), 519. https://doi.org/10.3390/nu9050519.

Sanz, M.J., de Vente, J., Chotte, J.L., Bernoux, M., Kust, G., Ruiz, I. *et al.* (2017). *Sustainable Land Management Contribution to Successful Land-Based Climate Change Adaptation and Mitigation. A Report of the Science-Policy Interface.* Bonn: United Nations Convention to Combat Desertification. https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/UNCCD_Report_SLM.pdf.

Schonweger, O., Heiniman, A., Epprecht, M., Lu, J. y Thalongsengchanh, P. (2012). *Concessions and Leases in The Lao PDR: Taking Stock of Land Investments.* Bern: University of Bern. https://catalogue.nla.gov.au/Record/6571317.

Schwilch, G., Liniger, H.P. y Hurni, H. (2014). Sustainable land management (SLM) practices in drylands: How do they address desertification threats? *Journal of Environmental Management* 54(5), 983-1004. https://doi.org/10.1007/s00267-013-0071-3.

Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions (2018). *Synergies*. http://www.brsmeas.org/ (Consultado 6 de noviembre de 2018).

Serraj, R. y Siddique, K. (2012). Conservation agriculture in dry areas. *Field Crops Research* 132, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.03.002.

Seto, K.C., Güneralpa, B. y Hutyra, L.R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(40), 16083-16088. https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109.

Shuai, W., Fu, B., Piao, S., Lü, Y., Ciais, P., Feng, X. *et al.* (2015). Reduced sediment transport in the Yellow River due to anthropogenic changes. *Nature Geoscience* 9, 38-41. https://doi.org/10.1038/NGEO2602.

Sikor, T., Auld, G., Bebbington, A.J., Benjaminsen, T.A., Gentry, B.S., Hunsberger, C. *et al.* (2013). Global land governance: From territory to flow? *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(5), 522-527. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.06.006.

State Forestry Administration (2011). *A Bulletin of Status Quo of Desertification and Sandification in China.* Beijing. https://www.documentcloud.org/documents/1237947-state-forestry-administration-desertification.html.

Stenmarck, Å., Jensen, C., Quested, T. y Moates, G. (2016). *Estimates of European Food Waste Levels.* Brussles: European Union. https://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/ Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf.

Sternberg T., Rueff, H. y Middleton, N. (2015). Contraction of the Gobi Desert, 2000–2012. *Remote Sensing* 7(2), 1346–1358. https://doi.org/10.3390/rs70201346.

Sustainable Development Solutions Network (2014). *Indicators for Sustainable Development Goals: A Report by the Leadership Council of the Sustainable Development Solutions Network.* http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2014/05/140522-SDSN-Indicator-Report.pdf.

Swella, G.B., Ward, P.R., Siddique, K.H.M. y Flower, K.C. (2015). Combinations of tall standing and horizontal residue affect soil water dynamics in rainfed conservation agriculture systems. *Soil and Tillage Research* 147, 30-38. https://doi.org/10.1016/j.still.2014.11.004.

Tan, M. y Li, X. (2015). Does the Green Great Wall effectively decrease dust storm intensity in China? A study based on NOAA NDVI and weather station data. *Land Use Policy* 43, 42-47. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.10.017.

Tavera, C. (2015). *Lao PDR Country Study Report for the Independent Evaluation of the Scale-up Phase (2008-2013) of the UNDP-UNEP Poverty – Environment Initiative and Mid-term Evaluation of the Second Phase (2012–2014) of the Lao PDR PEI Country Programme.* United Nations Development Programme and United Nations Environment Programme. http://www.unpei.org/sites/default/files/dmdocuments/PEI%20Evaluation%20Final%20Report.pdf.

Tavera, C., Alderman, C. y Nordin, N. (2016). *Independent Evaluation of the Scale-up Phase (2008-2013) of the UNDP-UNEP Poverty – Environment Initiative.* http://www.unpei.org/sites/default/files/dmdocuments/PEI%20Evaluation%20Final%20Report.pdf.

Teshome, A., de Graaff, J., Ritsema, C. y Kassie, M. (2015). Farmers' perceptions about the influence of land quality, land fragmentation and tenure systems on sustainable land management in the north western Ethiopian Highlands. *Land degradation & development* 27(4), 884-898. https://doi.org/10.1002/ldr.2298.

Thavorncharoensap, M. (2017). *Effectiveness of Obesity Prevention and Control*. Tokyo: Asian Development Bank Institute. https://www.adb.org/sites/default/files/publication/226281/adbi-wp654.pdf.

Tobias, S., Conen, F., Duss, A., Wenzel, L.M., Buser, C. y Alewell, C. (2018). Soil sealing and unsealing: State of the art and examples. *Land degradation & development* 29(6), 2015-2024. https://doi.org/10.1002/ldr.2919.

Tóth, G., Hermann, T., Szatmári, G. y Pásztor, L. (2016). Maps of heavy metals in the soils of the European Union and proposed priority areas for detailed assessment. *Science of Total Environment* 565, 1054-1062. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.115.

Trigo, E., Cap, E., Malach, V. y Villarreal, F. (2009). *The Case of Zero-Tillage Technology in Argentina*. IFPRI Discussion Paper. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. http://www.ifpri.org/cdmref/p15738coll2/id/29503/filename/29504.pdf.

United Nations (2012). *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision*. New York, NY. http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf.

United Nations (2015). *17 goals to transform our world*. https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/ (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

United Nations (2016a). *The World's Cities in 2016–*. New York, NY. http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf.

United Nations (2016b). *Sustainable development goal 11: Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable: Progress and Info (2016)*. https://sustainabledevelopment.un.org/sdg11 (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

United Nations (2018). *Metadata & Reference*. http://data.un.org/DataMartInfo.aspx (Consultado: 6 de noviembre).

United Nations Convention to Combat Desertification (2017a). *Global Land Outlook*. Bonn: https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/UNCCD_Report_SLM.pdf.

United Nations Convention to Combat Desertification (2017b). *Proportion of land that is degraded over total land area-indicator 15.3.1*. https://knowledge.unccd.int/publications/proportion-land-degraded-over-total-land-area-indicator-1531 (Consultado 6 de noviembre de 2018).

United Nations Development Programme (2009). *Environmental remediation of dioxin contaminated hotspots in Viet Nam*. http://www.vn.undp.org/content/vietnam/en/home/operations/projects/closed-projects/environment_climate/Environmental-Remediation-of-Dioxin-Contaminated-Hotspots-in-Vietnam.html (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

United Nations Development Programme (2014). *Sustainable Forest and Land Management in the Dry Dipterocarp Forest Ecosystems of Southern Lao PDR*. New York, NY. https://www.thegef.org/project/sustainable-forest-and-land-management-dry-dipterocarp-forest-ecosystems-southern-lao-pdr.

United Nations Development Programme (2016). *Managing investment through a poverty and environment lens*. http://www.la.undp.org/content/lao_pdr/en/home/presscenter/pressreleases/2016/04/27/managing-investment-through-a-poverty-and-environment-lens/ (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

United Nations Development Programme and United Nations Environment Programme (2013). *Stories of Change from the Joint UNDP-UNEP Poverty-Environment Initiative*. Nairobi. https://europa.eu/capacity4dev/file/14433/download?token=4l8JgbBb.

United Nations Development Programme and United Nations Environment Programme (2018). *Lao PDR*. http://www.unpei.org/what-we-do/pei-countries/lao-pdr (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization and United Nations Convention to Combat Desertification (2016). *Global Assessment of Sand and Dust Storms*. Shepherd, G. (ed.). http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7681/Global_Assessment_of_sand_and_dust_storms_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Environment World Conservation Monitoring Centre (2018). *World Database on Protected Areas*. https://www.protectedplanet.net/c/world-database-on-protected-areas (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

United Nations Human Settlements Programme (2015). *11.3 Sustainable urbanization*. https://unhabitat.org/un-habitat-for-the-sustainable-development-goals/11-3-sustainable-urbanization/ (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

United Nations Human Settlements Programme (2017). *UN-Habitat Global Activities Report 2017: Strengthening Partnerships in Support of the New Urban Agenda and the Sustainable Development Goals*. Nairobi. https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2017/02/GAR2017-FINAL_web.pdf.

United Nations Industrial Development Organization (2012). *Introduction of BAT/BEP Methodology to Demonstrate Reduction or Elimination of Unintentionally Produced Persistent Organic Pollutants (UPOPs) Releases from the Industry in Vietnam*. Vienna. https://vncpc.org/en/project/ap-dung-batbep-trong-giam-phat-thai-upop-2/.

United States Agency for International Development (2010). *Environmental Remediation at Da Nang Airport Environmental Assessment in Compliance with 22 CFR 216*. http://www.agentorangerecord.com/images/uploads/modules/EA%20DNG.pdf.

United States Environmental Protection Agency (2014). *Protection & Restoring Land, Making a visible difference in communities, OSWER FY14 End of Year Accomplishments Report*. https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/oswer_fy13_accomplishment.pdf.

University of the West of England Bristol, Science Communication Unit (2013). *Science for Environment Policy In-Depth Report: Soil Contamination: Impacts on Human Health*. European Commission. http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR5_en.pdf.

Vastola, A., Zdruli, P., D'Amico, M., Pappalardo, G., Viccaro, M., Di Napoli, F. *et al.* (2017). A comparative multidimensional evaluation of conservation agriculture systems: A case study from a Mediterranean area of Southern Italy. *Land Use Policy* 68, 326–333. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.034.

Wallheimer, B. (2010). *No-till, rotation can limit greenhouse gas emissions from farm fields*. Purdue University https://www.purdue.edu/newsroom/research/2010/101220VynNitrous.html (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Wang, X.M., Zhang, C.X., Hasi, E. y Dong, Z.B. (2010). Has the three Norths Forest Shelterbelt Program solved the desertification and dust storm problems in arid and semiarid China? *Journal of Arid Environments* 74(1), 13-22. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.08.001.

Weber, M., Driessen, P.P. y Runhaar, H.A. (2014). Evaluating environmental policy instruments mixes: A methodology illustrated by noise policy in the Netherlands. *Journal of Environmental Planning and Management* 57(9), 1381-1397. https://doi.org/10.1080/09640568.2013.808609.

Wellmann, D. (2012). *The Legal Framework of State Land Leases and Concessions in the Lao PDR*. Integrated Rural Development in Poverty Regions of Laos. http://www.laolandissues.org/wp-content/uploads/2012/03/Legal-Framework-of-Concessions-in-the-Lao-PDR-Discussion-paper-GIZ-Wellmann.pdf.

World Bank (2006). *Sustainable Land Management: Challenges, Opportunities, and Trade-offs*. Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7132/366540PAPER0Su11PUBLIC0as0of0July71.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

World Bank (2010). *Lao PDR Development Report 2010: Natural Resource Management for Sustainable Development: Hydropower and Mining*. Washington, D.C. http://siteresources.worldbank.org/LAOPRDEXTN/Resources/293683-1301084874098/LDR2010_Full_Report.pdf.

World Bank (2017). *World Development Indicators*. Washington, D.C. http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&type=metadata&series=ER.LND.PTLD.ZS

World Bank (2018). *Atlas of Sustainable Development Goals: World Development Indicators*. Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29788/9781464812507.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

World Health Organization (2015). *Global health observatory data repository*. http://apps.who.int/gho/data/node.main.%20A897A?lang=en (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

World Overview of Conservation Approaches and Technologies (2016). *World overview of conservation approaches and technologies*. https://www.wocat.net/en/ (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Xiaoming, F., Fu, B., Piao, S., Wang, S., Ciais, P., Zeng, Z. *et al.* (2016). Revegetation in China's Loess Plateau is approaching sustainable water resource limits. *Nature Climate Change* 6, 1019-1022. https://doi.org/10.1038/NCLIMATE3092.

Xinhua (2018). *China focus: China adopts new law on soil pollution prevention*. http://www.xinhuanet.com/english/2018-09/01/c_137434559.htm (Consultado: 6 de noviembre de 2018).

Xu, D., Song, A. y Song, X. (2017). Assessing the effect of desertification controlling projects and policies in northern Shaanxi Province, China by integrating remote sensing and farmer investigation data. *Frontiers of Earth Science* 11(4), 689-701. https://doi.org/10.1007/s11707-016-0601-4.

Yin, R. y Yin, G. (2010). China's primary programs of terrestrial ecosystem restoration: Initiation, implementation, and challenges. *Environmental management* 45(3), 429-441. https://doi.org/10.1007/s00267-009-9373-x.

Zdruli, P. (2014). Land resources of the Mediterranean: Status, pressures, trends and impacts on future regional development. *Land Degradation and Development* 25(4), 373-384. https://doi.org/10.1002/ldr.2150

Zdruli, P. y Zucca, C. (2018). Maintaining soil health in dryland areas. En *Managing Soil Health for Sustainable Agriculture*. Cambridge Burleigh and Dods Science Publishing. https://shop.bdspublishing.com/checkout/Store/bds/Detail/WorkGroup/3-190-56261

Capítulo 16

Política sobre Agua Dulce



© Shutterstock/gyn9037

Autor coordinador principal: Peter King (Institute for Global Environmental Strategies)

Autores principales: Erica Gaddis (Utah Department of Environmental Quality), James Grellier (European Centre for Environment and Human Health, University of Exeter), Anna Maria Grobicki (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]), Rowena Hay (Umvoto), Naho Mirumachi (King's College London), Gavin Mudd (RMIT University), Farhad Mukhtarov (Erasmus University Rotterdam), Walter Rast (Meadows Center for Water and the Environment, Texas State University),

Asistentes GEO: Beatriz Rodríguez-Labajos (Universitat Autònoma de Barcelona), Jaee Sanjay Nikam (Arizona State University), Patricia Nayna Schwerdtle (Monash University)

Resumen ejecutivo

Abordar las fuerzas motrices y las presiones es la clave para elaborar una política eficaz en materia de agua dulce, lo cual puede lograrse a través de mecanismos reguladores de comando y control, subvenciones, apoyo a las inversiones y capacitación de actores; sin embargo, también también tienen valor los enfoques innovadores basados en el proceso, como la experimentación, el aprendizaje y la presentación voluntaria de informes. {16.2.1, 16.2.4}

La coherencia y la sinergia de las políticas son necesarias para abordar el nexo entre: agua, alimentación, energía, salud y ecosistemas. Normalmente, adoptar combinaciones de políticas tiene como fin satisfacer las demandas de múltiples sectores y gestionar los resultados externos a la esfera de la política de agua dulce. Los intrincados vínculos entre la calidad y la cantidad del agua, la agricultura, la salud humana, los ecosistemas y los sistemas energéticos exigen que la política en materia de agua dulce se desarrolle teniendo en cuenta este nexo. Lograr la coherencia y la sinergia de las políticas es un aspecto importante de este pensamiento integrado, ya que las políticas del agua influyen en las políticas de otros sectores, especialmente, la agricultura y la energía. {16.2.1, 16.2.2}

Una gran cantidad de políticas sobre el agua dulce dependen en su mayoría del contexto, sin embargo, una variedad de este tipo de políticas y de enfoques de gobernanza puede difundirse para adaptarse a diversos contextos locales. Los enfoques de gobernanza y los tipos de políticas son diversos. El diseño, la aplicación y la evaluación de estas políticas requieren que existan estructuras institucionales, recursos económicos y otros factores favorables. {16.1, 16.2.3, 16.2.5}

Las políticas sobre el agua dulce podrían tener más en cuenta los beneficios colaterales para los ecosistemas y la salud humana. Los cambios en la calidad y la cantidad del agua debidos a intervenciones como la inversión en infraestructuras y los riesgos naturales, exigen que se tengan en cuenta las amenazas directas para la salud humana, sin embargo, la capitalización de los posibles beneficios colaterales aún no se aplica de forma generalizada. {16.1, 16.2.2, 16.3}

La eficacia de las políticas exige que se preste atención al papel de los ciudadanos, el sector privado y los organismos no gubernamentales, en particular, mediante procesos participativos. La aplicación de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) es un proceso participativo, basado en la coordinación intersectorial y en un mayor compromiso de los agentes no gubernamentales. De ahí que se requieren esfuerzos de colaboración para involucrar al sector privado, a las organizaciones no gubernamentales, a los gobiernos locales y a los ciudadanos. El compromiso de las partes interesadas es un proceso a largo plazo que exige inversiones para respaldar las relaciones entre ellas. Las instituciones deben estar diseñadas para permitir aportes a la toma de decisiones a partir de estas relaciones, en lugar de tratarlas de forma *ad hoc*. La descentralización de la gobernanza del agua requiere inversiones de apoyo, creación de capacidades y esfuerzos sostenidos a largo plazo para aumentar la sensibilización. El intercambio de conocimientos a nivel subnacional permite la participación efectiva de las partes interesadas. {16.1, 16.2.1, 16.2.2, 16.2.5}

La evaluación de la eficacia de las políticas se ve reforzada por la presentación de informes coherentes y transparentes y el seguimiento sistemático. La efectividad de las políticas exige definir las condiciones de referencia antes de la implementación con el fin de poder comparar y aprender de las lecciones. La estandarización de los informes de sostenibilidad, el desarrollo de mecanismos nacionales para la presentación de estos y el uso de centros de conocimiento para la presentación de informes científicos han demostrado ser útiles {Sección 16.2}. La presentación de informes y su seguimiento contribuyen a supervisar el progreso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tanto a nivel nacional como mundial y hacen posible la identificación de las relaciones causales de determinadas intervenciones políticas. {16.3.1, 16.3.2}

Mientras los enfoques políticos se vuelven más integrados y complejos, existe una necesidad constante de abordar la limpieza ambiental básica y la reversión de los legados perjudiciales. Incluso en las economías desarrolladas, se requieren regulaciones, arreglos técnicos e inversiones para mejorar continuamente las prácticas de uso del agua y prevenir la degradación de su calidad {16.1}. Una revisión de las políticas para cambiar la dirección de las tendencias en el uso del agua puede resultar necesaria. {16.6.1}

Las políticas medio ambientales y de agua dulce pueden ser impulsadas eficazmente por la consideración de cuestiones sociales, especialmente de equidad y salud. Las disparidades dentro de un país o entre los países desarrollados y los países en desarrollo pueden motivar los esfuerzos nacionales y mundiales para abordar el acceso a los servicios de agua y saneamiento, respaldando con ello los derechos ya mencionados. {16.2.3, 16.2.5}

El potencial transformador puede verse en las políticas eficaces e innovadoras sobre el agua dulce que benefician tanto a las personas como al planeta. El enfoque de los caudales ambientales conlleva un potencial transformador, ya que es una forma de evaluar cuantitativamente las necesidades de agua del río como sistema vivo y de equilibrar estas necesidades hídricas con las de los distintos sectores económicos. A medida que se evalúan más ríos de este modo, los caudales ambientales se convierten en un elemento fundamental de la gestión y la gobernanza de las cuencas fluviales, lo que conduce a la integración de la gestión del agua y los paisajes en toda la cuenca. {16.2.1}

16.1 Introducción

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) motivaron a los países a abordar cuestiones relacionadas con el acceso sostenible al agua potable y al saneamiento básico. En la actualidad, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen un marco global aún más ambicioso que permite abordar las preocupaciones multidimensionales relativas a la disponibilidad, la calidad, el uso y la gobernanza del agua. El Capítulo 9 de la Parte A identifica un amplio conjunto de políticas que se han utilizado en todo el mundo para abordar aspectos específicos de las metas definidas en el ODS 6. Entre ellas se incluyen enfoques políticos genéricos como los instrumentos de mercado, los programas de regulación, la supervisión y la creación de capacidades, así como intervenciones específicas en materia de agua como la desalinización y el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.

Las políticas destacadas en la Sección 9.9 muestran la creciente atención prestada a escalas espaciales más amplias, incluyendo consideraciones más allá de la escala de la cuenca fluvial, como se ejemplifica en el caso del comercio de agua virtual y la incorporación de múltiples escalas institucionales que no se limitan al nivel nacional. En consecuencia, este análisis de la eficacia de las políticas de agua dulce comienza centrándose en los múltiples usos del agua dentro de las políticas y en las consideraciones multisectoriales de determinados enfoques políticos; y, destaca los puntos fuertes y débiles de las políticas que abordan el nexo que conecta el agua, los alimentos, la energía, el clima, los ecosistemas y la salud.

16.2 Principales políticas y enfoques de gobernabilidad

En las comunidades encargadas de la formulación de políticas existe la necesidad de abordar el nexo entre el agua, los alimentos y la energía, de modo que los enfoques de dichas políticas pueden tener en cuenta la forma en que están conectados el ciclo hidrológico, los ecosistemas y los sistemas alimentarios y energéticos. Sin embargo, los esfuerzos para satisfacer esta necesidad son relativamente nuevos y deben abordar el reto de involucrar múltiples escalas espaciales, temporales y de gobernanza. La consideración de los aspectos relacionados con la equidad, de manera que se eviten injusticias en el procedimiento y los resultados, desempeña un papel importante en el debate sobre la eficacia de las políticas que abordan este nexo. Mediante estudios de casos y un análisis de los indicadores relacionados con los ODS, este capítulo muestra cómo el concepto de nexo es importante en la relación entre la eficacia y la rentabilidad de las políticas. Los estudios de caso presentan, en conjunto, aquellas políticas hídricas nacionales y transfronterizas que a nivel mundial han tenido un éxito moderado y desafíos de implementación al abordar lo siguiente:

- Empoderamiento de los gestores locales del agua, al mismo tiempo que se mantienen protecciones coherentes en todos los países y cuencas hidrográficas transfronterizas.
- Diseño y explotación de las presas para minimizar los impactos en los ecosistemas, mientras aporta beneficios para la salud humana, la agricultura y la energía, así como tiene en cuenta los caudales ambientales y el uso de la gestión adaptativa.
- Reforma de la política de gestión de los riesgos de inundación en consonancia con la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), otorgando mayores responsabilidades a las autoridades locales.
- Prestación de servicios básicos de abastecimiento de agua a las comunidades pobres de las regiones con escasez de hídrica; y,
- Mejora en la coherencia y transparencia de los informes de sostenibilidad elaborados por el sector privado.

Además, se revisarán tres indicadores relevantes para las políticas sobre el acceso al agua y al saneamiento y sobre las extracciones de agua. Estos indicadores representan otra forma de evaluar la política global hídrica.

En conjunto, los estudios de caso y los indicadores evidencian la combinación de instrumentos políticos y grupos que han evolucionado para gestionar los problemas de nexos de forma integrada, lo que representa un cambio en la toma de decisiones por parte de una autoridad gubernamental singular, a la gobernanza mediante conjuntos de normas, principios y procedimientos que involucran a diversas partes interesadas.

Los enfoques políticos y los estudios de caso que se abordan en este capítulo (**Tabla 16.1**) están vinculados a la tipología de las políticas contenida en el Capítulo 10.

16.2.1 Marcos normativos para la gestión de la calidad del agua transfronteriza

Las masas de agua transfronterizas son compartidas por dos o más Estados. La gestión de los ríos, lagos o acuíferos comunes se basa en la coordinación multilateral y el desarrollo institucional. Con lo cual, los acuerdos internacionales entre Estados son disposiciones formales encaminadas a la gobernanza de las aguas transfronterizas. En el caso de los ríos transfronterizos, particularmente, los acuerdos se han vuelto más amplios y

Tabla 16.1: Enfoques políticos y estudios de caso

Enfoque de gobernanza	Instrumento(s) de política	Estudio de caso
Comando y control; actores facilitadores; apoyo a las inversiones	Objetivos de calidad del agua coordinados mediante un acuerdo transfronterizo binacional	Acuerdo sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos de América del Norte
Actores facilitadores; comando y control	Flujo ambiental	Gestión adaptativa de la presa de Glen Canyon
Incentivos económicos; comando y control	Diseño institucional colaborativo	Reducción del Riesgo de Catástrofes Gestión del Riesgo de Inundación, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda Norte - "Making Space for Water" y Política sobre Gestión del Riesgo de Inundación
Comando y control; incentivos económico; apoyo a las inversiones	Tarifas de agua y suministro gratuito de agua básica	Política de agua básica gratuita, Sudáfrica
Promoción a la innovación; habilitación de actores; convencimiento de consumidores, empresarios y accionistas	Estandarización de los informes de sostenibilidad	Minería - agua sostenible

numerosos con el tiempo, lo que refleja un enfoque integrado de la gestión de los ríos y de los lagos compartidos (Giordano *et al.* 2014). En 2007, había 250 tratados de agua dulce y cada década se establecen 30 tratados más (Giordano *et al.* 2014), la mayoría centrados en la calidad del agua y el medio ambiente. Sin embargo, las obligaciones, las responsabilidades y los mecanismos de aplicación para abordar aspectos relacionados con la calidad del agua han quedado normalmente sin definir (Giordano *et al.* 2014). Los acuerdos normativos han tendido a excluir los mecanismos de intercambio directo de datos e información (Gerlak, Lautze y Giordano 2011). Estas tendencias combinadas indican que, si bien la calidad del agua puede considerarse importante, las intervenciones políticas específicas han sido difíciles de establecer.

Las organizaciones de cuenca fluvial (RBO, por su sigla en inglés) para masas de agua transfronterizas pueden ser vehículos para la implementación de tratados. En general, las principales funciones de los RBO son (i) la recopilación de datos, el seguimiento y la regulación; (ii) la planificación de la cuenca fluvial; y (iii) el desarrollo de infraestructuras e instalaciones (Global Water Partnership [GWP] 2017). Muchos RBO se guían por los principios de la GIRH que buscan lograr la eficiencia, la equidad y la sostenibilidad ecológica, al tiempo que abordan los problemas de calidad y cantidad del agua. En el marco de las fuerzas motrices, las presiones, el estado, el impacto y la respuesta (FPEIR) (Sección 1.6), este enfoque institucional tiene como objetivo identificar las presiones que causan la degradación de la calidad del agua, el uso razonable y equitativo de la misma y las preocupaciones por los ecosistemas.

El éxito de los acuerdos y marcos requiere un análisis, ya que el desarrollo institucional no asegura la mejora de la calidad del agua ni evita el free-riding (Bernauer y Kuhn 2010), con lo cual la eficacia de la cooperación puede terminar siendo cuestionada (Mirumachi 2015).

Estudio de caso: Acuerdo sobre la calidad del agua de los Grandes Lagos de América del Norte

En respuesta a la contaminación de la cuenca de los Grandes Lagos (Thornton *et al.* 1999), los Estados Unidos de América y Canadá, en el marco del Tratado de Aguas Limítrofes (Boundary Waters Treaty 1909), firmaron el Acuerdo de Calidad del Agua de los Grandes Lagos en 1972 (Great Lakes Water Quality Agreement 2012).

Con una población de más de 30 millones de personas (United States Environmental Protection Agency [US EPA] 2017), la cuenca de los Grandes Lagos recibe aportes sustanciales de contaminación de fuentes puntuales y no puntuales procedentes de una gran variedad de orígenes, entre los que se encuentran los industriales, agrícolas, forestales y urbanos (Marvin, Painter y Rossmann 2004). Entre los contaminantes especialmente preocupantes por su impacto en los ecosistemas y en la salud humana se encuentran los metales biomagnificantes, como el mercurio y los contaminantes orgánicos persistentes (COP), incluidos los bifenilos policlorados (PCB), los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), los naftalenos policlorados (PCN), los plaguicidas organoclorados (PCO), los difeniléteres polibromados (PBDE) y los productos químicos perfluorados (PFC) (Helm *et al.* 2011). Otra amenaza para el ecosistema proviene de las especies invasoras, de las floraciones de algas nocivas y de la eutrofización (Smith *et al.* 2015).

El acuerdo actual consta de anexos que abordan una serie de cuestiones relativas a la calidad del agua de los Grandes Lagos, como las áreas de preocupación, su gestión, el control de la contaminación, el mantenimiento del ecosistema y los impactos del cambio climático. También abarca una serie de grupos de políticas que involucran a instituciones federales, estatales y locales y la facilitación de acciones cooperativas (tanto reguladas como voluntarias), y cada país aporta acciones procedentes de sus programas, políticas y recursos nacionales.

La Comisión Conjunta Internacional (IJC, por su sigla en inglés) es una institución binacional permanente para la resolución de disputas, la cual, en virtud del Tratado de 1909, recibió facultades para aplicar los principios rectores relacionados con el uso del agua y el poder del arbitraje para resolver disputas (Krantzberg y De Boer 2008). Además, los gobiernos federales de los dos países solicitan periódicamente a la IJC que investigue cuestiones específicas relativas a las aguas fronterizas (Findlay y Telford 2006; McLaughlin y Krantzberg 2012). En consecuencia, la IJC celebra reuniones semestrales en el marco del Tratado de Aguas Fronterizas, cuyo ámbito de actuación abarca toda la gama de cuestiones relacionadas con la frontera entre Canadá y los Estados Unidos de América (http://www.ijc.org/en_/meetings_minutes). En el marco del Acuerdo sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos, la IJC recibió una directriz única hacia los Grandes Lagos, a saber, proporcionar asesoramiento y recomendaciones al gobierno e informar sobre los avances en la aplicación del acuerdo. Para ello, las Partes del Acuerdo sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos, es decir, los gobiernos nacionales, celebran reuniones semestrales específicas para la implementación del mismo (IJC 1980; IJC 1981; IJC 2001; IJC 2017).

De conformidad con el Protocolo de 1987 en el Acuerdo sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos, se identificaron 43 "zonas de preocupación", llegándose a determinar que estas zonas mostraban una calidad del agua y una salud del ecosistema gravemente degradadas (12 en Canadá, 26 en los Estados Unidos de América y 5 compartidas). La degradación ambiental es principalmente un legado del pasado, atribuible a las actividades industriales, la agricultura, la escorrentía urbana y rural, los efluentes de aguas residuales municipales, la planificación y las prácticas de uso del suelo en las tierras urbanas y rurales, todo lo cual contribuye a la degradación de la calidad hídrica, a la contaminación de los sedimentos de los ríos y lagos y al grave impacto sobre las poblaciones y los hábitats de los peces y la fauna silvestre. La **Tabla 16.2** presenta nuestra evaluación de la eficacia del Acuerdo sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos.

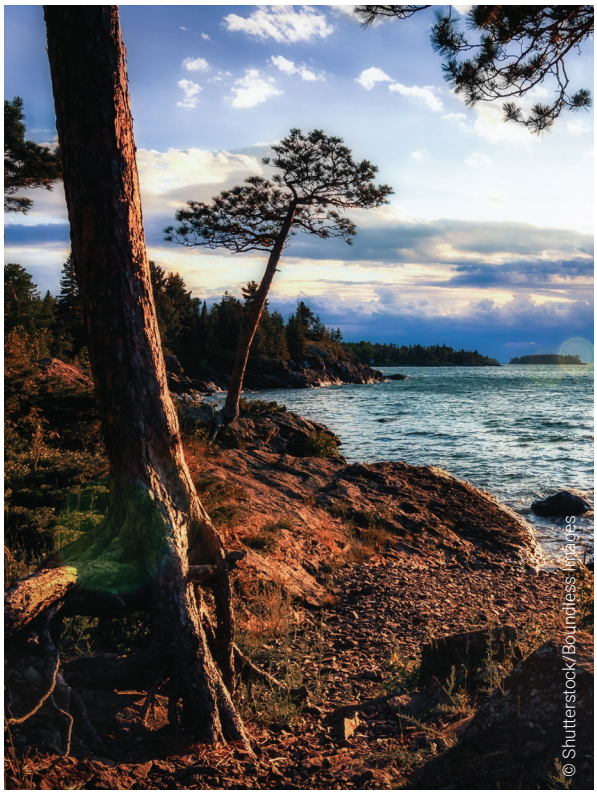


Tabla 16.2: Evaluación de la eficacia del Acuerdo sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Se han suprimido de la lista un total de siete zonas de preocuación (tres en Canadá y cuatro en los Estados Unidos de América). Hay otras consideradas áreas de recuperación, en las que se han completado las acciones y se espera que estas áreas sean retiradas de la lista pronto.	(US EPA 2017)
Independencia de la evaluación	Los avances suelen ser comunicados por las Partes y evaluados por la Comisión Conjunta Internacional (IJC, por su sigla en inglés) sobre la base de las contribuciones de dos importantes juntas consultivas: la Junta de Calidad del Agua de los Grandes Lagos y la Junta Consultiva Científica. La primera proporciona asesoramiento político y evaluación, y la segunda proporciona asesoramiento científico y evaluación. La IJC también publica un informe de evaluación trienal en el que se examinan los progresos de las Partes, se resumen las aportaciones del público al informe de progreso de estas y se incluye una evaluación del grado en que los programas están logrando los objetivos generales y específicos del acuerdo.	United States National Research Council (1985); IJC (2017)
Actores clave	Los actores clave son los gobiernos de los Estados Unidos de América y Canadá, en colaboración con otras jurisdicciones que apoyan la aplicación del acuerdo. Un papel clave de la IJC, para ayudar a los gobiernos, es su función evaluadora.	IJC (2017)
Línea de referencia	Las Partes han adoptado nueve objetivos generales en el marco del acuerdo que describen los objetivos de alto nivel del ecosistema hacia los que están trabajando. Las Partes también han establecido un conjunto de nueve indicadores relacionados con la salud de los ecosistemas, que están apoyados por 44 subindicadores, para evaluar el estado de los Grandes Lagos y determinar si se está avanzando en la consecución de los Objetivos Generales.	IJC (2017)
Marco temporal	El acuerdo entró en vigor en 1972 tras su adopción por parte de ambos gobiernos, con una última modificación en 2012. Durante más de 45 años este ha proporcionado el marco binacional para que ambos países trabajen en la restauración y protección de los Grandes Lagos.	US EPA (2017)
Factores limitantes	Aunque el escrutinio público sobre el progreso de las Partes proporciona un poderoso papel de supervisión, por ejemplo, a través de seminarios virtuales públicos binacionales sobre cuestiones sustantivas, se ha pedido un discurso más inclusivo y un mayor papel para la participación de los ciudadanos, particularmente durante los períodos de renegociación del acuerdo. También se ha defendido un cambio de mentalidad de resolución de problemas *ad hoc* a un enfoque de pensamiento más imaginativo y estratégico.	Krantzberg (2012)
Factores facilitadores	Canadá y Estados Unidos de América tienen la capacidad de cumplir con las importantes obligaciones políticas, institucionales, técnicas, financieras y de personal inherentes a la realización de los objetivos del acuerdo. Ambos países cuentan con un sistema continuo de planes para la adopción de medidas correctoras en los ámbitos de preocupación y tienen como objetivo un sistema adaptativo de experimentación y aprendizaje para llevar a cabo la labor correctora en relación con los objetivos generales del acuerdo.	Hall, O'Connor y Ranieri (2006)
Rentabilidad	Ambos países dependen de los servicios ecosistémicos generados por los lagos, los cuales ascienden a 7.000 millones de dólares anuales en actividades económicas relacionadas únicamente con la pesca recreativa y comercial. El enfoque de toda la cuenca permitió duplicar el hábitat de las especies de peces a un costo de 70 millones de dólares, mientras que un enfoque menos integrado, consistente en ocuparse únicamente de las presas o de los cruces de carreteras, dio lugar a una sorprendente ineficacia de un 24% y un 88% menos de hábitat, respectivamente.	Southwick Associates (2008); Neeson *et al*. (2015)
Equidad	La gobernanza de los Grandes Lagos incluye a unos 120 nativos americanos, naciones originarias y métis titulares de derechos, así como a personas de bajos ingresos y minorías, lo que proporciona oportunidades de gestión colectiva. Los conocimientos tradicionales y las los aportes de la comunidad de las Primeras Naciones de Swan Lake Marsh (Canadá) se utilizaron para un proyecto de restauración de humedales y para planificar actividades guiadas en los últimos años.	Hildebrand, Pebbles y Fraser (2002); Jetoo (2017)
Beneficios derivados	El acuerdo, al mejorar la calidad del agua, creó riqueza en varias formas, incluyendo el aumento de la pesca recreativa y comercial (véase "Rentabilidad"), así como un mayor uso recreativo y turístico. Los principales beneficiarios fueron los habitantes ribereños que viven alrededor de los lagos y sus cuencas, los aficionados a los deportes acuáticos y a la pesca, los turistas y los visitantes.	
Aspectos transfronterizos	La degradación de la calidad del agua de los Grandes Lagos, a menos que se limite a bahías restringidas o entornos similares, suele tener implicaciones transfronterizas, de ahí que se hubiera desarrollado el acuerdo. Este fomentó la creación de otras iniciativas de gobernanza transfronteriza en la zona, como la Iniciativa de las Ciudades (véase "Posibles mejoras").	Jetoo (2017)
Posibles mejoras	En 2003, la Iniciativa de las Ciudades de los Grandes Lagos y de St. Lawrence (la Iniciativa de las Ciudades) formalizó una red de más de 130 ciudades que han tomado parte en la adopción de medidas para la restauración y la protección de los Grandes Lagos. Esta Iniciativa depende de la financiación gubernamental, de los aportes de los asociados y de la financiación de ciertas fundaciones privadas. Con lo cual, el acceso a una financiación supranacional supondría una mejora. La IJC también podría prestar más atención a los indicadores de progreso, con el fin de que todos los que se dedican a la protección y restauración del recurso estén al día con los avances logrados.	Jetoo (2017)

El grado en que se han abordado las 43 "áreas de preocupación" (AOC, por su sigla en inglés) identificadas a lo largo del tiempo puede indicar el progreso de la política (**Figura 16.1**). La eliminación de 7 de las AOC originales indica un cierto grado de éxito, aunque las 36 áreas restantes ponen de manifiesto la dificultad de tales medidas correctivas. Dado que el cambio biofísico puede tardar décadas en producirse en una AOC, una medida más inmediata del progreso político es la adopción y aplicación de las políticas de protección de los Grandes Lagos en las zonas en las que se adoptan medidas correctivas específicas.

Los gobiernos de Canadá y de los Estados Unidos de América informan cada tres años sobre los progresos realizados en el marco del acuerdo a través del "Informe de Progreso de las Partes", así como por otros medios. Entre los factores que favorecen la cooperación se encuentra la apreciación de la amplia gama de servicios ecosistémicos que prestan los Grandes Lagos a los dos países. Además, los dos países comparten visiones, expectativas y una dependencia similar frente a los Grandes Lagos. Por último, en comparación con muchas otras zonas del mundo, ambos países disponen de las capacidades necesarias para cumplir con sus obligaciones políticas, institucionales, técnicas, financieras y de personal inherentes a la realización de los objetivos del acuerdo.

Los costos de la amplia supervisión, análisis y reparación de los problemas de calidad del agua de los Grandes Lagos son considerables. Por ejemplo, la Iniciativa de Restauración de los Grandes Lagos, puesta en marcha en 2010 para acelerar los esfuerzos de protección y restauración de estos, ha proporcionado fondos para proyectos por un valor de más de 2.300 millones de dólares para el futuro funcionamiento de la iniciativa (US EPA 2017). Los esfuerzos para mejorar el hábitat de las pesquerías incluyen la eliminación de cientos de pequeñas presas y de alcantarillas que impiden, parcial o totalmente, el movimiento de los peces para el desove (Kemp y O'Hanley 2010). Aunque económicamente es una actividad relativamente menor, la eliminación de presas y alcantarillas tiene un impacto importante en la vida acuática de los lagos y contribuye al valor recreativo de la población de la orilla. Por otro lado, la eliminación de presas y alcantarillas permite el desove de algunas de las especies invasoras más agresivas del lago, efecto secundario de esta política que exige una evaluación científica. Los modelos de optimización utilizados por Neeson *et al.* (2015) indican que la forma más rentable de gestionar la restauración de los Grandes Lagos se da al momento de eliminar las presas y los cruces de carreteras en toda la cuenca. Este enfoque que abarca toda la cuenca permite duplicar el hábitat de las especies de peces con

Figura 16.1: Mapa que muestra la ubicación y el estado de todas las Áreas de Preocupación de los Grandes Lagos de Estados Unidos y Canadá



Fuente: Binational.net 2018.

un costo de 70 millones de dólares, mientras que un enfoque menos integrado en cuanto al abordar solo las presas o las carreteras de los cruces se traduce en una sorprendente ineficacia del 24% y el 88% menos de hábitat, respectivamente. Estos resultados proporcionan un argumento de rentabilidad para el enfoque ecosistémico adoptado por la IJC.

16.2.2 Gestión adaptativa de los caudales ambientales en los sectores hídrico y energético

La preocupación surgida en respuesta a la degradación de los ecosistemas fluviales debido al desvío y embalsamiento del agua ha hecho que se reconozca ampliamente la importancia de los caudales ambientales (Poff *et al.* 1997; Arthington *et al.* 2006; World Bank 2018). Estos se definen como la "cantidad, el momento y la calidad de los flujos de agua necesarios para sostener los ecosistemas de agua dulce, de estuarios, de medios de subsistencia y el bienestar humano que dependen de estos ecosistemas" (International River Foundation 2007). Como "variable dominante" para la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos, los caudales ambientales pueden incorporarse a la legislación nacional relativa a la gestión de los recursos hídricos, así como a la planificación de las cuencas hidrográficas (Poff *et al.* 1997; Speed *et al.* 2013). Por ejemplo, la Ley Nacional del Agua de Sudáfrica (1998) exige reservas de agua para mantener la salud de los ríos, así como las necesidades humanas básicas. El concepto de caudal ambiental es, especialmente, útil para considerar el nexo entre el desarrollo ambiental y las demandas humanas.

Una forma de influir y asegurar los caudales ambientales es ajustar los plazos y los volúmenes de agua liberados por las presas de forma adaptativa. Este enfoque intenta influir en el nexo entre el agua y la energía, es decir, la energía hidroeléctrica, así como en el nexo entre el agua y los alimentos en los casos en que se requiere el riego para la producción agrícola en zonas con escasez de agua. La gestión adaptativa utiliza datos obtenidos a partir de experimentos de liberación de caudales a gran escala, diseñados para poner a prueba las hipótesis sobre las respuestas físicas y biológicas a los caudales en ríos, llanuras de inundación o estuarios (Konrad *et al.* 2011, p. 949). Los experimentos de liberación de caudales elevados son intervenciones complejas y afectan a una serie de factores que van más allá de la variabilidad de los caudales, lo cual puede dar lugar a una consecución más eficiente de una amplia gama de beneficios ecológicos, sociales y económicos (Olden *et al.* 2014, p. 179).

Se ha considerado que la gestión adaptativa proporciona más flexibilidad que los enfoques de gestión tradicionales porque dispone de medios para tener en cuenta y probar las incertidumbres. La gestión adaptativa centrada en los caudales ambientales puede simular cómo el régimen hidrológico natural afecta a los regímenes de sedimentos, agua y hábitat aguas abajo y puede modificarse con el tiempo a medida que se dispone de nueva información (Richter *et al.* 2006, p. 299). Sin embargo, la gestión adaptativa se ve a menudo limitada por entornos institucionales complejos y por falta de financiación (Kingsford, Biggs y Pollard 2011; Allan y Watts 2017). Adicionalmente, los experimentos de caudales ambientales se han limitado hasta ahora a las grandes presas de los Estados Unidos de América, Australia y Sudáfrica, con pocos informes de otras regiones como el sudeste asiático, América del Sur y partes de Europa, donde existe o se está planificando un número significativo de presas (Olden *et al.* 2014, p. 178). Aunque la gestión adaptativa permitiría incorporar la justicia procedimental al proceso mediante instrumentos como la participación pública, existen preocupaciones éticas y de equidad ya que los experimentos marcan diferencias entre los grupos de la sociedad (Huitema *et al.* 2009).

Los experimentos de flujos a gran escala no están exentos de polémica y su éxito o fracaso se cuestiona en función de las perspectivas de las partes interesadas (Olden *et al.* 2014, p. 177). La complejidad y la incertidumbre del uso de experimentos de flujo para informar sobre la gestión adaptativa requieren un proceso de aprendizaje reflexivo y comprensión incremental (Sabatier *et al.* 2005). El intercambio activo de conocimientos y la recopilación de una gama diversa de pruebas relativas al aprendizaje podrían respaldar aún más la eficacia del uso de los caudales ambientales en la gestión adaptativa (Allan y Watts 2017). Esta característica del enfoque político aborda cómo se puede influir en las respuestas dentro del marco FPEIR (Sección 1.6).

El siguiente estudio de caso sobre el Río Colorado, situado debajo de la presa de Glen Canyon, en los Estados Unidos de América, pone de relieve un ejemplo de compromiso a largo plazo con la experimentación y la gestión adaptativa informada utilizada en beneficio de una zona espacialmente amplia, más allá de la cuenca de captación inmediata de la presa y de las zonas de conservación nacionales.

Estudio de caso: experimentos de caudal y gestión adaptativa de la presa de Glen Canyon en el Río Colorado (Estados Unidos de América)

Construida en 1963, la presa de Glen Canyon embalsa 300 kilómetros del Río Colorado justo aguas arriba del Parque Nacional del Gran Cañón, creando el Lago Powell. El Río Colorado arrastra una gran carga de sedimentos que forma parte del hábitat y la ecología del sistema. La presa tuvo el efecto de regular el caudal del Río de manera que los flujos moderados son más frecuentes con menos variación entre los flujos altos y bajos (Melis 2011, p. 8). La gestión adaptativa se introdujo a medida que se observaban los impactos negativos sobre las especies acuáticas y terrestres de los caudales modificados; impactos tales como la pérdida de hábitats ribereños y la puesta en peligro de las especies de peces (Collier, Web y Andrews 1997). Las estrategias de explotación de las presas empezaron a tener en cuenta los caudales ambientales gracias al Registro de la Decisión de 1996 del Secretario del Interior, según la cual se estableció un experimento de caudales. La liberación programada de agua de la presa pretendía recrear artificialmente condiciones similares a los caudales estacionales anteriores a esta. El experimento de caudales abordó el nexo agua-energía a fin de "encontrar un plan alternativo de funcionamiento de la presa que permitiera la recuperación y la sostenibilidad a largo plazo de los recursos aguas abajo, limitando al mismo tiempo la capacidad y la flexibilidad hidroeléctrica solo en la medida necesaria para lograr la recuperación y la sostenibilidad a largo plazo" (United States Department of the Interior [US DOI] 1996, p. G-11).


© Shutterstock/Alex Papp

Tabla 16.3: Evaluación sobre la eficacia de la gestión adaptativa de la presa de Glen Canyon

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	Se considera que el primer experimento ha sido exitoso y ha preparado el camino para otros experimentos. El Registro de la Decisión de 2016 es un ejemplo concreto de un resultado que demuestra la naturaleza incremental hacia una mayor comprensión de los flujos ambientales.	US DOI (1996, p. G-11)
Independencia de la evaluación	Los experimentos y el enfoque de gestión adaptativa han sido evaluados por el Departamento del Interior de los Estados Unidos y el Servicio Geológico de los Estados Unidos, así como ampliamente en la literatura científica revisada por pares.	Collier, Webb y Andrews (1997, p. 83); Webb *et al.* (1999); Meretsky, Patten y Stevens (2000); Hazel *et al.* (2006); US DOI (2008); Korman, Kaplinski y Melis (2010); Melis (2011); US DOI (2016)
Actores clave	El Bureau of Reclamation y el National Park Services lideran el establecimiento del plan de gestión adaptativa. Estos organismos colaboran con 15 grupos de interesados, incluidos otros organismos gubernamentales, comisiones fluviales, usuarios de energía y tribus nativas. El Grand Canyon Monitoring and Research Centre del USGS desempeña un papel especialmente importante en la prestación de asesoramiento técnico a los organismos gubernamentales y facilita el intercambio de información entre estos actores, así como entre organizaciones de la sociedad civil.	US DOI (2016)
Línea de referencia	Los experimentos se diseñaron para imitar las condiciones previas a la presa. Las inundaciones naturales se producen con una frecuencia y escala mayores, durante las cuales se estima que la velocidad media del río sea cinco veces mayor que los caudales base.	Melis (2011, p. 7)
Marco temporal	Múltiples experimentos se hay llevado a cabo a lo largo de dos décadas y el Plan Experimental y de Gestión a Largo Plazo de la Presa de Glen Canyon (US DOI 2016) está diseñado para informar sobre sus próximos 20 años de funcionamiento.	US DOI (2016)
Factores limitantes	Una extensa lista de leyes, reglamentos y tratados limita las alternativas de explotación de la presa de Glen Canyon y debe tenerse en cuenta una serie de factores relacionados con el medio ambiente, los recursos culturales, las consultas tribales, la comercialización de energía, y la asignación y el suministro de agua.	
Factores facilitadores	Múltiples textos legislativos funcionan en tándem, es decir, la coherencia política, a través de diferentes escalas y sectores, ha sido asegurada a medida que la legislación ha ido evolucionando.	Por ejemplo, United States Congress 1973; USDOI (1992); US DOI (2018)
Rentabilidad	La decisión de la gestión adaptativa del Registro de la Decisión de 2016 utilizó una comparación de siete opciones de funcionamiento de la presa y niveles de caudal para evaluar los costos y los impactos. Esto permitió constatar que el valor actual neto de las intervenciones de gestión adaptativa se compara favorablemente con el valor actual neto de no actuar (*statu quo*).	US DOI (2016)
Equidad	La consulta con las partes interesadas (en forma de participación pública) ha tratado de identificar las diferentes formas en que los diversos interesados se involucran en los procesos. Sin embargo, se ha señalado que algunas tribus nativas han tenido problemas para expresar sus valores culturales, los cuales no encajan dentro de la investigación, ni en las evaluaciones científicas, poniendo de manifiesto algunos problemas de capacidad para involucrarse en los procesos de participación pública, así como la confrontación del conocimiento científico con el conocimiento tradicional.	Austin y Drye (2011)
Beneficios derivados	Los experimentos han informado de un conjunto de beneficios derivados o "objetivos de los recursos" desde el sitio del proyecto hasta las zonas aguas abajo, que van desde los recursos culturales hasta la experiencia recreativa. Los efectos de los experimentos sobre la salud humana no se consideran sustanciales (ni como beneficio ni como daño), aunque se ha sugerido que los efectos negativos para la salud a través de la degradación de la calidad del agua sería un criterio para poner fin a los experimentos.	Valdez *et al.* (2000); Melis (2011); US DOI (2016)
Aspectos transfronterizos	Los experimentos deben cumplir con la asignación especificada en el Tratado de Aguas entre los Estados Unidos de América y México, así como en el Code of Federal Regulations Title XVIII-Grand Canyon Protection, Section 1801.	
Posibles mejoras	Se ha criticado la necesidad de reforzar los mecanismos de resolución de conflictos dentro del enfoque de gestión adaptativa.	Camacho, Susskind y Schenk (2010)

El primer experimento de caudal alto se realizó en 1996 y fue considerado el primer experimento de flujo internacional a gran escala (Collier, Webb y Andrews 1997, p. 83; Meretsky, Wegner y Stevens 2000, p. 583). Otros experimentos fueron realizados en 2004 y 2008 (Melis 2011, p. 9), así como en 2012, 2013, 2016 y 2017. Los primeros 16 años de experimentos con caudales elevados han servido de base para el protocolo de experimentos de este tipo (US DOI 2011) el cual prevé la gestión adaptativa de la presa de Glen Canyon. Los efectos de estos experimentos se analizan como parte de la Declaración de Impacto Ambiental y de los planes de gestión adaptativa exigidos por la Ley Nacional de Política Ambiental. La **Tabla 16.3** presenta nuestra evaluación de la eficacia de la gestión adaptativa de la presa de Glen Canyon.

A través de estos experimentos, la comprensión científica y el enfoque político para la gestión adaptativa se han modificado gradualmente para equilibrar la generación de energía hidroeléctrica con las preocupaciones ecológicas (Gunderson 2015). El protocolo de liberación de caudales elevados ha logrado aumentar el tamaño de las barras de arena, con beneficios para el cacho jorobado (especie en peligro de extinción), el restablecimiento de la vegetación ribereña y el aumento de las actividades recreativas. El programa logró estas mejoras dentro de los límites de los acuerdos existentes para la asignación y el suministro de agua y la integración de la gestión del agua con la demanda hidroeléctrica.

La gestión adaptativa fue posible gracias a varios elementos de las políticos. El mandato del Bureau of Reclamation, una oficina del Department of Interior, está a cargo de equilibrar las consideraciones medio ambientales y económicas a la hora de desarrollar una presa (US DOI 2016). Además, la legislación, como el Endangered Species Act, permite la conservación de este tipo de especies y la Grand Canyon Protection Act de 1992 recomienda la gestión adaptativa (Meretsky, Wegner y Stevens 2000, p. 580). Asimismo, hay que tener en cuenta el suministro de agua a los estados situados aguas abajo en los Estados Unidos de América, por no hablar de México, como determina el Tratado de Aguas de 1944 entre ambos países. Por lo tanto, la gestión adaptativa no opera en un vacío institucional y múltiples instituciones atraviesan diferentes niveles, lo cual provoca interdependencia. En consecuencia, la gestión adaptativa requiere una comprensión exhaustiva del conjunto de instituciones que pueden afectar a este enfoque político.

El uso de datos, así como la generación de conocimientos, también son importantes cuando la incertidumbre es inherente a los experimentos de flujo (Konrad *et al.* 2011, p. 955). En este sentido, el Grand Canyon Monitoring and Research Centre del Geological Survey de los Estados Unidos (USGS) actúa como centro de conocimiento para facilitar la experimentación y el aprendizaje. Esta incertidumbre es un factor que permite y limita la eficacia de los flujos ambientales y los enfoques de gestión adaptativa. La experimentación y el seguimiento continuos son vitales para ayudar a modificar las estrategias (Melis 2011, pp. 141-142).

16.2.3 Un nuevo enfoque sobre la reducción del riesgo de desastres relacionados con el agua

La reducción del riesgo de desastres hace referencia al "concepto y la práctica de reducir los riesgos de desastres mediante esfuerzos sistemáticos para analizar y reducir los factores causales de los desastres" (United Nations Office for Disaster Reduction [UNISDR] 2017). Su objetivo es reducir la gravedad de un desastre, considerando que la ocurrencia de un fenómeno natural en sí mismo no conduce inevitablemente a una catástrofe. La reducción del riesgo de desastres es, por lo tanto, un enfoque político preventivo que incluye dentro de sus objetivos limitar la exposición a los peligros; reducir la vulnerabilidad de las comunidades a la pérdida de propiedades y a los daños, al desplazamiento, a la mortalidad y a otros resultados negativos producidos por estos fenómenos. Dentro de los beneficios se incluyen: una mejor gestión y supervisión de la tierra, del medio ambiente y de los recursos; y una mejor preparación, por ejemplo, a través de sistemas de alerta temprana y planes de evacuación (UNISDR 2017). El punto clave de la reducción del riesgo de desastres es que, a través de opciones políticas adecuadas y la aplicación de estas acciones preventivas, los países y los Estados pueden reducir la escala de los desastres ambientales. Los marcos de reducción del riesgo de desastres han evolucionado para ofrecer un mayor esfuerzo que permita limitar, preventivamente, la magnitud de estos, considerar los marcos temporales ampliados (actualmente 2015-2030, alineados con otros marcos globales), y hacer énfasis en la implementación, más que en los objetivos finales (Inter- Agency Regional Analysts Network [IARAN] 2016, p. 4).

Los impactos de las catástrofes son únicos en cada región y repercuten en los acuerdos de gobernanza en materia de riesgo de catástrofes. A menudo, esto conduce a grandes inversiones en infraestructuras, que frecuentemente están acompañadas de acuerdos fuertemente institucionalizados (por ejemplo, Polonia, Países Bajos, Singapur).

Sin embargo, las estrategias moderadas (Bélgica, Francia) o muy diversificadas (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte) surgen tanto de la necesidad como de la voluntad de cambiar y de una mezcla de fuerzas que impulsan este cambio (Wiering *et al.* 2017, pp. 20-24).

Las mejoras en los esfuerzos nacionales de reducción del riesgo de catástrofes y la preparación individual suelen surgir después de grandes catástrofes como el tsunami del océano Índico de 2004 (Hoffmann y Muttarak 2017, p. 32). La reducción del riesgo de desastres está adquiriendo un mayor protagonismo en las agendas políticas gracias a avances como los objetivos del Marco de Acción de Sendai (UNISDR 2015). Al mismo tiempo, se está promoviendo un enfoque centrado en la persona mediante una mayor participación de las mujeres, los niños y las personas mayores. Existen marcadas diferencias en cuanto al nivel de preparación ante las catástrofes entre el mundo desarrollado y el que está en vía de desarrollo, lo que plantea graves problemas de equidad en cuanto a la capacidad de hacer frente a las catástrofes y la consiguiente pérdida de vidas en el mundo en desarrollo (Al-Nammari y Alzaghal 2015).

Las políticas pueden abordar la reducción del riesgo de catástrofes mejorando su eficacia, lo que, por ejemplo, puede afectar la disponibilidad de agua potable, dependiendo de la vulnerabilidad local/regional y de los niveles de preparación. En particular, las inundaciones y las tormentas representan presiones directas sobre la calidad del agua, mientras que las sequías afectan tanto a la cantidad como a la calidad del agua. Las políticas eficaces también pueden mejorar las respuestas a la reducción del riesgo de catástrofes abordando las amenazas a la disponibilidad de agua potable gestionada de forma segura y los sistemas de alcantarillado afectados, que pueden tener repercusiones en la salud humana.

Estudio de caso: Política de gestión del riesgo de inundaciones en Inglaterra y Gales (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte)

Las inundaciones causan grandes pérdidas económicas e impactos en la salud en Inglaterra y Gales; las inundaciones de 2007 causaron daños por valor de 3.200 millones de libras (Penning-Rowsell 2015). A partir de 2014, el número de hogares en zonas de planicie inundables designadas por la Environment Agency (sólo Inglaterra y Gales) "constituyen el 8,5% de todas las propiedades, con una cuarta parte de ellas en riesgo significativo" (Penning-Rowsell y Pardoe 2015, p. 5). En consecuencia, la política de gestión del riesgo de inundación ha experimentado importantes cambios en los últimos 15 años. En particular, se ha hecho énfasis en las medidas "más blandas" de prevención de inundaciones, soluciones basadas en la naturaleza y preparación de los

Tabla 16.4: Evaluación de la eficacia de la política de gestión del riesgo de inundación en Inglaterra

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El Gobierno del Reino Unido ha afirmado que el sistema de gestión del riesgo de inundaciones ha sido eficaz y "ha logrado éxitos notables, como garantizar una mejor protección para más de 500.000 propiedades desde 2005". Sin embargo, existen preocupaciones sobre las implicaciones de equidad de la nueva asignación de fondos basada en el análisis de costos y beneficios y la preferencia que sigue existiendo por los métodos estructurales de gestión del riesgo de inundación	United Kingdom Parliament (2017)
Independencia de la evaluación	Sir Michael Pitt (2008) llevó a cabo una revisión independiente tras las inundaciones generalizadas del verano de 2007. La evaluación detallada y las recomendaciones realizadas en la revisión iniciaron una serie de reformas en la gestión del riesgo de inundaciones, así como los informes de progreso elaborados por Department of Environment, la Food and Rural Affairs (DEFRA) (2012). Chatterton *et al.* (2016) elaboraron una evaluación de los costos y de los impactos de las inundaciones de 2013-2014 basada en las categorías de la evaluación de 2007. El informe del DEFRA y la respuesta del Gobierno del Reino Unido en 2017 proporcionaron más material para evaluar la política.	Pitt (2008); DEFRA (2012); Chatterton *et al.* (2016)
Actores clave	Las partes interesadas incluyen: el DEFRA, la Environment Agency, las autoridades locales, las empresas de agua, los guardias de inundaciones, el National Flood Forum y los consultores del Reino Unido. La principal reforma política hasta la fecha ha consistido en otorgar a las autoridades locales mayores responsabilidades en la gestión del riesgo de inundación.	UK Government (2010); Laakso, Heiskanen y Matschoss (2016)
Línea de referencia	Teniendo en cuenta los ajustes inflacionarios, la media de los daños causados por las inundaciones en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte en los últimos 23 años es de, aproximadamente, 250 millones de libras esterlinas al año (Penning-Rowsell 2015). Destacan especialmente las inundaciones del verano de 2007, con unos daños estimados en 3.200 millones de libras, las cuales fueron un catalizador para la reforma acelerada de la gestión del riesgo de inundaciones.	Penning-Rowsell (2015)
Marco temporal	La Floods and Water Act (2010) se basa en una estrategia anterior; "Making Space for Water", fue introducida en 2004 (DEFRA 2004) y en una estrategia gubernamental más reciente "Future Water" (DEFRA 2008), así como en el influyente informe de Sir Michael Pitt (DEFRA 2008).	DEFRA (2004); DEFRA (2008); Pitt (2008); UK Government (2010)
Factores limitantes	El nuevo marco político ha otorgado a las autoridades locales el liderazgo en la preparación y respuesta a las inundaciones de aguas superficiales, pero no las ha dotado realmente de la capacidad financiera, humana y técnica necesaria para hacer frente a los nuevos retos. Las autoridades locales de todo el país luchan contra las altas expectativas de la gestión del riesgo de inundación, ya que siguen sin tener fondos ni recursos suficientes.	Penning-Rowsell (2015)
Factores facilitadores	El récord de fondos asignados a la gestión del riesgo de inundaciones para soluciones duras, blandas y naturales ascendió a 2.500 millones de libras en el período 2015-2021.	Penning-Rowsell (2015)
Rentabilidad	El hecho de que las devastadoras inundaciones del invierno 2013/14 hayan causado daños económicos que se sitúan dentro de la media de daños anuales de las dos últimas décadas (unos 250 millones de libras) puede indicar que las medidas de gestión del riesgo de inundación aprobadas desde 2007 han sido eficaces (Thorne 2014).	Thorne (2014)
Equidad	Algunas zonas del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte son más propensas que otras a las inundaciones producto de las aguas superficiales. El mercado de los seguros inmobiliarios está liberalizado en dichos países, lo que significa que las aseguradoras pueden pedir primas más elevadas para las viviendas situadas en zonas con alto riesgo de inundación, poniendo a algunos hogares en desventaja en comparación con otros, lo que suscita preocupaciones sobre la equidad de la política de gestión del riesgo de inundación (Penning-Rowsell y Pardoe 2015; Begg, Walker y Kuhlicke 2015).	Begg, Walker y Kuhlicke (2015); Penning-Rowsell y Pardoe (2015)
Beneficios derivados	La gestión natural de las inundaciones, basada en la planificación y el cambio del uso de la tierra, puede ayudar a mitigar la contaminación no puntual de las tierras agrícolas y reducir los impactos de la erosión del suelo en los ecosistemas lacustres (Dadson *et al.* 2017), lo que ilustra cómo la gestión a escala del sistema puede abordar una compleja dinámica de nexos. La restauración de los hábitats terrestres y acuáticos proporcionaría servicios adicionales de almacenamiento de carbono (Keesstra *et al.* 2018). Los posibles beneficios derivados pueden incluir la retención de agua que se encuentra aguas arriba en estanques y acuíferos que pueden complementar los escasos recursos hídricos durante las sequías, así como ayudar a mitigar los impactos ecológicos adversos del calor.	Dadson *et al.* (2017); Keesstra *et al.* (2018)
Aspectos transfronterizos	Ninguno	
Posibles mejoras	Una futura reforma hacia un marco normativo más estricto para el drenaje sostenible sería una mejora.	Begg, Walker y Kuhlicke (2015)

ciudadanos, como se indica en la estrategia "Making Space for Water" (United Kingdom, Department for Environment, Food and Rural Affairs [DEFRA] 2004; Mukhtarov 2009) y se incluye en la Flood and Water Management Act (United Kingdom Parliament 2010). Esto se contrapone a una mayor dependencia de las infraestructuras (por ejemplo, Wiering *et al.* 2017).

Otro enfoque de gobernanza para la gestión del riesgo de inundación utiliza la colaboración de las partes interesadas en múltiples niveles y aplica la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) mediante la coordinación intersectorial y una mayor participación de los ciudadanos (Mukhtarov 2009). En la actualidad, las autoridades locales tienen una serie de responsabilidades en la planificación y la respuesta a las aguas superficiales (por ejemplo, las aguas de las inundaciones) como resultado de la devolución de responsabilidades del Department of Environment, de la Food and Rural Affairs (DEFRA) y de la Environment Agency del Reino Unido, así como de los resultados de las revisiones de las políticas (Pitt 2008) y de la mencionada Flood and Water Management Act.

La política también ha fomentado que las estrategias de reducción del riesgo de catástrofes tengan en cuenta los beneficios para la biodiversidad, la salud humana y la calidad del agua. El Informe Pitt (Pitt 2007; Pitt 2008) solicitó la instalación de sistemas de drenaje sostenible en los nuevos edificios y el cambio de uso del suelo urbano para reducir la escorrentía y mejorar la retención del agua. En la actualidad, las medidas voluntarias abordan el drenaje sostenible. La **Tabla 16.4** presenta nuestra evaluación sobre la eficacia de la política de gestión del riesgo de inundaciones en Inglaterra.

El caso del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte de gestión del riesgo de inundaciones es una reforma integral de la política de inundaciones que incluye la revisión de la gestión de las aguas superficiales en Inglaterra y Gales. El tiempo dirá si el nuevo sistema es más eficaz que el anterior. Sin embargo, los principales resultados positivos ya están claros en términos del gran número de propiedades con mejor protección contra el riesgo de inundación, a saber, 500.000 desde 2005 (United Kingdom Parliament 2017).

El éxito continuado de la nueva política de gestión del riesgo de inundación y su enfoque en la gestión de las aguas superficiales parece depender de la capacidad de los gobiernos nacionales y regionales para coordinar los planes de alivio y la gestión del riesgo de inundación natural con las autoridades locales. Aunque es necesario investigar más los resultados de la gestión local en las estrategias de riesgo de inundación con miras a comprender mejor sus impactos, parece razonable afirmar que el éxito de la devolución de estas responsabilidades debería ir acompañado de un aumento de los presupuestos y de las competencias de coordinación de las autoridades locales, junto con un mayor papel de apoyo de los organismos nacionales, como la Environment Agency y el DEFRA. Aunque cada autoridad local es responsable de liderar la preparación y la respuesta a las inundaciones, necesitan la capacidad financiera, humana y técnica necesaria para hacer frente a los nuevos retos. Las autoridades locales de todo el país luchan debido a las altas expectativas que se tienen frente a la gestión del riesgo de inundación, pero que no cuentan con fondos suficientes (Begg, Walker y Kuhlicke 2015; Penning-Rowsell y Johnson 2015). Además, los múltiples actores y las múltiples responsabilidades que están involucradas en la política crean un desafío adicional para la implementación coordinada (Begg, Walker y Kuhlicke 2015).

16.2.4 Incentivos económicos y subvenciones para los servicios básicos de agua gratuitos

El derecho al agua incluye consideraciones de suficiencia, seguridad, aceptabilidad, accesibilidad física y asequibilidad para usos personales y domésticos (UN General Assembly Resolution A/RES/64/292, veáse United Nations, General Assembly [UNGA] 2010). Un número creciente de países está reconociendo formalmente este derecho humano tras la Resolución A/RES/64/292 de la Asamblea General de la ONU de 2010. El Análisis y Evaluación Mundial del Saneamiento y el Agua Potable de 2014 informó que 70 de 94 países reconocen el derecho al agua (World Health Organization [WHO] 2014, p. 14).

Las constituciones y la legislación que reconocen este derecho deben estar respaldadas por instrumentos de política que apunten a la financiación y la planeación presupuestaria. Estos instrumentos son importantes dado que la financiación y las consideraciones presupuestarias se consideran un obstáculo para la realización del derecho al agua y al saneamiento (de Albuquerque y Roaf 2012). Los Estados se han enfrentado a menudo a problemas de recuperación de costos y costos de transacción (Obani y Gupta 2016, p. 679). Las subvenciones forman parte de los esfuerzos de tarificación del agua que proporcionan incentivos económicos para hacer realidad este derecho. Las subvenciones suelen utilizarse para apoyar la asequibilidad de los servicios de agua y los servicios de saneamiento, que incluyen mecanismos como los suplementos de ingresos, las subvenciones cruzadas, el aumento de las tarifas en bloque, el precio universal con reembolso y el agua básica gratuita (de Albuquerque y Roaf 2012, p. 54, 83).

El desarrollo de los ODM permitió la coexistencia del enfoque de los derechos humanos y el tratamiento del agua como un bien económico, no obstante, entre estos existen tensiones (Obani y Gupta 2014). La tarificación del agua, cuando es eficiente, incluye todos los costos económicos necesarios para su suministro (Grafton 2017, pp. 30-31) y subraya que el derecho al agua no exige necesariamente un suministro que sea gratuito (United Nations Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights [OHCHR] 2010, pp. 11-12). Además, el derecho al agua debe considerarse en el contexto más amplio de los múltiples usos del agua, por ejemplo, para la seguridad alimentaria, especialmente en el ámbito doméstico. En general, el derecho humano al agua y al saneamiento no tiene en cuenta cómo, por ejemplo, las necesidades de agua para la agricultura y la transferencia de agua virtual a través del comercio podrían afectar de manera diferente a los usuarios ricos y pobres (Obani y Gupta 2016, p. 685). Por tanto, el derecho al agua se define en función de los contextos locales. La implicación del despliegue de este derecho ilustra indirectamente el nexo entre el agua y la seguridad alimentaria y las posibles desigualdades derivadas de las diferencias en los contextos locales.

En el marco del FPEIR (Sección 1.6), este enfoque político se dirige sobre todo a garantizar una condición básica de agua potable segura y limpia. La fijación de precios y los subsidios suelen operar dentro de un contexto de gobernanza más amplio, que incluye la creación de requisitos mínimos para la calidad del agua, así como el establecimiento de organizaciones en calidad de reguladores (de Albuquerque y Roaf 2012). La política sudafricana de agua básica gratuita es un ejemplo temprano del reconocimiento constitucional del derecho al agua, que ofrece una visión de más de dos décadas de experiencia política (véase la **Tabla 16.6**). También ejemplifica la necesidad de que los instrumentos económicos, como el aumento de las tarifas en bloque, se utilicen teniendo en cuenta los contextos hidrológicos y socioeconómicos locales (von Hirschhausen *et al.* 2017).

Estudio de caso: Política de agua básica gratuita, Sudáfrica

En 2001, el Gobierno sudafricano lanzó la Política de Agua Básica Gratuita (FBWP, por su sigla en inglés), cuyo objetivo fue abordar las preocupaciones de salud pública de la falta de acceso al agua potable y saneamiento, y proporcionar servicios de agua subvencionados a la población del país. La política se dirige especialmente a los pobres y permite el suministro de 6.000 litros (6 kilolitros) de agua potable al mes por hogar (Department of Water Affairs and Forestry [DWAF] 2002, p.7). Por ende, la política pretende aliviar la pobreza mediante la prestación de servicios básicos (DWAF 2002, p.1) en un país que ha experimentado desigualdades históricas en la población.

La FBWP exige que los enfoques para restringir el consumo de agua garanticen un suministro gratuito efectivo de un nivel básico de agua. Reconociendo que los municipios no son homogéneos, el FBWP sugiere que se ofrezcan niveles de servicio mixtos en función de la capacidad de pago del consumidor. Los servicios incluyen bombas manuales, grifos comunitarios y depósitos regulados en el patio y en el tejado, así como conexiones domiciliarias (DWAF 2002). Además, se han propuesto varios tipos de incentivos económicos para satisfacer la variedad de consumidores de un municipio (véase la **Tabla 16.5**). La **Tabla 16.6** presenta nuestra evaluación de la eficacia de los incentivos económicos en la Política de Agua Básica Gratuita en Sudáfrica.

La FBWP es un primer paso fundamental para la aplicación del derecho humano al agua y reúne un conjunto de instrumentos legislativos y políticos para consolidar la importancia de este derecho. Los municipios están obligados a utilizar un sistema de tarifas según el artículo 74 de la Municipal Systems Act.

Este sistema tarifario refleja el principio de "el usuario paga", de modo que se cobra el consumo de agua por encima de un nivel básico (DWAF 2003, p. 29). La medición es una forma de medir o controlar la cantidad de agua suministrada sin cobrar (DWAF 2002, p. 29). Sin embargo, la cifra de 6.000 litros/hogar/mes ha sido controvertida y el DWAF reconoció en 2007 que la cantidad de 25 litros diarios por persona podría no ser suficiente para muchos hogares y debería aumentarse gradualmente (2007, p.5).

Los aspectos económicos de la aplicación no son insignificantes, ya que existe una gran variación regional y socioeconómica en todo el país, con implicaciones para la equidad. En el caso del suministro de agua en zonas rurales, la recuperación de los costos es muy baja (WSP 2011). El suministro urbano de agua ha alcanzado una cobertura del 96%, pero el mantenimiento de los activos ha recibido poca prioridad, con el riesgo de que se deteriore en el futuro (WSP 2011) y con posibles repercusiones en la rentabilidad.

La recuperación eficiente de los costos por parte de las autoridades de los servicios de agua, es decir, los municipios, también conlleva problemas de equidad. Los problemas de recuperación de costos repercuten en los niveles de prestación de servicios. El mínimo básico gratuito se ha convertido en la cantidad máxima para los hogares en lugares como Durban (Loftus 2006). Esta recuperación de los costos es necesaria para proporcionar prestaciones que amplíen la cobertura y aborden las desigualdades geográficas de la carga, de modo que el FBWP no sea exclusivo para los que ya disponen de infraestructura y, por tanto, se benefician fácilmente de la subvención (Balfour *et al.* 2005, p. 16).

Tabla 16.5: Tres opciones para el suministro básico gratuito de agua

	Opción 1 **Aumento de las tarifas en bloque**	**Opción 2** **Créditos específicos**	**Opción 3** **Orientación a nivel de servicio**
Descripción	Se aplica una tarifa por bloques ascendente a todos los consumidores residenciales, siendo el primer bloque normalmente de 0 a 6 kilolitros con una tarifa cero. No se aplica ninguna tarifa fija mensual a los que consumen por debajo del límite de consumo de ayuda a la pobreza.	Cada consumidor seleccionado para el alivio de la pobreza recibe un crédito en su cuenta de agua que suele ser suficiente para cubrir el cargo por la cantidad de alivio de la pobreza (a menudo 6 kilolitros al mes) gratis.	Los niveles de servicio que proporcionan un flujo restringido (por debajo del nivel de consumo de alivio de la pobreza) se proporcionan sin cargo. Los que tienen niveles de servicio más altos pagan las tarifas normales, excepto los consumidores de bajos recursos quienes históricamente tienen niveles de servicio altos.
Método de selección	No hay focalización (los primeros 6 kilolitros gratuitos para todos los hogares). Sin embargo, puede ser necesaria una tasa mensual fija específica para las zonas vacacionales.	Requiere un sistema para identificar a las personas que necesitan ayuda para aliviar la pobreza, el cual, normalmente, se basa en un indicador de pobreza de referencia, es decir, de ingresos o gastos del hogar.	La focalización tiene lugar mediante la selección del nivel de servicio por parte del consumidor o de la autoridad en algunos casos.
Aplicabilidad	Principalmente a los grandes municipios urbanos. No es adecuado para situaciones en las que hay una elevada proporción de viviendas vacacionales, a menos que se complemente con una tasa mensual fija específica.	Puede utilizarse en municipios grandes, pero es más típico de municipios medianos y pequeños, principalmente urbanos. Requiere la existencia de un sistema de facturación para todos los consumidores.	Más adecuado para municipios de carácter mayoritariamente rural.

Fuente: DWAF (2002, p. 27-29).

Tabla 16.6: Evaluación de la eficacia de los incentivos económicos a través de la Política de Agua Básica Gratuita

Criterio	Descripción	Referencias
Éxito o fracaso	El Department of Water Affairs and Forestry (DWAF) informó que había un buen historial de aplicación, especialmente en las zonas urbanas, durante los primeros 22 meses de aplicación del suministro de agua básica gratuita. En 2007, el DWAF también reportó que más del 75% de la población recibió agua básica gratuita y la mayoría de ellos (69%) eran hogares pobres. Sin embargo, este éxito es desigual entre las zonas urbanas y las rurales, ya que el suministro de agua en las localidades rurales más remotas ha seguido estando rezagado. Por otra parte, se ha informado que el suministro de agua potable disminuyó un 8% entre 2012 y 2014.	DWAF (2002); Muller (2008, p. 79); Water and Sanitation Program [WSP] (2011a, p. 2); Department of Water and Sanitation [DWS] (2014, p. 7)
Independencia de la evaluación	La Política Básica de Agua Gratuita (FBWP, por su sigla en inglés) ha sido evaluada internamente a través de la revisión del DWAF, la Water Research Commission y otros organismos gubernamentales relacionados, así como de manera extensa en la literatura científica y gris revisada por pares.	DWAF (2002); Mehta y Ntshona (2004); Balfour *et al.* (2005); Loftus (2006); DWAF (2007); Loftus (2007); Muller (2008); von Schnitzler (2008); Dugard (2008); WSP (2011a); Naidoo *et al.* (2012); DWS (2014); Statistics South Africa (2016)
Actores clave	DWAF (actualmente el Department of Water and Sanitation [DWS]) es el ministerio responsable de supervisar al FBWP. El gobierno central tiene el papel de regulador en este proceso descentralizado. Los municipios, las juntas de agua y los proveedores de servicios privados participan en la aplicación local.	WSP (2011a)
Línea de referencia	Antes de la aplicación de la política no se reconocía el derecho al agua. Cuando se introdujo el FBWP en 2001, se informó que de los 44,8 millones de personas, "5 millones (el 11%) no tenían acceso al suministro de agua potable y otros 6,5 millones (el 15%) no tenían un nivel de servicio básico definido" (DWAF 2003, p.1).	DWAF (2003, p. 1)
Marco temporal	La política se desarrolló a partir de un proceso político más amplio de democratización post-apartheid posterior a 1994. Además, el FBWP también se ha aplicado y supervisado durante el período 2000-2015 para alcanzar la meta 7C de los ODM.	
Factores limitantes	Las limitaciones físicas de la disponibilidad de agua en una región seca suponen un reto para el suministro de agua. La política no ha definido el concepto de hogar "pobre", a pesar de que se dirige a esos usuarios.	Muller (2008); Naidoo *et al.* (2012)
Factores facilitadores	Esta política incorpora el Artículo 27 de la Constitución, que establece el derecho al agua y se rige por la Water Services Act de 1997 y la National Water Act de 1998. Además, los marcos normativos, como el Marco Estratégico para los Servicios de Agua de 2003, guían la aplicación del FBWP y se complementan con las normas nacionales sobre los niveles de servicio, como DWS (2017). La política se apoya en una combinación de instrumentos económicos para ayudar a abordar el suministro en una situación en la que el agua ha estado ligada a las desigualdades sociales desde el apartheid. Esta política también forma parte de un esfuerzo de descentralización y, por tanto, puede considerarse parte de un cambio de gobernanza más amplio.	Muller (2008); DWS (2017)
Rentabilidad	La inversión media per cápita en abastecimiento de agua en Sudáfrica es relativamente alta: abastecimiento de agua urbano: 385 dólares per cápita; abastecimiento de agua rural: 278 dólares per cápita. La naturaleza desigual de la rentabilidad queda ejemplificada por el hecho de que, entre 0municipios, la viabilidad de la subvención cruzada depende de una serie de factores, como el nivel de riqueza de los consumidores y el tipo y la proporción de usuarios.	DWAF (2007); WSP (2011)
Equidad	Según un estudio, se calcula que la carga de morbilidad atribuible al consumo de agua no potable y al saneamiento en Sudáfrica en el año 2000 fue de 13.434 muertes, de las cuales los niños tenían una representación altamente desproporcionada (Lewin *et al.* 2007). La política es un primer paso para abordar estas implicaciones sanitarias. Sin embargo, el uso de contadores prepago para la recuperación de los costos de los servicios de agua ha provocado un problema en el que el consumo que supera el mínimo básico gratuito resulta costoso para algunos. El uso de los hogares como unidad de provisión presta poca atención a los que se encuentran en asentamientos informales y viviendas de patio trasero.	Bond y Dugard (2008); McDonald (2008)
Beneficios derivados	El FBWP se creó para obtener beneficios conjuntos en materia de salud pública, bienestar y equidad de género. Mehta y Ntshona (2004, p.19) informaron de algunas pruebas en este sentido. Sin embargo, los resultados y datos publicados en este aspecto no son de dominio público.	DWAF (2002); Mehta y Ntshona 2004, p.19
Cuestiones transfronterizas	Aunque Sudáfrica cuenta con varias cuencas fluviales y acuíferos transfronterizos, la política se refiere a los objetivos y la implementación nacional, la cual no parecen tener implicaciones directas o explícitas para el ejercicio del derecho humano al agua en otros Estados ribereños.	
Posibles mejoras	Desde la introducción del FBWP, en 2009 se estableció la Política de Saneamiento Básico Gratuito. Los beneficios de la aplicación de esta política deberían analizarse, en detalle, a futuro. La rentabilidad podría incorporar los costos sanitarios y abordar la eficacia de la Política de Saneamiento Básico Gratuito. La coherencia de las políticas podría mejorarse mediante enfoques integradores que impliquen una mejor interacción institucional. Un enfoque más específico en las necesidades de los asentamientos informales mejoraría la equidad.	

16.2.5 Informes voluntarios de sostenibilidad sobre el agua en el sector minero

La minería requiere importantes cantidades de agua y presenta considerables riesgos a corto y largo plazo para los recursos hídricos (Spitz y Trudinger 2008) (véase también la Sección 9.5.5). Los impactos potenciales sobre los usuarios y valores existentes de los recursos hídricos son una preocupación común para las comunidades locales que se enfrentan a proyectos mineros de gran y pequeña escala. Estas preocupaciones se derivan de las experiencias de las minas que han causado (o siguen causando) contaminación u otros impactos en los recursos hídricos, por ejemplo, reducciones en los caudales de los arroyos, descensos en los niveles de las aguas subterráneas, desviaciones de los ríos, cambios indeseables en la calidad. Los gobiernos, las empresas y las comunidades han reconocido la necesidad fundamental de que la industria minera gestione eficazmente los riesgos relacionados con los recursos hídricos (por ejemplo, Norgate y Lovel 2006; Rankin 2011).

El principal protocolo para la elaboración de informes de sostenibilidad es la Iniciativa Mundial de Presentación de Informes (GRI, por su sigla en inglés), la cual inició en 1997 como una coalición de partes interesadas gubernamentales, comunitarias y corporativas, y cuyo objetivo era hacer que los informes de sostenibilidad fueran tan comunes e importantes como los informes corporativos. La actual norma de la GRI incluye una amplia gama de indicadores que abarcan aspectos sociales, económicos, medio ambientales y de salud de la comunidad local, y fue diseñada para ser utilizada no sólo por el sector minero, sino por cualquier empresa u organización. Esta iniciativa aborda las cuestiones de equidad proporcionando orientaciones sobre la presentación de informes, acerca de los enfoques de gestión que afectan a los grupos vulnerables, los medios por los que se identifica a las partes interesadas locales y se les hace partícipes, y los medios por los que las empresas abordan los riesgos y los impactos en las comunidades locales. Desde la Cumbre de la Tierra de Johannesburgo en 2002, la industria minera mundial, a través del Consejo Internacional de Minería y Metales, exige a sus miembros corporativos que publiquen informes anuales de sostenibilidad.

Estudio de caso: El Marco de Contabilidad del Agua de la industria minera australiana

Con fundamento en los reportes mineros, las primeras investigaciones en materia hídrica, indicaron que los datos de los informes de sostenibilidad podían modificarse de un año a otro sin explicación, que las distintas minas interpretaban de forma incoherente términos como "agua consumida" o "agua reciclada" y que las cuestiones relativas a la calidad del agua se abordaban de forma deficiente (Mudd 2008; Northey *et al.* 2016). Esto llevó al Minerals Council of Australia (MCA) a desarrollar el Marco de Contabilidad del Agua (MCA 2012), por medio del cual es posible cuantificar el balance hídrico de una mina y comunicar los indicadores específicos de la Iniciativa Mundial de Presentación de Informes a través de los informes de sostenibilidad. El Marco de Contabilidad del Agua se constituyó como un gran paso a futuro en la provisión de un enfoque coherente de información sobre la gestión del agua en el medio minero. Las 49 empresas miembros de la MCA representan el 85% de la actividad minera de Australia y más del 90% de las exportaciones de minerales (MCA 2017a).

El creciente interés por la responsabilidad empresarial ha sido un fuerte factor que ha permitido la elaboración de informes de sostenibilidad, con presiones de los inversores y accionistas de las empresas mineras, así como de las comunidades locales afectadas por la minería. El principal factor de limitación de los riesgos hídricos en la minería es la capacidad técnica de una empresa individual y de sus minas. Por ejemplo, es posible que una mina no se encuentre equipada con los sistemas de monitoreo y técnicos necesarios, sobre todo de modelización del balance hídrico, y de los sistemas de información necesarios para garantizar la elaboración de informes de sostenibilidad precisos y oportunos.

La gestión eficaz del uso del agua y de los costos asociados requiere en cualquier caso un seguimiento, lo que significa que es conveniente que una mina invierta en esos sistemas a fin de ayudarla a reducir los costos operativos, garantizar la transparencia y mejorar su reputación, además de minimizar los riesgos relacionados con los recursos hídricos. En términos de rentabilidad, el valor obtenido por la realización de un buen informe de sostenibilidad en comparación con no tomar ninguna medida puede ser significativo, desde el sentimiento positivo de los inversores, una licencia social de funcionamiento por parte de una comunidad local, la reducción de los costos operativos por la eficiencia del agua o el reconocimiento de los reguladores de una gestión ambiental exitosa - como señaló la MCA en su caso de negocio para el Marco de Contabilidad del Agua (ver MCA 2017b). En la **Tabla 16.7** se presenta nuestra evaluación de la eficacia del Marco de Contabilidad del Agua de la industria minera australiana.

El creciente número de empresas que han adoptado la elaboración de informes de sostenibilidad es señal de la existencia de una iniciativa política y un enfoque exitoso. El hecho de que la MCA y ahora el Consejo Internacional de Minería y Metales hayan exigido a sus miembros la presentación de informes sobre el agua también da muestras del éxito que representa. Sin embargo, hay cuatro puntos débiles importantes en el Marco de Contabilidad del Agua y en los protocolos del Consejo Internacional de Minería y Metales:

i. el problema de la calidad de las fuentes de agua utilizadas en la minería;
ii. los vínculos entre el seguimiento detallado de los recursos hídricos potencialmente afectados, especialmente, la calidad y los caudales del agua, y las métricas de la Iniciativa Mundial de Presentación de Informes;
iii. los vínculos entre los requisitos normativos en materia de recursos hídricos y los informes de sostenibilidad; y,
iv. mejorar el contexto de la captación y el clima de los datos sobre el agua, de modo que el uso que hace la minería de esta y de los riesgos sobre los recursos hídricos puedan interpretarse y comprenderse más fácilmente.

Más aun, existen muy pocas evaluaciones formales de datos e información sobre el agua publicadas en los reportes de sostenibilidad, salvo por un número limitado de estudios académicos. Con el paso de la Iniciativa Global de Presentación de Informes a un marco de normas, en lugar de una estructura de directrices, la independencia en las auditorias y en el aseguramiento son ahora más prominentes, además de ser importantes para los inversores, los reguladores y las partes interesadas de la comunidad que son responsables.

En términos generales, aún no se ha evaluado la eficacia de la política en cuanto al impacto de las operaciones mineras en los recursos hídricos. Sin embargo, la gran proporción de empresas mineras australianas que publican informes de sostenibilidad que incorporan el Marco Contable del Agua sugiere que el enfoque es útil como herramienta de gestión.

16.3 Indicadores (relación con los ODS y los MEA)

Los siguientes indicadores sobre el acceso al agua potable, el saneamiento y la extracción de agua examinan la variedad de políticas utilizadas en la gestión de los recursos de agua dulce, contribuyendo a mejorar la salud humana a través de diversas vías. Estos indicadores se seleccionaron por ser sensibles a las políticas y por ser ampliamente reconocidos por su importancia en el marco de las metas actuales de los ODS y los acuerdos ambientales multilaterales establecidos. Para los fines de este capítulo, los indicadores se analizan con el fin de presentar las

Tabla 16.7: Evaluación de la eficacia del Marco de Contabilidad del Agua en la industria minera australiana

Criterio	Descripción	Referencia(s)
Éxito o fracaso	El creciente número de empresas que han adoptado la elaboración de informes de sostenibilidad en Australia, así como el hecho de que tanto el Minerals Council of Australia (MCA) como el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, por su sigla en inglés) hayan exigido la presentación de informes sobre el agua, es una señal del éxito de la difusión del enfoque normativo.	Mudd (2008); Northey, Haque y Mudd (2013)
Independencia de la evaluación	Que la Iniciativa Mundial de Presentación de Informes (GRI, por su sigla en inglés) se convirtiera en un marco regulatorio en lugar de una estructura tipo directrices, permite asegurar que cada vez se realizan más auditorías de aseguramiento externo, no obstante, que su alcance resulte variable. Se han realizado muy pocas evaluaciones formales de reporte de datos sobre el agua.	Mudd (2008); Northey *et al.* (2016)
Actores clave	Empresas mineras individuales, sus asociaciones de miembros, comunidades locales, partes interesadas (por ejemplo, grupos ecologistas), reguladores gubernamentales, interesados financieros.	Franks *et al.* (2014)
Línea de referencia	No hubo una línea de referencia formal. Una línea de referencia tácita podría ser la falta de informes sobre el agua antes de mediados de la década de 1990.	Mudd (2008)
Marco temporal	El proceso de elaboración de informes de sostenibilidad y los datos que contiene han evolucionado en los últimos 20 años. Desde 2016, el GRI es una norma formal más que una directriz.	Mudd (2008); Northey, Haque y Mudd (2013); Northey *et al.* (2016)
Factores limitantes	Las empresas y las minas se ven limitadas por su capacidad técnica para supervisar y registrar los procesos e impactos relacionados con el agua.	Mudd (2008); Northey, Haque y Mudd (2013); Northey *et al.* (2016)
Factores facilitadores	El creciente interés por demostrar la responsabilidad de las empresas, con presiones de los inversores y accionistas de las empresas mineras, así como de las comunidades afectadas por la minería.	Mudd (2008); Franks *et al.* (2014); MCA (2017a)
Rentabilidad	Es lógico que las empresas se dediquen a la autoinformación para evitar conflictos que retrasen los proyectos, litigios costosos y daños a la marca. Además, un buen informe de sostenibilidad puede otorgar a las empresas una licencia social para operar por parte de las comunidades locales.	Mudd (2008); Franks *et al.* (2014);
Equidad	Aunque los informes de sostenibilidad pueden dar lugar a situaciones beneficiosas para las empresas mineras, las comunidades y el gobierno en Australia, aún no está claro cómo estos informes pueden afectar la equidad en otras partes del mundo.	Franks *et al.* (2014)
Beneficios derivados	La presentación de informes de sostenibilidad da lugar a la disponibilidad de datos para los investigadores, lo que permite cuantificar los costos del ciclo de vida de determinados metales y minerales, la innovación que puede beneficiar la sostenibilidad de los procesos y la evaluación de los impactos de las nuevas tecnologías mineras en los recursos hídricos.	MCA (2017a)
Aspectos transfronterizos	La adopción mundial de informes de sostenibilidad estandarizados puede fomentar una mejor gestión transnacional de las materias relacionadas con el agua en la minería.	International Council of Mining and Metals (ICMM) (2017)
Posibles mejoras	Debería realizarse un estudio detallado de los informes de sostenibilidad relacionados con los recursos hídricos por parte de las empresas para evaluar su alcance, calidad y eficacia. Existen importantes debilidades en los protocolos del Marco de Contabilidad del Agua y del ICMM. Las bases de datos en línea de datos agrupados sobre recursos hídricos fomentarían el uso de los datos sobre el agua y mejorarían la transparencia.	Mudd (2008); Northey, Haque y Mudd (2013); Northey *et al.* (2016)

políticas que influyen a nivel mundial las tendencias en materia de agua potable, saneamiento y extracción de agua. Existe una considerable diversidad de políticas y nuestro análisis subraya la importancia de sus combinaciones con miras a seguir alcanzando metas globales como los ODS, al mismo tiempo que facilitan la implementación a nivel local.

16.3.1 Indicador 1: Proporción de la población que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura

El indicador 6.1.1 de los ODS se define como la proporción de la población mundial que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura, en apoyo de la salud pública. El término "gestionado de forma segura" se refiere al agua procedente de una fuente de agua mejorada situada en lugares, disponible cuando se necesita y libre de contaminación fecal y de sustancias químicas prioritarias (WHO y the United Nations Children's Fund [UNICEF] 2017), donde "fuente de agua mejorada" (el indicador de los ODM) incluye el agua de lluvia, el agua que se canaliza, la que se pone a disposición de los grifos, las cañerías, los pozos o los manantiales, o la que se envasa o se entrega. Los "servicios de agua potable" se refieren a la accesibilidad, la disponibilidad y la calidad de la fuente principal utilizada por los hogares para beber, cocinar, para la higiene personal y para otros usos domésticos (WHO y UNICEF 2017). Los contaminantes químicos prioritarios varían según el país, pero el arsénico y el fluoruro se asignan como contaminantes prioritarios a nivel mundial debido a sus posibles impactos en la salud humana.

Alcance y medición

De 2000 a 2015, el Programa Conjunto para el Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento (JMP, por su sigla en inglés) de la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (OMS/UNICEF) utilizó una clasificación binaria de fuentes mejoradas/no mejoradas de agua potable como indicador para fines de monitoreo y evaluación. A fin de supervisar la meta 6.1 de los ODS, el JMP siguió desarrollando este indicador para facilitar una mayor diferenciación entre los niveles de servicio y la evaluación de la gestión segura de los suministros (WHO y UNICEF 2017). Se realizaron las actualizaciones correspondientes en las escalas de servicios de agua potable del JMP, con la "gestión segura" ocupando una nueva posición en el peldaño superior (**Tabla 16.8**).

Según el JMP, 2.600 millones de personas en todo el mundo obtuvieron acceso a una fuente mejorada de agua potable en el periodo comprendido entre 1990 y 2015 (UNICEF y WHO 2015) (**Figura 16.2**). Esto hizo que la proporción de la población mundial que utiliza el suministro de agua corriente en las instalaciones fuera de, aproximadamente, el 75%.

Relevancia de las políticas

Este indicador es una modificación del indicador 7.8 de los ODM (proporción de la población que utiliza una fuente de agua potable mejorada) y se relaciona directamente con la meta 6.1 de los ODS, que pretende lograr el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos en 2030. Este indicador también se relaciona con los esfuerzos políticos mundiales de larga data que abordan el agua y la salud humana, incluidos los acuerdos ambientales multilaterales como el Protocolo sobre el Agua y la Salud de 1999.

Tabla 16.8: Escala de servicios del JMP para el agua potable

Nivel de servicio	Definición
Gestionada de forma segura	Agua potable procedente de una fuente de agua mejorada ubicada en las instalaciones, disponible cuando se necesite y libre de contaminación fecal y de sustancias químicas prioritarias.
Básica	Agua potable de una fuente mejorada siempre que el tiempo de recogida no supere los 30 minutos en un viaje de ida y vuelta, aun teniendo que hacer fila.
Limitada	Agua potable de una fuente mejorada en la que el tiempo de recolección excede los 30 minutos para un viaje de ida y vuelta, incluyendo las filas.
Sin mejoras	Agua potable procedente de un pozo excavado o de un manantial no protegido
Sin servicio	Agua potable recogida directamente de un río, presa, lago, estanque, arroyo, canal o canal de riego

Fuente: Adaptado de la OMS y UNICEF (2017).

Relación de causalidad

El cambio gradual hacia la gobernanza hídrica puede atribuirse en líneas generales a los cambios en la prestación de servicios de agua potable. La intervención inicial consiste en la instalación de infraestructuras físicas para el suministro de agua potable. Por ejemplo, los esfuerzos que mejoran los servicios de agua para el suministro por tuberías suelen reducir la contaminación microbiana de la calidad del agua tanto en la fuente como en el hogar (Shields *et al.* 2015). Aunque en el sector del saneamiento se siguen viendo soluciones técnicas (WSP 2011b), cada vez se utilizan más los enfoques participativos para complementarlas (véase también la Sección 16.2.2). En la India, por ejemplo, la política nacional del agua destinada a proporcionar agua potable adopta un enfoque sociotecnológico (Khurana y Sen 2008).

El establecimiento de objetivos a nivel nacional también parece fomentar el aumento del tamaño de las poblaciones con acceso al agua potable. En una evaluación reciente sobre el acceso al agua en 97 países, aproximadamente, la mitad había establecido o estaba trabajando en el objetivo de lograr el acceso universal entre 1980 y 2013 (Luh *et al.* 2017). En 2012, tres años antes del plazo establecido para el ODM, el ODM sobre agua potable redujo a la mitad la proporción de personas que necesitan acceso. Este éxito temprano ha sido seguido por metas nacionales motivadas por los ambiciosos objetivos globales de los ODS, de ahí que se pueda esperar que los países con la capacidad adecuada cumplan con metas exigentes, lo que lleva a una mayor cobertura de la que se encuentra en los países que carecen de metas tan ambiciosas como esas (Luh *et al.* 2017).

Otros factores de influencia

El acceso universal puede verse obstaculizado no solo por factores hidrológicos como las precipitaciones, que pueden contribuir a la escasez de agua y los peligros relacionados con esta, como la contaminación microbiana, sino también por factores económicos. En países de rápido desarrollo como la India, la contaminación y la sobreexplotación del agua están relacionadas con la industrialización y la expansión agrícola, lo que a su vez influye la calidad del agua (Khurana y Sen 2008). El ritmo de crecimiento de la población también supone un reto para la oferta de agua potable y saneamiento, especialmente en el África Subsahariana y Oceanía (UNICEF y WHO 2015).

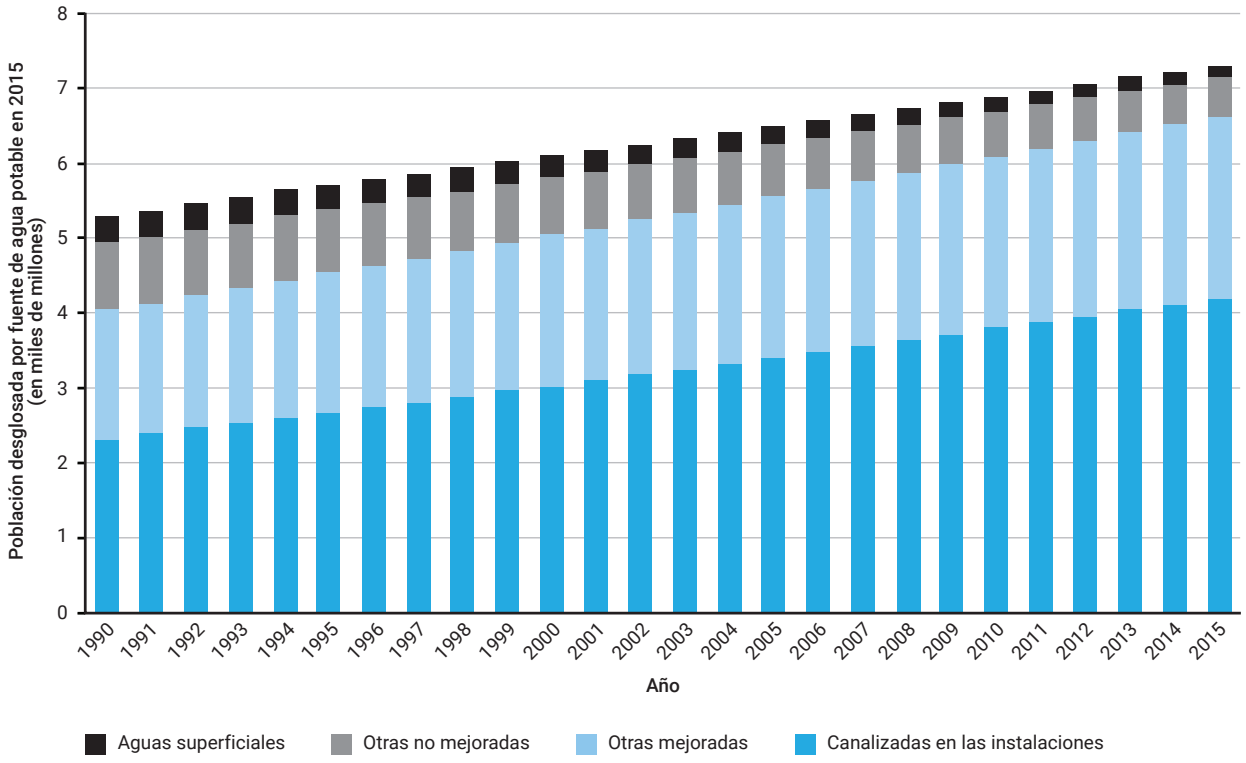
La falta de concienciación o comprensión de los problemas relacionados con la calidad del agua puede dificultar la seguridad de los servicios de agua potable tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo. En Bangladesh, aunque los pozos entubados han aumentado, no es habitual que se realicen pruebas de calidad del agua (Fischer 2017). Esto contribuye a que no se conozcan bien los riesgos para la salud que suponen los contaminantes microbianos y no microbianos, lo cual puede tener graves consecuencias en términos de salud pública. Por ejemplo, las medidas adoptadas en la década de 1970 para reducir los efectos sanitarios de las enfermedades microbianas derivadas del uso de aguas superficiales dieron lugar a la instalación generalizada de pozos entubados, que son en sí mismos una fuente de agua con altos niveles de arsénico inorgánico (Flanagan, Johnston y Zheng 2012). Las poblaciones que utilizan estas fuentes de agua potable han sufrido graves consecuencias para la salud, que van desde lesiones cutáneas hasta cáncer y efectos cognitivos (Abdul *et al.* 2015), lo que ha provocado la estigmatización y otras graves repercusiones sociales (Kabir *et al.* 2015).

Posibles indicadores alternativos

Un indicador alternativo útil para comprender qué poblaciones se benefician de los servicios de agua potable gestionados de forma segura podría centrarse en las disparidades entre las poblaciones rurales y urbanas combinadas con los quintiles de riqueza. El JMP ha tenido la capacidad de realizar un seguimiento de la cobertura entre los años 1995 y 2012, (UNICEF y WHO 2015), sin embargo, aún podría beneficiarse de una información más completa y más rigurosa.

Representación gráfica

Figura 16.2: Cambio en la población mundial por fuente de agua potable, 1990-2015 (en miles de millones)



Fuente: Adaptado de la OMS y UNICEF (2017).

16.3.2 Indicador 2: Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura, incluida una instalación para lavarse las manos con agua y jabón

El indicador 6.2.1 de los ODS se refiere a la proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura, incluida una instalación para lavarse las manos con agua y jabón, en la que "gestionado de forma segura" se define como "una instalación de saneamiento mejorada que no se comparte con otros hogares y en la que los excrementos se eliminan de forma segura *in situ*, o los excrementos se transportan y tratan fuera del lugar" (WHO 2017, p.1).

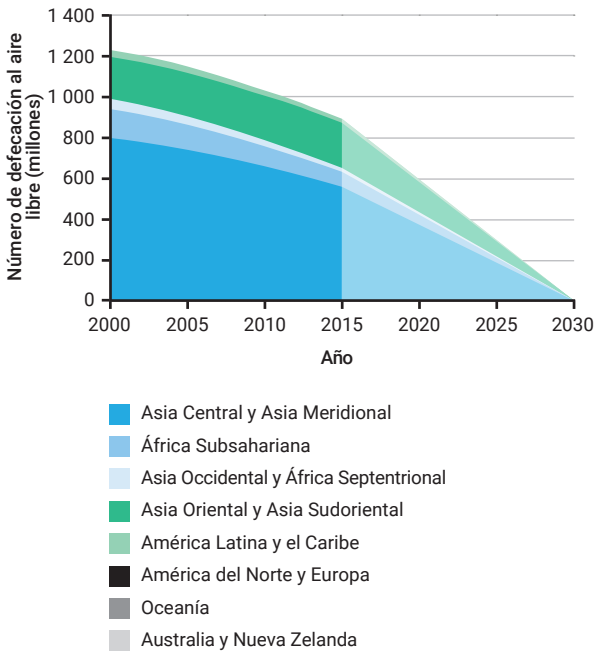
Alcance y medición

Los niveles de los servicios de saneamiento varían desde los gestionados de forma segura, pasando por los básicos, los limitados y los no mejorados, hasta la ausencia de servicio según el JMP. Estos niveles se centran en si los excrementos se separan y eliminan de forma segura, evitando el contacto humano. Además, los niveles dependen de si las instalaciones de saneamiento son compartidas o privadas (WHO 2017).

Representación gráfica

Ha habido grandes avances en la disminución del número de personas sin acceso a servicios de saneamiento seguros. Como muestra la **Figura 16.3**, entre 2000 y 2015 el número de personas que practican la defecación al aire libre se redujo de 1.229 millones a 892 millones, lo que supone una reducción media de 22 millones de personas al año. Además, todas las regiones han avanzado en la disminución de este indicador, salvo en el África Subsahariana y Oceanía.

Figura 16.3: Tendencias regionales en la proporción de la población nacional que practica la defecación en espacios abiertos (2000-2015)



Fuente: OMS y UNICEF (2017).

Otra tendencia notable es el ritmo de cambio en varios países del mundo. Mientras que 14 países han mostrado un progreso suficiente encaminado a lograr el saneamiento básico universal para 2030, la mayoría necesita acelerar el progreso o revertir una tendencia negativa de aumento del número de personas sin acceso al saneamiento seguro (**Figura 16.4**).

Relevancia de las políticas

La proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura está directamente relacionada con la meta 6.2 de los ODS: "Para 2030, lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables" (United Nations 2018). El indicador 6.2.1 de los ODS aumenta el reconocimiento de estas relaciones y promueve los esfuerzos mundiales en curso para abordar el agua y el saneamiento, incluidos los ODM que preceden a esta meta de los ODS, así como el Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.

Relación de causalidad

La mejora del suministro de agua y el saneamiento son los indicadores más fundamentales relacionados con las intervenciones en materia hídrica, de saneamiento e higiene (WASH, por su sigla en inglés). Las intervenciones políticas han tenido como objetivo proporcionar y mantener infraestructuras como pozos, redes de transporte y distribución de agua e instalaciones de tratamiento hídrico (Hunt 2011). Las intervenciones sobre la calidad del agua y la promoción de la higiene, como el lavado de manos, también han sido eficaces en la prevención de enfermedades (Peletz *et al.* 2013).

El saneamiento total liderado por la comunidad (CLTS, por su sigla en inglés) se ha adoptado activamente en muchas partes del mundo para mejorar el número de personas que utilizan servicios de saneamiento mejorados. El CLTS es la principal política utilizada para abordar la defecación al aire libre en las zonas rurales de los países en desarrollo (Bateman y Engel 2017). Su adopción ha sido rápida, ya que 60 países los han puesto en práctica desde el año 2000 (Crocker *et al.* 2017). El CLTS es un enfoque participativo y ascendente que incorpora la sensibilización a nivel comunitario.

Una de las razones de la difusión del CLTS es que se percibe como de bajo costo, incluso teniendo en cuenta la relativa escasez de estudios que examinen su verdadero valor (Crocker *et al.* 2017).

Otros factores de influencia

Al igual que el acceso a los servicios de agua potable, el saneamiento es uno de los focos de atención de los objetivos mundiales reflejados en los ODS. Sin embargo, en lugar de intentar evaluar las intervenciones de WASH y de salud preventiva a nivel mundial, es más eficaz la descentralización de las políticas a fin de comprender mejor los factores que sirven para permitir dicho servicio en los contextos locales (Whittington *et al.* 2012).

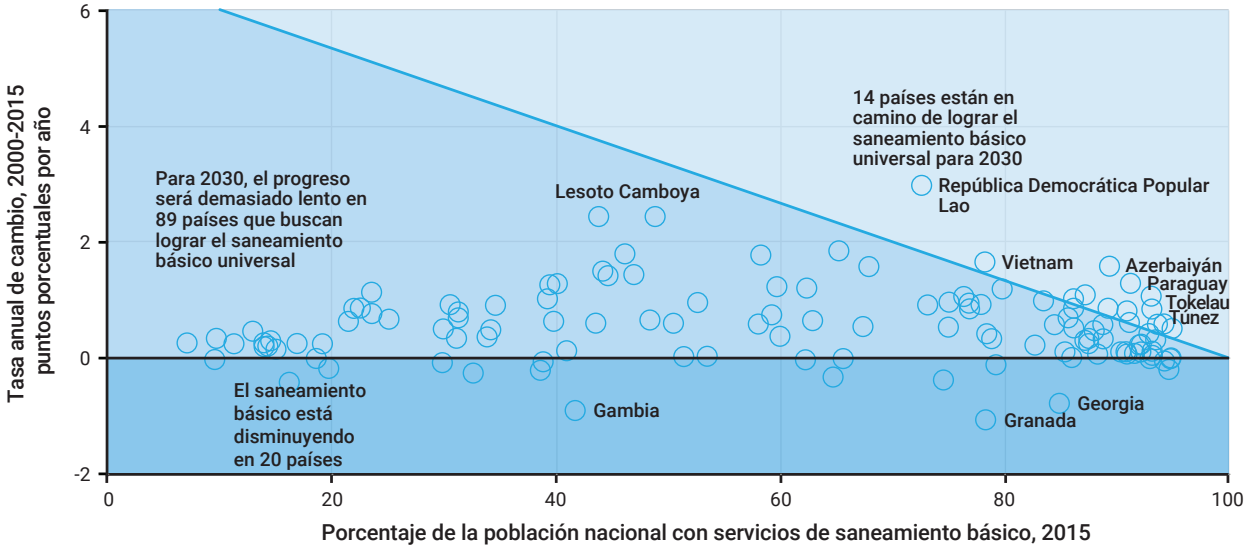
Posibles indicadores alternativos

El aumento simultáneo del saneamiento en fosas y del uso de aguas subterráneas ha hecho que aumente la preocupación por el impacto potencial de la contaminación resultante del agua potable en la salud. Para de medir la solidez del servicio de saneamiento higiénico de los excrementos para evitar el contacto con las personas, puede ser necesario medir no sólo la prestación del servicio de saneamiento, sino también cualquier efecto secundario o inducido. Los indicadores basados en datos integrados para identificar y mitigar el riesgo podrían ser útiles y se ha sugerido que el mapeo del suministro de agua y de las letrinas de pozo es eficaz, así como el seguimiento de los indicadores clave de contaminación de las aguas subterráneas (Back *et al.* 2018).

16.3.3 Indicador 3: Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles

El indicador 6.4.2 de los ODS se refiere al nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles. La extracción de agua puede definirse como la cantidad de recursos de agua dulce extraída de los ríos o acuíferos para usos agrícolas, industriales y domésticos (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2016). El uso del agua para la agricultura constituye la mayor parte de la extracción de agua a nivel mundial, lo que pone de manifiesto una dimensión importante del nexo entre el agua y los alimentos (véanse las Secciones 4.4.3 y 9.8.2) con consecuencias para los medios de subsistencia, la nutrición, la salud pública y el bienestar.

Figura 16.4: Progreso hacia los servicios universales de saneamiento básico (2000-2015) entre los países en los que al menos el 5% de la población no tenía servicios básicos en 2015



Fuente: OMS y UNICEF (2017).

La extracción de agua para la agricultura se utiliza para el riego, la ganadería y la acuicultura (FAO 2016). En particular, el riego constituye la mayor parte de la extracción total de agua (67%) (United Nations World Water Assessment Programme [WWAP] 2016).

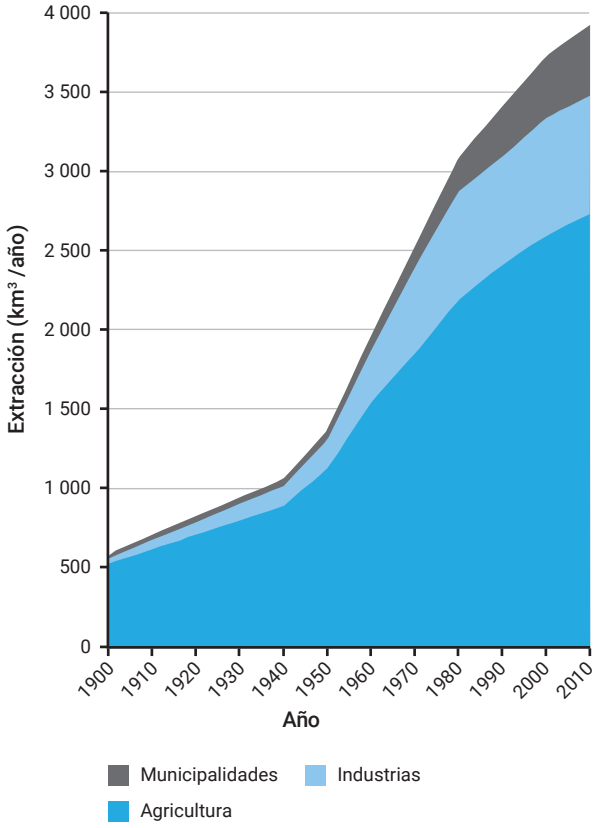
Alcance y medición

Las tendencias de extracción hídrica indican cómo ha cambiado el uso humano del agua dulce a lo largo del tiempo. A nivel mundial, durante el último siglo la extracción de agua ha aumentado (**Figura 16.5**). Los cambios hacia la extracción de agua azul sugieren cómo ha aumentado el riego a lo largo del tiempo. La relación entre la extracción de agua para la agricultura y la extracción total de agua en un país varía en todo el mundo en función de factores como el clima y la prioridad que se da a la actividad agrícola (**Figura 16.6**). El desarrollo de presas ha contribuido al uso antropogénico del agua y a la evaporación por su almacenamiento en lagos o embalses. Sin embargo, este tipo de extracción no se refleja actualmente en el indicador analizado en esta sección (FAO 2016).



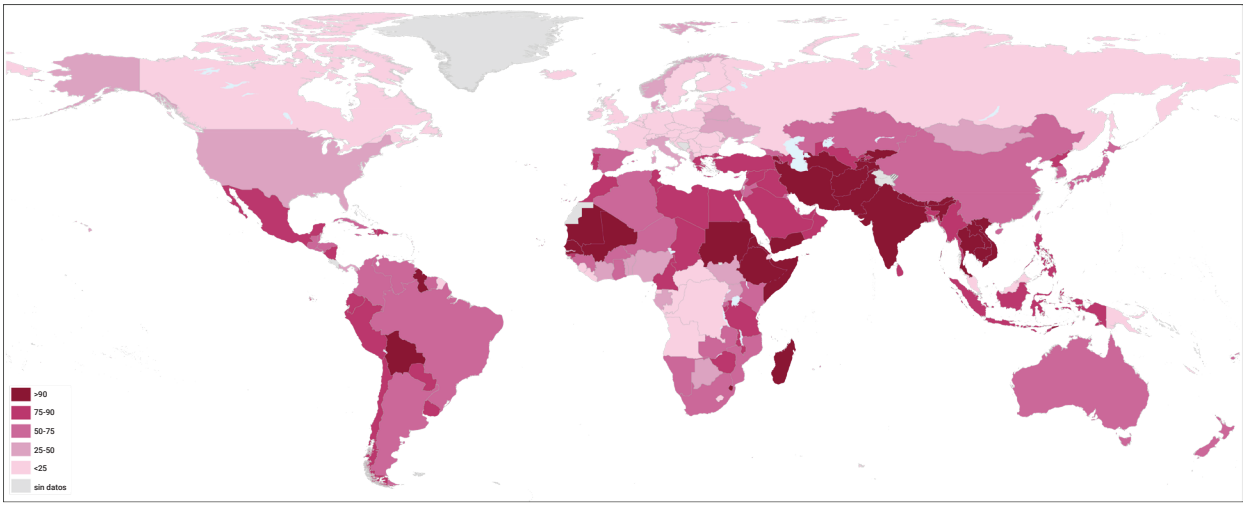
Representación gráfica

Figura 16.5: Tendencias en la extracción mundial de agua por sectores entre 1900 y 2010 (km³ por año)



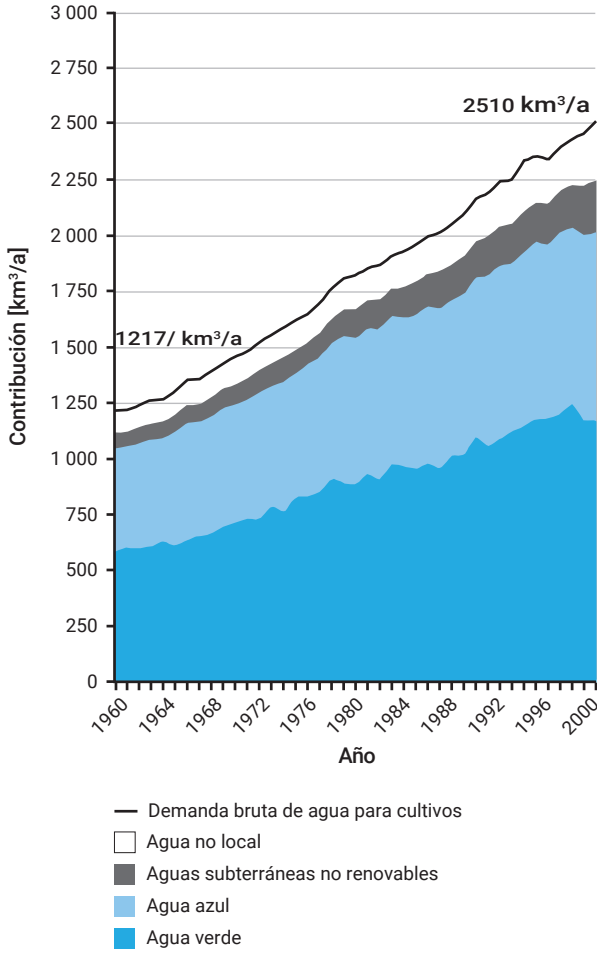
Fuente: Adaptado de la FAO (2016).

Figura 16.6: Proporción del agua total extraída para la agricultura



Fuente: Adaptado de la FAO (2015).

Figura 16.7: Cambios a lo largo del tiempo en la demanda bruta de agua para cultivos a nivel mundial



Fuente: Wada, van Beek y Bierkens (2012, p. 14)

Relevancia de las políticas

Este indicador es directamente relevante para la meta 6.4 de los ODS que busca, para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y la reducción sustancial del número de personas que la padecen. La preocupación por la cantidad de agua se ha planteado repetidamente en las políticas mundiales y en numerosos acuerdos medio ambientales multinacionales, como el Plan de Acción de Mar del Plata de 1977, la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible de 1992, la Convención sobre el Derecho de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines Distintos de la Navegación de 1997 (United Nations Watercourses Convention), el Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales de 1992 (UNECE Water Convention) y el Proyecto de Artículos sobre el Derecho de los Acuíferos Transfronterizos de la Comisión de Derecho Internacional de 2008. Además, este indicador también llama la atención sobre el equilibrio entre el agua para la agricultura y el agua para las necesidades industriales, domésticas y de los ecosistemas, que se aborda específicamente en la meta 6.5 de los ODS que aboga por la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).

Relación de causalidad

Las subvenciones contribuyen en gran medida a la expansión de la agricultura de regadío. La recuperación total de los costos rara vez se produce en los países desarrollados. En los países en desarrollo, se han creado asociaciones de usuarios de agua para disminuir el uso de las subvenciones y cobrar por el uso del agua. Sin embargo, estos cobros no son suficientes para cubrir la recuperación total de estos (Toan 2016). En consecuencia, el precio de la irrigación socava el costo del suministro, dejando de lado los impactos en el medio ambiente, por lo cual, se ha sugerido que el principio de "quien contamina paga" debería incluirse en el precio del riego (Howarth 2009).

Aunque en el pasado se han realizado inversiones públicas a gran escala en regadío, es poco probable que se realicen inversiones a esa escala en el futuro. En su lugar, la gestión participativa del riego y la transferencia de la gestión del mismo están proporcionando inversiones a escala local las cuales están resultando muy apreciadas (Turral *et al.* 2010).

Las aguas subterráneas se utilizan cada vez más para fines agrícolas (**Figura 16.7**). En particular, los pozos privados de agua subterránea y la extracción se han convertido en el principal método de riego en la India y se utilizan ampliamente en otros países en desarrollo como China, Pakistán y Tailandia (Turral *et al.* 2010). Aquí, el nexo agua-energía es evidente, ya que una tecnología de bombeo más barata y un acceso más fácil a la energía han permitido la extracción, a menudo a nivel individual (Shah 2014). Sin embargo, la gobernanza de las aguas subterráneas, especialmente de los acuíferos transfronterizos, aún no está bien establecida (Albrecht *et al.* 2017). También se ha informado de casos en los que los esfuerzos por mejorar la eficiencia del riego no han contribuido a reducir el uso de las aguas subterráneas, sino más bien lo contrario (Pfeiffer y Lin 2014).

Otros factores de influencia

Molden *et al.* (2010) sugieren que la gestión de la oferta centrada en la asignación ha tenido un mayor impacto en la eficiencia del agua, que la fijación de precios para influir en el comportamiento de los agricultores. Sin embargo, en los grandes sistemas fluviales, la gestión del suministro a través de las presas puede conducir a un aumento de la actividad de riego, por lo que las cuencas afectadas por las presas tienen 25 veces más actividad económica por unidad de agua en comparación con las cuencas no afectadas (Nilsson *et al.* 2005).

Posibles indicadores alternativos

Vörösmarty *et al.* (2010) examinaron las formas en que la seguridad hídrica humana y las amenazas a la biodiversidad se entrecruzan a nivel mundial. Un indicador de estos factores compuestos muestra los efectos no solo de las extracciones de agua, sino también aguas abajo y en los ecosistemas, más allá de satisfacer las necesidades de agua para la producción agrícola. Otros indicadores podrían proporcionar información sobre la escasez de agua a nivel subnacional. Teniendo en cuenta que la escasez de agua se experimenta a nivel local, los indicadores alternativos podrían cubrir la variación espacial de la escasez de agua dentro de los países. Para ello existen algunos conceptos y metodologías emergentes; por ejemplo, la cartografía del riesgo hídrico del Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute) presentan datos detallados a disposición de una serie de usuarios, incluidos inversores y empresas (https://www.wri.org/our-work/ project/aqueduct).

16.4 Discusión y conclusiones

Diversos enfoques políticos demuestran que la cantidad y la calidad del agua tienen serias implicaciones para la salud humana y de los ecosistemas y que estas interacciones son impulsadas por cambios en múltiples sectores. La gobernanza se abre cada vez más a actores no estatales, como el sector privado y la sociedad civil. Por tanto, la toma de decisiones debe tener en cuenta toda la gama de sectores y actores, de modo que los factores impulsores y las presiones (véanse los Capítulos 2 y 9) se aborden de forma integrada, teniendo en cuenta las cuestiones económicas, sociales y medio ambientales. La coherencia y la sinergia de las políticas son características importantes de las interacciones del nexo entre el agua dulce y otros sectores. Las intervenciones políticas deben estar diseñadas para superar las soluciones puramente técnicas. Esto no resta importancia al suministro de infraestructuras como pozos, letrinas y presas, pero dicho suministro debe considerarse dentro de la complejidad de una combinación de políticas que deben ser coherentes. En varios estudios de caso, se ha implementado la participación pública y el compromiso de las partes interesadas; sin embargo, la distribución de las cargas y los beneficios de las políticas podría mejorarse para abordar cuestiones de equidad y justicia medio ambiental.

Los enfoques de gobernanza y los tipos de políticas examinados en este capítulo no se evaluaron en términos de valores no monetarios. En los casos en los que se realizaron evaluaciones económicas, las compensaciones se recogieron principalmente en términos monetarios, pero normalmente no se evaluaron los impactos sobre la salud humana o los ecosistemas. Los impactos negativos de las políticas sobre la salud se han centrado normalmente en los peligros naturales o las enfermedades infecciosas, sin que se haya hecho mucho para capitalizar los posibles beneficios colaterales sobre la salud humana (Grellier *et al.* 2017) o de los ecosistemas.

La participación activa de las partes interesadas podrá repercutir en el logro de políticas que sean eficaces. Sin embargo, la descentralización de la gobernanza del agua no se traduce necesariamente en una mejor participación de las partes interesadas, como se ilustra en la política de reducción del riesgo de desastres en Inglaterra y Gales (Sección 16.2.3); también se requiere la construcción de capacidades y esfuerzos a largo plazo de sensibilización y uso de conocimientos para permitir la participación efectiva de las partes interesadas.

Los umbrales de seguimiento y las condiciones de referencia son un componente clave en la aplicación de la política, así como para garantizar su eficacia general. Las condiciones de referencia deben definirse en el momento de la aplicación y supervisarse posteriormente, las relaciones causales deben hipotetizarse y probarse y el pensamiento contrafactual debe utilizarse para evitar la atribución errónea de la eficacia de la política debido a factores de confusión (Ferraro 2009). Esto es especialmente cierto en el caso del acceso al agua potable y al saneamiento.

La selección de estudios de caso en este capítulo se guio por una serie de requisitos, en particular que los estudios de caso se describan en profundidad en la literatura revisada por pares y, como tal, los casos se extrajeron principalmente de las economías desarrolladas. Estas suelen estar dotadas de recursos y estructuras que permiten la experimentación y la innovación; en consecuencia, las lecciones aprendidas de los estudios de casos del mundo desarrollado no pretenden aplicarse a nivel mundial. Por el contrario, debe adoptarse un enfoque prudente y considerar los problemas caso por caso, cuando se insertan en su propio contexto específico (Ingram 2013; Mukhtarov *et al.* 2015).

Referencias

Abdul, K.S.M., Jayasinghe, S.S., Chandana, E.P.S., Jayasumana, C. y De Silva, P.M.C.S. (2015). Arsenic and human health effects: A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 40(3), 828-846. https://doi.org/10.1016/j.etap.2015.09.016.

Albrecht, T.R., Varady, R.G., Zuniga-Teran, A.A., Gerlak, A.K. y Staddon, C. (2017). Governing a shared hidden resource: A review of governance mechanisms for transboundary groundwater security. *Water Security* 2, 43-56. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2017.11.002.

Allan, C. y Watts, R.J. (2017). Revealing adaptive management of environmental flows. *Environmental Management* 61(3), 520-533. https://doi.org/10.1007/s00267-017-0931-3.

Al-Nammari, F. y Alzaghal, M. (2015). Towards local disaster risk reduction in developing countries: Challenges from Jordan. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 12, 34-41. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2014.11.005.

Arthington, A.H., Bunn, S.E., Poff, N.L. y Naiman, R.J. (2006). The challenge of providing environmental flow rules to sustain river ecosystems. *Ecological Applications* 16(4), 1311-1318. https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1311:tcopef]2.0.co;2.

Austin, D. y Drye, B. (2011). The water that cannot be stopped: Southern Paiute perspectives on the Colorado River and the operations of Glen Canyon Dam. *Policy and Society* 30(4), 285-300. https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2011.10.003.

Back, J.O., Rivett, M.O., Hinz, L.B., Mackay, N., Wanangwa, G.J., Phiri, O.L. *et al.* (2018). Risk assessment to groundwater of pit latrine rural sanitation policy in developing country settings. *Science of The Total Environment* 613-614, 592-610. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.071.

Balfour, A., Wilson, I., de Jager, J., Still, D.A. y Louw, S. (2005). *Development of Models to Facilitate the Provision of Free Basic Water in Rural Areas.* WRC ReportSouth African Water Reseach Commission and The Mvula Trust. http://www.wrc.org.za/Knowledge%20Hub%20Documents/ Research%20Reports/1379-1-05.pdf.

Bateman, M. y Engel, S. (2017). To shame or not to shame-that is the sanitation question. *Development Policy Review* 36(2), 155-173. https://doi.org/10.1111/dpr.12317.

Begg, C., Walker, G. y Kuhlicke, C. (2015). Localism and flood risk management in england: The creation of new inequalities? *Environment and Planning C-Government and Policy* 33(4), 685-702. https://doi.org/10.1068/c12216.

Bernauer, T. y Kuhn, P.M. (2010). Is there an environmental version of the Kantian peace? Insights from water pollution in Europe. *European Journal of International Relations* 16(1), 77-102. https://doi.org/10.1177/1354066109344662.

Binational.net (2012). *Areas of concern (annex 1).* https://binational.net/annexes/a1/. *Boundary Waters Treaty* (1909). Treaty between Great Britain and the United States signed on 1 November. http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1005&context=lawwater

Bond, P. y Dugard, J. (2008). Water, human rights and social conflict: South African experiences. *Law, Social Justice & Global Development* 1, 1-21. http://go.galegroup.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA187844300&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=14670437&p=AONE&sw=w.

Camacho, A.E., Susskind, L. y Schenk, T. (2010). Collaborative planning and adaptive management in Glen Canyon: A cautionary tale. *Columbia Journal of Environmental Law* 35, 1. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1572720.

Chatterton, J., Clarke, C., Daly, E., Dawks, S., Elding, C., Fenn, T. *et al.* (2016). *Delivering Benefits Through Evidence: The Costs and Impacts of the Winter 2013 to 2014 Floods.* Bristol: Environment Agency. http://rpaltd.co.uk/uploads/report_files/the-costs-and-impacts-of-the-winter-2013-to-2014-floods-report.pdf.

Collier, M.P., Webb, R.H. y Andrews, E.D. (1997). Experimental flooding in Grand Canyon. *Scientific American* 276(1), 82-89. www.jstor.org/stable/24993568.

Crocker, J., Saywell, D., Shields, K.F., Kolsky, P. y Bartram, J. (2017). The true costs of participatory sanitation: Evidence from community-led total sanitation studies in Ghana and Ethiopia. *Science of The Total Environment* 601-602, 1075-1083. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.279.

Dadson, S., Hall, J., Murgatroyd, A., Acreman, M., Bates, P., Beven, K. *et al.* (2017). A restatement of the natural science evidence concerning catchment-based 'natural' flood management in the UK. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 473(2199). https://doi.org/10.1098/rspa.2016.0706.

de Albuquerque, C. y Roaf, V. (2012). *On the Right Track: Good Practices in Realising the Rights to Water and Sanitation.* http://www.ohchr.org/Documents/Issues/Water/BookonGoodPractices_en.pdf.

Dugard, J. (2008). Rights, regulation and resistance: The Phiri Water Campaign. *South African Journal on Human Rights* 24(3), 593-611. https://doi.org/10.1080/19962126.2008.11864972.

Ferraro, P.J. (2009). Counterfactual thinking and impact evaluation in environmental policy. *New Directions for Evaluation* (122), 75-84. https://doi.org/10.1002/ev.297.

Findlay, R. y Telford, P. (2006). *The International Joint Commission and the Great Lakes Water Quality Agreement: Lessons for Canada-United States Regulatory Co-operation.* Toronto: Government of Canada. http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/greatlakes.pdf.

Fischer, A. (2017). *Achieving and Sustaining Safely Managed Drinking Water in Bangladesh: Findings from a Water Audit.* Policy Brief. http://reachwater.org.uk/wp-content/uploads/2017/08/17_08-Matlab-Policy-brief-1.pdf.

Flanagan, S.V., Johnston, R.B. y Zheng, Y. (2012). Arsenic in tube well water in Bangladesh: Health and economic impacts and implications for arsenic mitigation. *Bulletin of the World Health Organization* 90(11), 839-846. https://doi.org/10.2471/BLT.11.101253.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). *Proportion of total water withdrawal withdrawn for agriculture.* Rome (http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/WithA.WithT_eng.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Water uses.* http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm#time (Consultado 19 de octubre de 2018).

Franks, D.M., Davis, R., Bebbington, A.J., Ali, S.H., Kemp, D. y Scurrah, M. (2014). Conflict translates environmental and social risk into business costs. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(21), 7576-7581. https://doi.org/10.1073/pnas.1405135111.

Gerlak, A.K., Lautze, J. y Giordano, M. (2011). Water resources data and information exchange in transboundary water treaties. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 11(2), 179-199. https://doi.org/10.1007/s10784-010-9144-4.

Giordano, M., Drieschova, A., Duncan, J.A., Sayama, Y., De Stefano, L. y Wolf, A.T. (2014). A review of the evolution and state of transboundary freshwater treaties. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 14(3), 245-264. https://doi.org/10.1007/s10784-013-9211-8.

Global Water Partnership (2017). *What is the IWRM toolbox?* https://www.gwp.org/en/learn/iwrm-toolbox/About_IWRM_ToolBox/What_is_the_IWRM_ToolBox/ (Consultado: 18 de octubre de 2018).

Great Lakes Water Quality Agreement (2012). Protocol Amending the Agreement Between Canada and the United States of America on Great Lakes Water Quality, 1978, as Amended on October 16, 1983, and on November 18, 1987. Signed September 7, 2012. Entered into force February 12, 2013. https://binational.net//wp-content/uploads/2014/05/1094_Canada-USA-GLWQA-_e.pdf

Grafton, R.Q. (2017). Responding to the 'wicked problem' of water insecurity. *Water Resources Management* 31(10), 3023-3041. https://doi.org/10.1007/s11269-017-1606-9.

Grellier, J., White, M.P., Albin, M., Bell, S., Elliott, L.R., Gascón, M. *et al.* (2017). BlueHealth: A study programme protocol for mapping and quantifying the potential benefits to public health and well-being from Europe's blue spaces. *BMJ open* 7(6), e016188. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016188.

Gunderson, L. (2015). Lessons from adaptive management: Obstacles and outcomes. En *Adaptive Management of Social-Ecological Systems.* Allen, C.R. y Garmestani, A.S. (eds.). Dordrecht: Springer. 27-38. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-017-9682-8_3 (Downloaded: 03/12/2017)

Hall, J.D., O'Connor, K. y Ranieri, J. (2006). Progress toward delisting a great lakes area of concern: The role of integrated research and monitoring in the hamilton harbour remedial action plan. *Environmental Monitoring Assessment* 113(1-3), 227-243. https://doi.org/10.1007/s10661-005-9082-8.

Hazel, J.E., Topping, D.J., Schmidt, J.C. y Kaplinski, M. (2006). Influence of a dam on fine-sediment storage in a canyon river. *Journal of Geophysical Research-Earth Surface* 111(F1). https://doi.org/10.1029/2004jf000193.

Helm, P.A., Milne, J., Hiriart-Baer, V., Crozier, P., Kolic, T., Lega, R. *et al.* (2011). Lake-wide distribution and depositional history of current- and past-use persistent organic pollutants in Lake Simcoe, Ontario, Canada. *Journal of Great Lakes Research* 37, 132-141. https://doi.org/10.1016/j.jglr.2011.03.016.

Hildebrand, L.P., Pebbles, V. y Fraser, D.A. (2002). Cooperative ecosystem management across the Canada–US border: Approaches and experiences of transboundary programs in the Gulf of Maine, Great Lakes and Georgia Basin/Puget Sound. *Ocean & Coastal Management* 45(6), 421-457. https://doi.org/10.1016/S0964-5691(02)00078-9.

Hoffmann, R. y Muttarak, R. (2017). Learn from the past, prepare for the future: Impacts of education and experience on disaster preparedness in the philippines and Thailand. *Mundo Development* 96, 32-51. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.02.016.

Howarth, W. (2009). Cost recovery for water services and the polluter pays principle. *ERA Forum* 10(4), 565-587. https://doi.org/10.1007/s12027-009-0134-3.

Huitema, D., Mostert, E., Egas, W., Moellenkamp, E., Pahl-Wostl, C. y Yalcin, R. (2009). Adaptive water governance: Assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-)management from a governance perspective and defining a research agenda. *Ecology and Society* 14(1). http://www.jstor.org/stable/26268026.

Hunt, A. (2011). *Policy Interventions to Address Health Impacts Associated with Air Pollution, Unsafe Water Supply and Sanitation, and Hazardous Chemicals.* OECD Environment Working Papers. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5kg9qx8dsx43-en.pdf?expires=1533200166&id=id&accname=guest&checksum=00D5FDE049958B5C405E744BB0C5E186.

Ingram, H. (2013). No universal remedies: Design for contexts. *Water International* 38(1), 6-11. https://doi.org/10.1080/02508060.2012.739076.

Inter-Agency Regional Analysts Network (2016). *The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. A Three Year Outlook (2016-2018) at a Global Shift. Asia Report.* http://www.iris-france.org/wp-content/ uploads/2017/01/IARAN-Sendai-Framework-F%C3%A9v-2016.pdf.

International Council on Mining and Metals (2017). *A Practical Guide to Consistent Water Reporting.* London. https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/water/170315_water-reporting-guidance_en.pdf.

International Joint Commission (1980). *Pollution in the Great Lakes Basin from Land Use Activities: Summary.* https://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1251&context=ijcarchive.

International Joint Commission (1981). *Supplemental Report Under the Reference on Pollution in the Great Lakes System from Land Use Activities on Phosphorus Management Strategies.* https://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1250&context=ijcarchive.

International Joint Commission (2001). *Great Lakes Science and Policy Symposium, November 6-8, 2001. Discussion Papers.* https://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1559&context=ijcarchive.

International Joint Commission (2017). *First Triennial Assessment of Progress on Great Lakes Water Quality.* Washington, D.C. http://ijc.org/files/tinymce/uploaded/GLWQA/TAP.pdf.

International River Foundation (2007). The Brisbane Declaration. http://riverfoundation.org.au/wp-content/uploads/2017/02/THE-BRISBANE-DECLARATION.pdf (Consultado: 3 de diciembre de 2018)

Jetoo, S. (2017). The role of transnational municipal networks in transboundary water governance. *Water* 9(1), 40. https://doi.org/10.3390/w9010040.

Kabir, R., Titus Muurlink, O. y Hossain, M.A. (2015). Arsenicosis and stigmatisation. *Global Public Health* 10(8), 968-979. https://doi.org/10.1080/17441692.2015.1015435.

Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z. *et al.* (2018). The superior effect of nature-based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of The Total Environment* 610-611, 997-1009. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.077.

Kemp, P.S. y O'Hanley, J. (2010). Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers: A synthesis. *Fisheries Management and Ecology* 17(4), 297-322. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2010.00751.x.

Khurana, I. y Sen, R. (2008). *Drinking Water Quality in Rural India: Issues and Approaches. Background Paper.* London: WaterAid. http://www.indiawaterportal.org/sites/indiawaterportal.org/ files/DrinkingWaterQuality_0.pdf.

Kingsford, R.T., Biggs, H.C. y Pollard, S.R. (2011). Strategic adaptive management in freshwater protected areas and their rivers. *Biological Conservation* 144(4), 1194-1203. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.022.

Konrad, C.P., Olden, J.D., Lytle, D.A., Melis, T.S., Schmidt, J.C., Bray, E.N. *et al.* (2011). Large-scale flow experiments for managing river systems. *Bioscience* 61(12), 948-959. https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.12.5.

Korman, J., Kaplinski, M. y Melis, T.S. (2010). *Effects of High-Flow Experiments From Glen Canyon Dam on Abundance, Growth, and Survival Rates of Early Life Stages of Rainbow Trout in The Lees Ferry Reach of The Colorado River.* Open–File Report. Reston, VA: United States Department of the Interior and U.S. Geological Survey. https://pubs.usgs.gov/of/2010/1034/of2010-1034.pdf.

Krantzberg, G. (2012). Renegotiation of the 1987 great lakes water quality agreement: From confusion to promise. *Sustainability* 4(6), 1239-1255. https://doi.org/10.3390/su4061239.

Krantzberg, G. y De Boer, C. (2008). A valuation of ecological services in the Laurentian Great Lakes Basin with an emphasis on Canada. *American Water Works Association* 100(6), 100-111. https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2008.tb09657.x.

Laakso, S., Heiskanen, E. y Matschoss, K. (2016). *Deliverable 3.2. ENERGISE Living Labs Background Report*. http://www.energise-project.eu/sites/default/files/content/ENERGISE_D3.2_141117_FINAL_0.pdf.

Lewin, S., Norman, R., Nannan, N., Thomas, E. y Bradshaw, D. (2007). Estimating the burden of disease attributable to unsafe water and lack of sanitation and hygiene in South Africa in 2000. *South African Medical Journal* 97(8), 755-762. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17952234.

Loftus, A. (2006). Reification and the dictatorship of the water meter. *Antipode* 38(5), 1023-1045. https://doi.org/10.1111/j.1467-8330.2006.00491.x.

Loftus, A. (2007). Working the socio-natural relations of the urban waterscape in South Africa. *International Journal of Urban and Regional Research* 31(1), 41-59. https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2007.00708.x.

Luh, J., Ojomo, E., Evans, B. y Bartram, J. (2017). National drinking water targets-trends and factors associated with target-setting. *Water Policy* 19(5), 851-866. https://doi.org/10.2166/wp.2017.108.

Marvin, C., Painter, S. y Rossmann, R. (2004). Spatial and temporal patterns in mercury contamination in sediments of the Laurentian Great Lakes. *Environmental research* 95(3), 351-362. https://doi.org/10.1016/j.envres.2003.09.007.

McDonald, D.A. (2008). *World City Syndrome: Neoliberalism and Inequality in Cape Town. 1st* edn. New York, NY: Routledge. https://www.taylorfrancis.com/books/9781135903374.

McLaughlin, C. y Krantzberg, G. (2012). An appraisal of management pathologies in the Great Lakes. *The Science of the total environment* 416, 40-47. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.12.015.

Mehta, L. y Ntshona, Z.M. (2004). *Dancing to Two Tunes? Rights and Market-Based Approaches in South Africa's Water Domain.* Sustainable Livelihoods in Southern Africa Research Paper. Brighton: Institute of Development Studies. https://www.ircwash.org/sites/default/files/Mehta-2004-Dancing.pdf.

Melis, T.S. (2011). *Effects of Three High-Flow Experiments on the Colorado River Ecosystem Downstream from Glen Canyon Dam, Arizona.* Circular. Reston, VA: U.S. Geological Survey. https://pubs.usgs.gov/circ/1366/c1366.pdf.

Meretsky, V.J., Wegner, D.L. y Stevens, L.E. (2000). Balancing endangered species and ecosystems: A case study of adaptive management in Grand Canyon. *Environmental Management* 25(6), 579-586. https://doi.org/10.1007/s002670010045.

Minerals Council of Australia (2012). *Water Accounting Framework for the Minerals Industry - User Guide Version 1.2.*

Minerals Council of Australia (2017a). *Annual Report 2016.* Canberra. https://www.minerals.org.au/sites/default/files/17%20732%20%20MCA%20Annual%20Report%202016%20to%20be%20released%207%20Jun%202017.pdf.

Minerals Council of Australia (2017b). *Water accounting framework for the Australian minerals industry*. https://www.minerals.org.au/water-accounting-framework-australian-minerals-industry.

Mirumachi, N. (2015). *Transboundary Water Politics in the Developing World. 1st* edn. Oxon: Routledge. https://www.routledge.com/Transboundary-Water-Politics-in-the-Developing-World/Mirumachi/p/book/9780415812955.

Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A. y Kijne, J. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management* 97(4), 528-535. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023.

Mudd, G.M. (2008). Sustainability reporting and water resources: A preliminary assessment of embodied water and sustainable mining. *Mine Water and the Environment* 27(3), 136-144. https://doi.org/10.1007/s10230-008-0037-5.

Mukhtarov, F. (2009). *The Hegemony of Integrated Water Resources Management: A Study of Policy Translation in England, Turkey and Kazakhstan.* Master of Science in Environmental Sciences and Policy, Central European University http://www.cps.ceu.hu/theses/2/2005/the-hegemony-of-integrated-water-resources-management-a-study-of-policy-translation-in

Mukhtarov, F., Fox, S., Mukhamedova, N. y Wegerich, K. (2015). Interactive institutional design and contextual relevance: Water user groups in Turkey, Azerbaijan and Uzbekistan. *Environmental Science & Policy* 53, 206-214. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.10.006.

Muller, M. (2008). Free basic water - a sustainable instrument for a sustainable future in South Africa. *Environment and Urbanization* 20(1), 67-87. https://doi.org/10.1177/0956247808089149.

Naidoo, N., Longondjo, C., Rawatlal, T. y Brueton, V. (2012). *The Provision of Free Basic Water to Backyard Dwellers and/or More Than One Household Per Stand.* WRC Report. Pretoria: South African Water Research Commission. http://www.wrc.org.za/Knowledge%20Hub%20Documents/Research%20Reports/1987-1-12.pdf.

Neeson, T.M., Ferris, M.C., Diebel, M.W., Doran, P.J., O'Hanley, J.R. Y McIntyre, P.B. (2015). Enhancing ecosystem restoration efficiency through spatial and temporal coordination. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(19), 6236-6241. https://doi.org/10.1073/pnas.1423812112.

Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M. y Revenga, C. (2005). Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308(5720), 405-408. https://www.doi.org/10.1126/science.1107887.

Norgate, T.E. y Lovel, R.R. (2006). Sustainable Water Use in Minerals and Metal Production. *Green Processing 2006: Third International Conference on Sustainable Processing of Minerals and Metals*. Newcastle, 5-6 June 2006. Australasian Institute of Mining & Metallurgy 133-141 https://publications.csiro.au/rpr/pub?list=BRO&pid=procite:3994a205-8750-4e3e-b214-9699562d42af

Northey, S., Haque, N. y Mudd, G. (2013). Using sustainability reporting to assess the environmental footprint of copper mining. *Journal of Cleaner Production* 40, 118-128. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.027.

Northey, S.A., Mudd, G.M., Saairvuori, E., Wessman-Jääskeläinen, H. y Haque, N. (2016). Water footprinting and mining: Where are the limitations and opportunities? *Journal of Cleaner Production* 135, 1098-1116. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.024.

Obani, P. y Gupta, J. (2014). Legal pluralism in the area of human rights: Water and sanitation. *A current Opinion in Environmental Sustainability* 11, 63-70. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.09.014.

Obani, P. y Gupta, J. (2016). Human right to sanitation in the legal and non-legal literature: The need for greater synergy. *WIREs Water* 3(5), 678-691. https://doi.org/10.1002/wat2.1162.

Olden, J.D., Konrad, C.P., Melis, T.S., Kennard, M.J., Freeman, M.C., Mims, M.C. *et al.* (2014). Are large-scale flow experiments informing the science and management of freshwater ecosystems? *Frontiers in Ecology and the Environment* 12(3), 176-185. https://doi.org/10.1890/130076.

Patten, D.T. y Stevens, L.E. (2001). Restoration of the Colorado river ecosystem using planned flooding. *Ecological Applications* 11(3), 633-634. https://doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[0633:ROTCRE]2.0.CO;2.

Peletz, R., Mahin, T., Elliott, M., Harris, M.S., Chan, K.S., Cohen, M.S. *et al.* (2013). Water, sanitation, and hygiene interventions to improve health among people living with HIV/AIDS: A systematic review. *AIDS* 27(16), 2593-2601. https://doi.org/10.1097/QAD.0b013e3283633a5f.

Penning-Rowsell, E. y Pardoe, J. (2015). The distributional consequences of future flood risk management in England and Wales. *Environment and Planning C-Government and Policy* 33(5), 1301-1321. https://doi.org/10.1068/c13241.

Penning-Rowsell, E.C. (2015). A realistic assessment of fluvial and coastal flood risk in England and Wales. *Transactions of the Institute of British Geographers* 40(1), 44-61. https://doi.org/10.1111/tran.12053.

Penning-Rowsell, E.C. y Johnson, C. (2015). The ebb and flow of power: British flood risk management and the politics of scale. *Geoforum* 62, 131-142. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.03.019.

Pfeiffer, L. y Lin, C.Y.C. (2014). Does efficient irrigation technology lead to reduced groundwater extraction? Empirical evidence. *Journal of Environmental Economics and Management* 67(2), 189-208. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.12.002.

Pitt, M. (2007). *Learning Lessons from the 2007 Floods. An Independent Review by Sir Michael Pitt.* London. http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100702222546/http://archive.cabinetoffice.gov.uk/pittreview/_/media/assets/www.cabinetoffice.gov.uk/flooding_review/flood_report_lowres%20pdf.pdf.

Pitt, M. (2008). *The Pitt Review: Learning Lessons from the 2007 Floods. Final Report.* London. http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100812084907/http://archive.cabinetoffice.gov.uk/pittreview/_/media/assets/www.cabinetoffice.gov.uk/flooding_review/pitt_review_full%20pdf.pdf.

Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegaard, K.L., Richter, B.D. *et al.* (1997). The natural flow regime. *Bioscience* 47(11), 769-784. https://doi.org/10.2307/1313099.

Rankin, W.J. (2011). *Minerals, Metals and Sustainability: Meeting Future Material Needs. 1st* edn. Melbourne: CRC Press. https://www.crcpress.com/Minerals-Metals-and-Sustainability-Meeting-Future-Material-Needs/Rankin/p/book/9780415684590.

Richter, B.D., Warner, A.T., Meyer, J.L. y Lutz, K. (2006). A collaborative and adaptive process for developing environmental flow recommendations. *River Research and Applications* 22(3), 297-318. https://doi.org/10.1002/rra.892.

Sabatier, P. (2005). Linking science and public learning: An advocacy coalition perspective. En *Adaptive Governance and Water Conflict: New Institutions for Collaborative Planning.* Scholz, J.T. y Stiftel, B.

(eds.). Washington, D.C. chapter 19. 196-203. https://www.routledge.com/Adaptive-Governance-and-Water-Conflict-New-Institutions-for-Collaborative/Scholz-Stiftel/p/book/9781936331475

Shah, T. (2014). *Groundwater Governance and Irrigated Agriculture.* TEC Background Papers. Stockholm: Global Water Partnership. https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/gwp_tec_19_web.pdf.

Shields, K.F., Bain, R.E.S., Cronk, R., Wright, J.A. y Bartram, J. (2015). Association of supply type with fecal contamination of source water and household stored drinking water in developing countries: A bivariate meta-analysis. *Environmental Health Perspectives* 123(12), 1222-1231. https://doi.org/10.1289/ehp.1409002.

Smith, S.D.P., McIntyre, P.B., Halpern, B.S., Cooke, R.M., Marino, A.L., Boyer, G.L. *et al.* (2015). Rating impacts in a multi-stressor world: A quantitative assessment of 50 stressors affecting the Great Lakes. *Ecological Applications* 25(3), 717-728. https://doi.org/10.1890/14-0366.1.

South Africa, Department of Water Affairs and Forestry (2002). *Free Basic Water. Implementation Strategy.* Pretoria. http://www.dwaf.gov.za/Documents/FBW/FBWImplementStrategyAug2002.pdf.

South Africa, Department of Water Affairs and Forestry (2003). *Strategic Framework for Water Services: Water is Life, Sanitation is Dignity.* Pretoria. http://www.dwaf.gov.za/Documents/Policies/Strategic%20Framework%20approved.pdf.

South Africa, Department of Water Affairs and Forestry (2007). *Free Basic Water. Implementation Strategy 2007: Consolidating and Maintaining.* Pretoria. https://www.gov.za/sites/default/files/FBW%20strategy%20-%20Version%204%20final%2020070402%20mk_0.pdf.

South Africa, Department of Water and Sanitation (2014). *Blue Drop Report.* Pretoria. https://www.green-cape.co.za/assets/Water-Sector-Desk-Content/DWS-2014-Blue-Drop-report-national-overview-part-1-of-2-2016.pdf.

South Africa, Department of Water and Sanitation (2017). *National Norms and Standards for Domestic Water and Sanitation Services. Version 3- Final.* Pretoria. https://cer.org.za/wp-content/uploads/1997/12/National-norms-and-standards-for-domenstic-water-and-sanitation-services.pdf.

Southwick Associates (2008). *Sportfishing in America: An Economic Engine and Conservation Powerhouse.* Alexandria, VA: American Sportfishing Association. http://www.southwickassociates.com/wp-content/uploads/2011/10/sportfishinginamerica_2007.pdf.

Speed, R., Yuanyuan, L., Zhiwei, Z., Le Quesne, T. y Pegram, G. (2013). *Basin Water Allocation Planning: Principles, Procedures and Approaches for Basin Allocation Planning.* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. https://think-asia.org/bitstream/handle/11540/82/basic-water-allocation-planning.pdf?sequence=1.

Spitz, K. y Trudinger, J. (2008). *Mining and the Environment: From Ore to Metal. 1st* edn: CRC Press. https://www.crcpress.com/Mining-and-the-Environment-From-Ore-to-Metal/Spitz-Trudinger/p/book/9780415465106.

Statistics South Africa (2016). *GHS Series Volume VIII. Water and Sanitation: In-depth analysis of the General Household Survey 2002–2015 and Community Survey 2016 Data.* Pretoria: Statistics South Africa. http://www.statssa.gov.za/publications/03-18-07/03-18-072015.pdf.

Thorne, C. (2014). Geographies of UK flooding in 2013/4. *Geographical Journal* 180(4), 297-309. https://doi.org/10.1111/geoj.12122.

Thornton, J.A., Rast, W., Holland, M.M., Jolánkai, G. y Ryding, S.O. (1999). *Assessment and Control of Nonpoint Source Pollution of Aquatic Ecosystems: A Practical Approach.* MAB Series. New York, NY: Parthenon. http://unesdoc.unesco.org/Ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=116965&set=005A57358C_1_376&gp=&lin=1&ll=c.

Toan, T.D. (2016). Water pricing policy and subsidies to irrigation: A review. *Journal of Environmental Processes* 3(4), 1081-1098. https://doi.org/10.1007/s40710-016-0187-6.

Turral, H., Svendsen, M. y Faures, J.M. (2010). Investing in irrigation: Reviewing the past and looking to the future. *Agricultural Water Management* 97(4), 551-560. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.07.012.

United Kingdom, Department for Environment Food and Rural Affairs (2004). *Making Space for Water: Developing a New Government Strategy for Flood and Coastal Erosion Risk Management in England.* London. http://www.look-up.org.uk/2013/wp-content/uploads/2014/02/Making-space-for-water.pdf.

United Kingdom, Department for Environment Food and Rural Affairs (2008). *Improving Surface Water Drainage: Consultation to Accompany Proposals Set Out in the Government's Water Strategy.* London. https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/6-380-6771?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true&comp=pluk&bhcp=1.

United Kingdom, Department for Environment Food and Rural Affairs (2012). *UK Climate Change Risk Assessment: Government Report.* London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69487/pb13698-climate-risk-assessment.pdf.

United Kingdom Parliament (2010). *Flood and Water Management Act 2010.* https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2010/29/pdfs/ukpga_20100029_en.pdf.

United Kingdom Parliament (2017). *Future flood prevention: Government's response.* https://publications.parliament.uk/pa/cm201617/cmselect/cmenvfru/926/92605.htm.

United Nations, General Assembly (2010). *The Human Right to Water and Sanitation.* 3 August. A/RES/64/292. http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292

United Nations (2018). *Sustainable development goal 6: Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all.* https://sustainabledevelopment.un.org/sdg6 (Consultado: 19 de octubre de 2018).

United Nations Children's Fund and World Health Organization (2015). *Progress on Sanitation and Drinking Water: 2015 Update and MDG Assessment.* New York and Geneva. http://files.unicef.org/publications/files/Progress_on_Sanitation_and_Drinking_Water_2015_Update_.pdf.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.* Geneva. https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2017). *What is disaster risk reduction?* https://www.unisdr.org/who-we-are/what-is-drr (Consultado: 21 de noviembre de 2017).

United Nations Office of the High Commissioner for Human Rights (2010). *The Right to Water: Fact Sheet No. 35.* http://www.refworld.org/docid/4ca45fed2.html

United Nations World Water Assessment Programme (2016). *The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs.* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002439/243938e.pdf.

United States, Department of the Interior (1992). *Grand Canyon Protection Act of 1992.* https://www.usbr.gov/lc/phoenix/AZ100/1990/grand_canyon_protection_act_1992.html (Consultado: 7 de noviembre de 2018).

United States, Department of the Interior (1996). *Record of Decision, Operation of Glen Canyon Dam: Final Environmental Impact Statement.* Washington, D.C. http://www.usbr.gov/uc/rm/amp/pdfs/sp_appndxG_ROD.pdf.

United States, Department of the Interior (2008). *Final Environmental Assessment: Experimental Releases from Glen Canyon Dam, Arizona, 2008 Through 2012.* https://www.usbr.gov/uc/envdocs/ea/gc/2008hfe/GCD-finalEA2-29-08.pdf.

United States, Department of the Interior (2011). *Environmental Assessment: Development and Implementation of a Protocol for High-flow Experimental Releases from Glen Canyon Dam, Arizona, 2011 - 2020.* Salt Lake City, UT. https://www.usbr.gov/uc/envdocs/ea/gc/HFEProtocol/HFE-EA.pdf.

United States, Department of the Interior (2016). *Record of Decision for the Glen Canyon Dam Long-Term Experimental and Management Plan Final Environmental Impact Statement.* Salt Lake City, UT. http://ltempeis.anl.gov/documents/docs/LTEMP_ROD.pdf.

United States, Department of the Interior (2018). *Colorado river storage project.* https://www.usbr.gov/uc/rm/crsp/index.html (Consultado: 7 de noviembre de 2018).

United States Congress (1973). *Endangered Species Act 1973,* https://history.house.gov/HistoricalHighlight/Detail/35155?ret=True.

United States Environmental Protection Agency (2017). *Great Lakes Restoration Initiative Report to Congress and the President: Fiscal Year 2016.* Washington, D.C. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100UQE0.PDF?Dockey=P100UQE0.PDF.

United States National Research Council (1985). *The Great Lakes Water Quality Agreement: An Evolving Instrument for Ecosystem Management.* Washington, D.C.: National Academy press. https://doi.org/10.17226/18933.

Valdez, R.A., Carothers, S.W., House, D.A., Douglas, M.E., Douglas, M., Ryel, R.J. *et al.* (2000). *A Program of Experimental Flows for Endangered and Native Fishes of the Colorado River in Grand Canyon.* Flagstaff, AR. http://www.riversimulator.org/Resources/GCMRC/Aquatic/Valdez2000ExpFlow.pdf.

von Hirschhausen, C., Flekstad, M., Meran, G. y Sundermann, G. (2017). *Clean Drinking Water as a Sustainable Development Goal: Fair, Universal Access with Increasing Block Tariffs.* DIW Economic Bulletin. https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.561626.de/diw_econ_bull_2017-28-3.pdf.

von Schnitzler, A. (2008). Citizenship prepaid: Water, calculability, and techno-politics in South Africa*. *Journal of Southern African Studies* 34(4), 899-917. https://doi.org/10.1080/03057070802456821.

Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P. *et al.* (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467, 555-561. https://doi.org/10.1038/nature09440.

Wada, Y., van Beek, L.P.H. y Bierkens, M.F.P. (2012). Nonsustainable groundwater sustaining irrigation: A global assessment. *Water Resources Research* 48(6). https://doi.org/10.1029/2011WR010562.

Water and Sanitation Program (2011a). *Water Supply and Sanitation in South Africa: Turning Finance into Services for 2015 and Beyond.* https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/17752/6992300REPLACE0LIC00CSO0SouthAfrica.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Water and Sanitation Program (2011b). *The Political Economy of Sanitation: How Can We Increase Investment and Improve Service for The Poor? Operational Experiences from Case Studies in Brazil, India, Indonesia, and Senegal.* Washington, D.C. https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/768-eng.pdf.

Webb, R.H., Schmidt, J.C., Marzolf, G.R. y Valdez, R.A. (1999). *The Controlled Flood in Grand Canyon.* Geophysical Monograph Series. Washington, D.C.: American Geophysical Union. http://adsabs.harvard.edu/abs/1999GMS...110.....W.

Whittington, D., Jeuland, M., Barker, K. y Yuen, Y. (2012). Setting priorities, targeting subsidies among water, sanitation, and preventive health interventions in developing countries. *World Development* 40(8), 1546-1568. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.03.004.

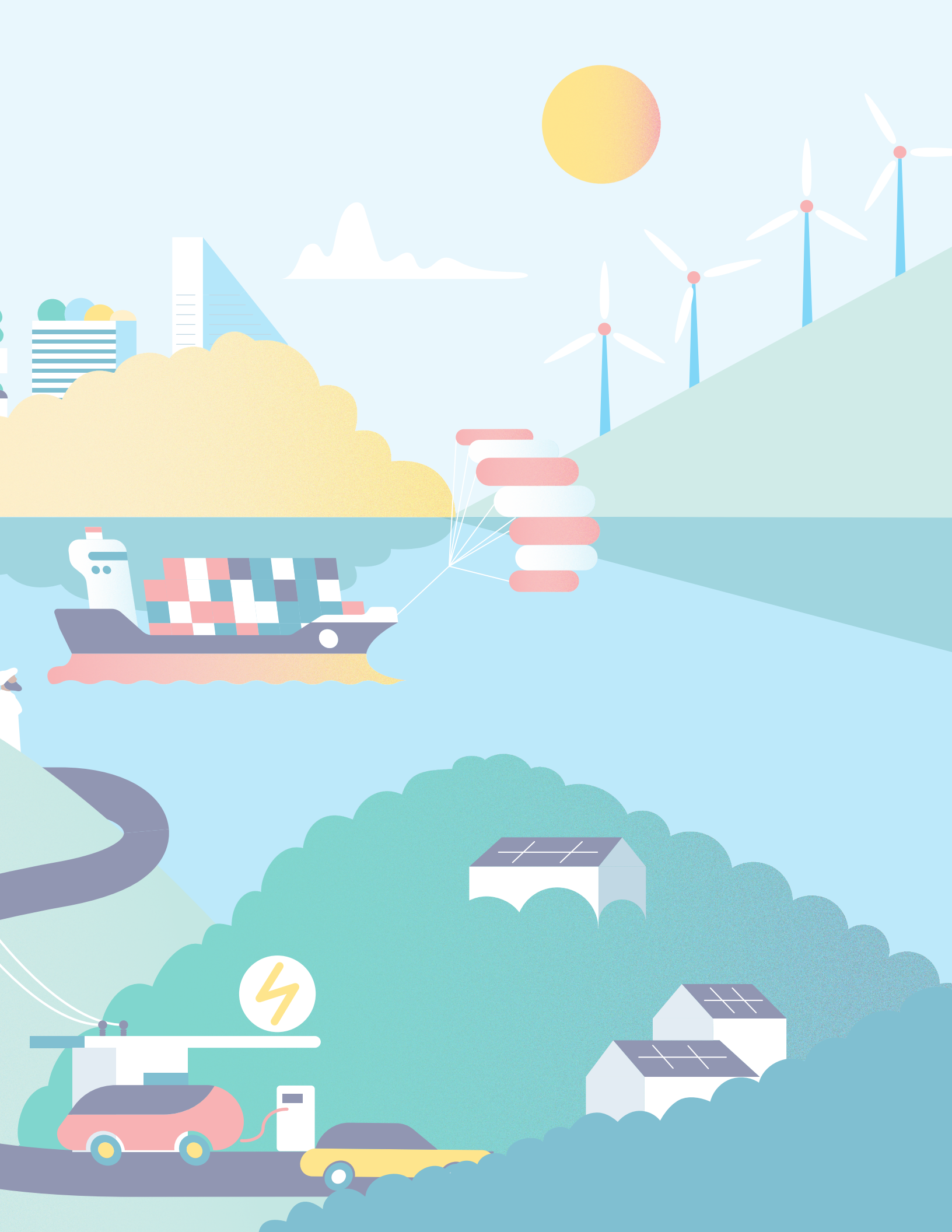
Wiering, M., Kaufmann, M., Mees, H., Schellenberger, T., Ganzevoort, W., Hegger, D.L.T. *et al.* (2017). Varieties of flood risk governance in Europe: How do countries respond to driving forces and what explains institutional change? *Global Environmental Change* 44, 15-26. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.02.006.

World Bank (2018). *Environmental Flows for Hydropower Projects: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets.* Washington, D.C. http://documents.worldbank.org/curated/en/372731520945251027/pdf/124234-WP-Eflows-for-Hydropower-Projects-PUBLIC.pdf.

World Health Organization (2014). *Investing in Water and Sanitation: Increasing Access, Reducing Inequalities. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2014 Report.* Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/139735/1/9789241508087_eng.pdf.

World Health Organization (2017). *Annex 2: Safely Managed Sanitation Services.* Geneva. http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/coverage/indicator-6-2-1-safely-managed-sanitation-services-and-hygiene.pdf.

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2017). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines.* Geneva. https://www.unicef.org/publications/files/Progress_on_Drinking_Water_Sanitation_and_Hygiene_2017.pdf.



Capítulo 17



Enfoques Sistémicos de las Políticas sobre Temas Transversales

Autores coordinadores principales: John Crump (GRID-Arendal), Klaus Jacob (Freie Universität Berlin), Peter King (Institute for Global Environmental Strategies), Diana Mangalagiu (University of Oxford and Neoma Business School), Caroline Zickgraf (Université de Liège)

Autores principales: Babatunde Joseph Abiodun (University of Cape Town), Giovanna Armiento (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), Rob Bailey (Chatham House, the Royal Institute of International Affairs), Elaine Baker (GRID-Arendal at the University of Sydney), Kathryn Jennifer Bowen (Australian National University), Irene Dankelman (Radboud University), Riyanti Djalante (United Nations University – Institute for the Advanced Study of Sustainability), Monica Dutta (TERI), Fintan Hurley (Institute of Occupational Medicine), Maria Jesus Iraola (University of Uruguay), Rakhyun E. Kim (Utrecht University), Richard King (Chatham House, the Royal Institute of International Affairs), Andrei Kirilenko (University of Florida), Oswaldo dos Santos Lucon (Sao Paulo State Environment Secretariat), Katrina Lyne (James Cook University), Diego Martino (AAE Asesoramiento Ambiental Estratégico and ORT University), Ritu Mathur (TERI), Gavin Mudd (Royal Melbourne Institute of Technology), Sebastian Sewerin (Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich),

Tim Stephens (University of Sydney), Patricia Schwerdtle (Monash University), Joni Seager (Bentley University), Laura Wellesley (Chatham House, the Royal Institute of International Affairs), Caradee Y. Wright (Medical Research Council of South Africa)

Asistente GEO: Souhir Hammami (Freie Universität Berlin)

Resumen ejecutivo

Los impactos físicos, sociales, económicos y sanitarios causados por el cambio climático, especialmente en las comunidades más vulnerables, requieren urgentes enfoques de adaptación que sean sistémicos, multidimensionales y transformadores (*establecido, pero incompleto*). La adaptación al cambio climático es un proceso complejo y debe producirse en todas las regiones y sectores, a múltiples escalas temporales y geográficas; debe tener en cuenta elementos complejos e interactivos y los mecanismos de retroalimentación del sistema hombre-medio ambiente. {17.3.1}

La adaptación al clima en las ciudades costeras y en los pequeños estados insulares en desarrollo (PEID) es generalmente catalogada como "proteger", "acomodar", "retroceder" *(establecido, pero incompleto)*. La adaptación debe hacer frente a múltiples peligros de aparición lenta y rápida, como la erosión costera, la subida del nivel del mar, los ciclones tropicales, las inundaciones o las sequías. La adaptación al clima en las ciudades costeras sigue siendo insuficiente y puede provocar un aumento de los riesgos a largo plazo. Muchos PEID de baja altitud están experimentando una intensificación de las inundaciones y de la erosión costera, llevando a que la zona resulte inhabitable a futuro. {17.3.1}

Un enfoque transformador para la adaptación al clima debe hacer frente a las incertidumbres y complejidades derivadas de los impactos del cambio climático, abordar las fuerzas motrices de los riesgos y ocuparse de los factores subyacentes de la vulnerabilidad, reducir la desigualdad, abordar el empoderamiento de género y fomentar la resiliencia y la capacidad de adaptación (*establecido, pero incompleto*). {17.3.3}

El sistema agroalimentario es responsable de importantes externalidades medio ambientales, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero, resultando altamente ineficiente desde el punto de vista energético (*bien establecido*). La consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) requiere medidas urgentes para reducir la huella ambiental del sistema agroalimentario y aumentar su eficiencia general. {17.4.1}

La agricultura es responsable de la mayoría de las consecuencias medio ambientales asociadas a la producción de alimentos (*bien establecido*). En este sentido existen dos grandes enfoques políticos para abordarlo: (1) incorporar el costo de las externalidades ambientales negativas en los precios de mercado a través del principio de "quien contamina paga"; e (2) incentivar a los agricultores para que minimicen las externalidades negativas o creen externalidades positivas a través de los pagos por servicios ecosistémicos, lo que podría considerarse como el principio de "el beneficiario paga". {17.4.2}

Sin un cambio en las tendencias alimenticias a nivel global, el crecimiento de las emisiones del sistema alimentario puede significar que el objetivo del Acuerdo de París de limitar el calentamiento muy por debajo de los 2 °C sea poco probable de alcanzar (*establecido, pero incompleto*). La mayoría de las políticas medio ambientales en este ámbito están orientadas a abordar la sostenibilidad de la producción de alimentos, prestando menos atención a los residuos y al consumo; varios gobiernos han introducido medidas de política económica para fomentar prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente; también, existen indicios incipientes de la incorporación de criterios de sostenibilidad en las directrices dietéticas que permitan convencer a los consumidores de ajustar sus pautas de consumo para optimizar los resultados nutricionales y reducir la carga medio ambiental que ello supone. {17.4.3, 17.4.4}

La sostenibilidad planetaria a largo plazo requiere intervenciones políticas y tecnológicas en todos los sistemas energéticos para hacer posible la elección de combustibles, la forma de producirlos y consumirlos y la manera en que los recursos se ven afectados sistémicamente en cada etapa del sistema energético (*establecido, pero incompleto*). {17.5.1, 17.5.2}

Los mecanismos para abordar estos retos incluyen la fijación de precios del carbono (sistemas de límites máximos y negociación, impuestos sobre el carbono y otros instrumentos económicos como los impuestos sobre los combustibles y las diferentes subvenciones a las energías renovables), enfoques reguladores (normas de eficiencia energética, de comando y control, desmantelamiento obligatorio de las plantas antiguas), programas de información (que aborden el comportamiento, el estilo de vida y la cultura), y el tratamiento de las barreras administrativas o políticas, incluso a través de la cooperación internacional (*establecido, pero incompleto*) {17.5.3}

La descarbonización de la oferta y la mejora de la eficiencia de la demanda son dos elementos políticos clave que se han aplicado con éxito (*bien establecido*). Sin embargo, es necesario ampliarlos rápidamente, junto con la introducción progresiva de nuevas políticas. {17.5.4}

En la actualidad, la economía mundial funciona predominantemente de forma lineal, en la que los recursos se extraen, se convierten en productos a través de la fabricación y luego se eliminan (*bien establecido*). {17.6.1}

El uso de recursos naturales ha crecido rápidamente en las últimas dos décadas y las cadenas de suministro global de recursos se han vuelto más complejas, lo que ha provocado un aumento de las presiones e impactos ambientales (*bien establecido*). {17.6.1}

Es necesario un cambio global hacia una economía circular en la que la eficiencia de los recursos contribuya al crecimiento económico y al bienestar humano, con una reducción de las presiones e impactos ambientales (*establecido, pero incompleto*). Esto tendría importantes beneficios colaterales para la reducción de los gases de efecto invernadero y la minimización de los residuos y la contaminación. {17.6.2}

Una economía circular es un enfoque sistémico de los procesos industriales y la actividad económica que permite que los recursos mantengan su máximo valor durante el mayor tiempo posible (*bien establecido*). Las consideraciones clave en la aplicación de una economía circular son la reducción y el replanteamiento del uso de los recursos y la búsqueda de la longevidad, la renovación, la reutilización, la reparación, el reemplazo y la mejora de los recursos y productos que se utilizan.

El uso eficiente de los recursos contribuye a la resiliencia económica al aumentar la seguridad del suministro de materias primas y cerrar los circuitos de recursos mediante la refabricación y el reciclaje, reduciendo así las presiones de la explotación de recursos, el cambio climático, la acumulación de sustancias tóxicas en los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad (*bien establecido*). {17.6.2}

La eficiencia de los recursos no siempre se produce de forma espontánea, sino que requiere políticas bien diseñadas que faciliten un cambio hacia sistemas sostenibles de producción y consumo e infraestructuras sostenibles (*establecido, pero incompleto*). {17.6.4}

El diseño de sistemas, productos y servicios que reduzcan la demanda y aumenten la eficiencia en el uso de los recursos es clave para lograr la economía circular (*no concluyente*). También es clave la colaboración intersectorial e interdisciplinaria que capacite a los consumidores también como ciudadanos. {17.6.4}

Las políticas relativas a un uso eficiente de los recursos, a la reducción de los gases de efecto invernadero y a la minimización de los residuos, aplicadas conjuntamente, permitirán desvincular el desarrollo económico y el bienestar humano de la degradación del medio ambiente mundial y de la explotación de los recursos (*no concluyente*). {17.6.4}

17.1 Cuestiones en materia de políticas transversales y cambio sistémico

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible confirma la determinación de los gobiernos de "adoptar con urgencia medidas audaces y transformadoras que sean necesarias para que el mundo adopte una senda sostenible y resiliente". Lograr esta transformación requiere un cambio urgente y drástico en las áreas relacionadas con las políticas transversales de desarrollo sostenible que tienen dimensiones sociales, económicas y ambientales estrechamente entrelazadas.

El Capítulo 4 de este informe identificó 12 temas transversales de interés inmediato para los responsables políticos: la salud, los desastres ambientales, el género, la educación, la urbanización, el cambio climático, las regiones polares y montañosas, los productos químicos, los residuos y las aguas residuales, el uso de recursos, la energía y el sistema alimentario. Debido a su vinculación con sistemas económicos, sociales y medio ambientales que son claves, se seleccionarán aquí cuatro de estas doce cuestiones transversales -cambio climático, alimentación, energía y uso de recursos- para su análisis.

En este capítulo se evaluará la capacidad de las políticas medio ambientales para lograr un cambio transformador a la hora de abordar los retos transversales del desarrollo sostenible mundial. Para ello, el capítulo aborda los principales retos de la adaptación de los sistemas socioeconómicos al cambio climático, la creación de un sistema de producción agrícola y alimentaria sostenible, la descarbonización de los sistemas energéticos y la creación de una economía circular. Los acuciantes retos medio ambientales del mundo son consecuencia de sistemas socioeconómicos profundamente arraigados que abarcan múltiples ámbitos políticos. Si se quiere satisfacer las necesidades humanas globales dentro de los límites planetarios, debe haber una transformación en el funcionamiento de estos sistemas para reducir el uso de recursos biofísicos y lograr resultados sociales justos (Raworth 2012; O'Neill *et al.* 2018). Aunque la transformación sistémica resultará muy difícil para algunas comunidades, sí proporcionará una serie de beneficios y oportunidades, de las cuales, unas podrán materializarse a corto plazo, mientras que otras lo harán a largo plazo. Para lograr una transformación que atraiga un apoyo generalizado, será necesario comunicar claramente las oportunidades y los retos, tener en cuenta las expectativas de los grupos y sectores afectados, y compensar, reequipar y volver a capacitar a quienes sufran la dislocación o los impactos distributivos negativos del cambio.

17.1.1 Un espacio operativo seguro

La transformación de los sistemas globales hacia una senda sostenible y resiliente es un reto importante debido al legado de las políticas, los sistemas de conocimiento y las normas culturales del pasado (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific [ESCAP], Asian Development Bank [ADB] y United Nations Development Programme [UNDP] 2018) y a la complejidad inherente a los ámbitos políticos, que involucran muchas áreas temáticas y actores. El cambio climático, por ejemplo, se ha descrito como un "problema político diabólico" porque su solución requiere altos niveles de cooperación entre los gobiernos y la aplicación de medidas políticas en muchos sectores económicos (Garnaut 2008).

En el Antropoceno, los retos políticos transversales suponen una interdependencia, fuertemente, vinculada entre los elementos biofísicos y socioeconómicos del sistema Tierra (Liu *et al.* 2007; Biermann 2014; Young 2017). El reto central de la política medio ambiental en esta nueva era es satisfacer las necesidades humanas de forma que no se sobrepasaran los límites planetarios y se mantuvieran dentro de un espacio operativo seguro para la humanidad (Rockström *et al.* 2009). Para alcanzar este objetivo debió haber una reducción radical del uso de los recursos biofísicos y una transformación de los sistemas de aprovisionamiento físico y social que conectara el uso de aquellos con procesos y resultados sociales justos (Raworth 2012; O'Neill *et al.* 2018).

Para lograr esta la transformación, es vital que la formulación de políticas sea estratégica, coordinada y dirigida al logro de una meta clara. Es poco probable que las políticas ambientales que abordan solo un aspecto de un desafío sistémico, transversal y de desarrollo sostenible logren el cambio necesario para modificar los sistemas socioecológicos de la Tierra hacia una vía de sostenibilidad. Por ejemplo, una política aislada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de un producto puede proporcionar un incentivo económico para que la producción se desplace a otro producto no regulado, con el resultado de que no se produzca una reducción neta de las emisiones en toda la economía (Yang *et al.* 2012; van den Bergh *et al.* 2015). Por ello, en algunos contextos es preferible el establecimiento de una regulación general, en vez de una política, específicamente, centrada en lo tecnológico que "seleccione a los ganadores". Por lo tanto, las cuestiones medio ambientales transversales deben abordarse de forma holística, con intervenciones políticas aplicadas con el objetivo de transformar el sistema pertinente en su conjunto, incluyendo la modificación del comportamiento colectivo y el cambio de aquellas prácticas y normas sociales insostenibles.

Sin embargo, establecer el necesario y ambicioso objetivo de transformar los sistemas socioeconómicos o sociotécnicos no siempre significa que las políticas medio ambientales dirigidas a lograr este objetivo deban ser omnicomprensivas. Una estrategia eficaz de transformación que persiga una visión clara y global puede tener un efecto operativo a través de políticas medio ambientales aplicables a macro, media y microescala. En algunos contextos políticos, las intervenciones específicas a pequeña escala que pueden crear innovación serán más eficaces que las políticas expansivas. Desde esta perspectiva, el fomento de la innovación tecnológica o social específica puede estar justificado en algunas circunstancias. Hay pruebas de que la transformación de algunos sistemas socioecológicos puede comenzar a partir de cambios realizados dentro de nichos que pueden conducir a innovaciones técnicas y de otro tipo que dan lugar a patrones más sostenibles de uso de los recursos (Doyon 2018). Mientras que unos pequeños cambios en un sistema pueden llevar rápidamente a un punto de inflexión y a una transformación del mismo, otros sistemas están más arraigados y más robustos, por lo cual no es fácil cambiarlos a un modo sostenible. Para superar esta dependencia de la trayectoria se requiere un conjunto de políticas y enfoques a múltiples escalas.

17.2 Actores clave, políticas y enfoques de gobernanza

La globalización ha dado lugar a la aparición de complejos sistemas socioecológicos globales que no funcionan de forma predecible y pueden dar lugar a cambios no lineales. Esto significa que la elaboración y aplicación de políticas se produce en condiciones de incertidumbre y que cada vez es más importante una gobernanza medio ambiental que pueda responder de forma ágil a los cambios rápidos e imprevistos (Young 2017). En este contexto, los gobiernos desempeñan un papel fundamental para lograr una transformación exitosa de los sistemas socioeconómicos, los cuales continúan teniendo la capacidad de adoptar un conjunto de políticas desde normas de comando y control, hasta medidas basadas en el mercado en respuesta a los problemas medio ambientales. Hay muchos ejemplos en los que una intervención gubernamental decisiva ha aportado grandes beneficios medio ambientales y ha transformado los sistemas

existentes, tal es el caso de la eliminación de las sustancias que agotan la capa de ozono y el control de la contaminación por petróleo de los barcos en el medio marino.

Sin embargo, a veces los enfoques tradicionales de gobernanza tienen sus límites, incluso cuando lo que se necesita es un cambio transformador. Los sistemas socioecológicos son cada vez más complejos en cuanto a la variedad de sus componentes y sus interacciones, por lo que no siempre es posible predecir de antemano el impacto que pueden tener las medidas políticas (Young 2017). Por lo tanto, al abordar los desafíos transversales, que requieren un cambio en todo el sistema, es necesario que los gobiernos estén dispuestos a participar en un proceso reflexivo y experimental de "aprendizaje en la práctica", incluidos los experimentos normativos para probar la viabilidad de diversos enfoques (por ejemplo, Ostrom *et al.* 2007; Dryzek 2014).

Este proceso de "aprendizaje transformador" (ESCAP, ADB y UNDP 2018) puede promover la innovación al permitir la experimentación mediante:

i. crear y resaltar las oportunidades para que las comunidades adopten visiones nuevas y alternativas que les permitan atender las necesidades humanas de manera sostenible;
ii. permitir la participación de nuevos actores que puedan proporcionar recursos y servicios más sostenibles; y,
iii. eliminar de forma transparente las estructuras insostenibles existentes.

El papel que desempeña el gobierno es de suma importancia para este proceso, sin embargo, sí existe una dinámica más amplia en la que es posible lograr una "gobernanza sin gobierno" (Ostrom 1990). La clave de este proceso es la movilización social en torno a valores compartidos y una visión de sistemas justos y sostenibles.

17.2.1 Evaluar la eficacia de las políticas frente a los temas transversales

Sobre la base de nuestro permanente y mejorado conocimiento acerca de la elaboración de políticas medio ambientales, es posible evaluar la eficacia de aquellas que abordan cuestiones transversales y sus fuerzas motrices sistémicas. Así, esto no solo se refiere a su rendimiento inmediato o a corto plazo en la consecución de sus objetivos específicos, sino también a su potencial para generar una transformación sistémica. A este respecto, hay dos criterios clave: el objetivo de la política y el resultado de la transformación.

Este capítulo se centra en cuatro retos transversales de desarrollo sostenible a escala mundial y se pregunta:

i. ¿Cuáles son los cambios más urgentes que requiere el sistema?
ii. ¿Qué elementos del sistema pretenden abordar las políticas?
iii. ¿Qué se ha hecho hasta la fecha y qué eficacia han tenido estas medidas?
iv. ¿Cuál es el potencial transformador de los enfoques políticos analizados?

Para llevar a cabo esta evaluación, se examinan cuatro retos de sostenibilidad a través de estudios de casos específicos que ilustran las respuestas políticas en una serie de entornos diferentes y destacan los retos y las oportunidades para el diseño y la aplicación de las mismas. Este capítulo también ofrece una visión más amplia de la eficacia de las políticas medio ambientales transversales mediante el examen de indicadores sensibles a las políticas.

17.3 Adaptar sistemas socioeconómicos más resistentes al cambio climático

La adaptación al cambio climático es una cuestión fundamental para las ciudades costeras y los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (PEID), ya que se trata de lugares en los que la exposición a los impactos del cambio climático está aumentando drásticamente debido a la subida del nivel del mar. Esto se combina con la densidad demográfica y de infraestructuras a lo largo de las costas, la urbanización rápida y a menudo no planificada de las zonas bajas, la pérdida de ecosistemas y la degradación del medio ambiente, la gestión insostenible de los recursos naturales y la falta de capacidades de adaptación existentes.

La adaptación al cambio climático debe abordar tanto los sistemas naturales como los humanos. Los sistemas naturales, como las playas, los humedales y los arrecifes de coral, deben protegerse manteniendo los ecosistemas y procesos costeros y evitando la erosión y las inundaciones. Los sistemas humanos -como los asentamientos, la industria, las infraestructuras, la agricultura, la pesca, el turismo, el ocio y la salud- deben reforzarse para ser más resistentes al clima. Las estrategias de adaptación han reconocido la especial importancia de salvaguardar a los grupos más vulnerables, como los pueblos indígenas, las mujeres, los niños, los discapacitados y las comunidades económicamente desfavorecidas.

17.3.1 ¿Cuáles son los cambios más urgentes que requiere el sistema?

Los impactos del cambio climático difieren según la ubicación geográfica, los sectores y los grupos sociales. Este afecta, especialmente, la vida los medios de subsistencia y el bienestar psicológico de las personas de escasos recursos, las comunidades vulnerables y las personas afectadas por los desastres (Davis 2015; Dankelman 2016). Entre los principales impactos se encuentran los riesgos para la salud relacionados con el estrés térmico y los fenómenos extremos que provocan un aumento de la mortalidad y las lesiones, los desplazamientos internos y transfronterizos y las pérdidas, daños económicos y de infraestructuras (Watts *et al.* 2015; Grimmins *et al.* 2016; Internal Displacement Monitoring Centre [IDMC] y Norwegian Refugee Council 2017). Los impactos secundarios en la salud están mediados por el medio ambiente, incluyendo el aumento del riesgo de enfermedades sensibles al clima, que pueden ser transmitidas por vectores, agua o alimentos. Los impactos terciarios están mediados socialmente e incluyen la migración y los conflictos (Watts *et al.* 2015). Esto requiere respuestas adaptativas para proteger, preservar y promover la salud y el bienestar humano.

¿Qué elementos del sistema pretenden abordar las políticas?
La adaptación a la subida del nivel del mar en las ciudades costeras y en los PEID trata de abordar la vulnerabilidad a los siguientes impactos del cambio climático: erosión costera, subida del nivel del mar, inundaciones y fenómenos extremos.

Estos generalmente se clasifican en "proteger", "acomodar" o "retroceder":

- **Protección** de las personas y los bienes mediante la construcción de diques más altos, el mejoramiento de la gestión del uso del suelo, el desarrollo de nuevos códigos de construcción para elevar las viviendas y las infraestructuras y la reducción de la erosión costera;

- **Adaptación** mediante la modificación de las prácticas existentes para hacerlas más resistentes a la subida del nivel del mar, mejorando las infraestructuras para aumentar la capacidad de absorción de las masas de agua y los

humedales, regulación del flujo de agua, y la introducción de seguros; y

- **Retirar**, mediante el abandono de las zonas de alto riesgo y la reubicación de la población lejos del peligro.

La adaptación al clima en las ciudades costeras sigue siendo insuficiente y puede provocar un aumento de los riesgos en el futuro. La protección de las poblaciones y las infraestructuras existentes ha conducido a menudo a un desarrollo aún mayor en las zonas de alto riesgo, lo que ha provocado la acumulación de riesgos (Hallegatte *et al.* 2013). Los programas de adaptación al clima no han abordado eficazmente los múltiples peligros de aparición lenta y rápida, como las inundaciones, las sequías, los ciclones tropicales y la subida del nivel del mar. A menudo se llevan a cabo a través de programas sectoriales, por ejemplo, en la agricultura, la salud y la gestión de desastres, en lugar de abordar las causas subyacentes de la vulnerabilidad. Esto tiene implicaciones para los derechos humanos, ya que las desigualdades persistentes en términos de acceso a los activos, las oportunidades, la voz y la participación, o la discriminación significan que las comunidades de escasos recursos y vulnerables carecen de la capacidad de adaptación y están desproporcionadamente expuestas y muy sensibles a los peligros climáticos (United Nations 2016).

Algunos PEID de baja altitud han experimentado un aumento de las inundaciones y una importante erosión costera y se espera que acaben siendo inhabitables. Las poblaciones afectadas se verán desplazadas y tendrán que migrar a otros lugares o países, con las consiguientes consecuencias para su salud y bienestar (Schwerdtle, Bowen y McMichael 2018). Las respuestas políticas deben fortalecer los sistemas de salud para que sean resistentes al clima y que incluyan a los migrantes (Schwerdtle, Bowen y McMichael 2018). También tienen que integrarse con otros ámbitos políticos, como las políticas de fronteras y del mercado laboral, así como con la protección de los derechos sociales y humanos.

17.3.2 ¿Qué se ha hecho hasta la fecha y qué eficacia han tenido estas medidas?

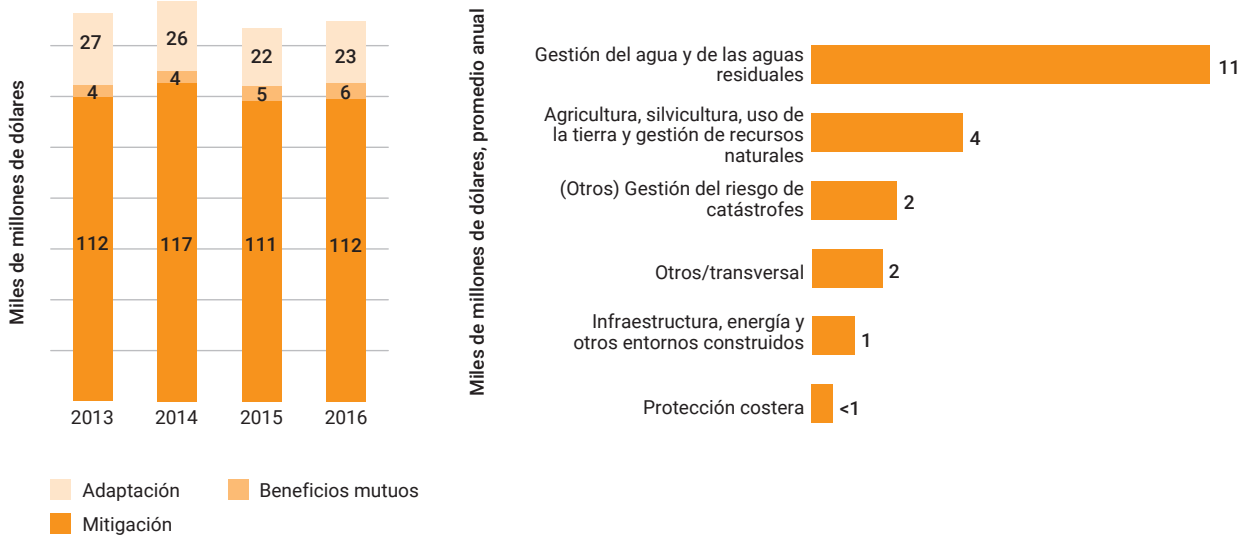
El ODS 13 reconoce que el cambio climático es un problema crítico y pide que se tomen medidas urgentes mediante el fortalecimiento de la resiliencia y la capacidad de adaptación, incorporándola en las políticas y en la planificación, en la educación y en la creación de capacidades. El Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático busca fortalecer la capacidad de los países para hacer frente a los impactos del cambio climático y apoyar la acción de las naciones en desarrollo y los países más vulnerables. El apoyo prestado a través de estrategias y mecanismos en el marco del Acuerdo de París incluye fondos de adaptación al clima, transferencia de tecnología y seguros climáticos.

La financiación climática mundial asciende a 410.000 millones de dólares en promedio al año (Buchner *et al.* 2017). Sin embargo, el 93% de esta cantidad se destina a la mitigación, mientras que menos del 5% (22.000 millones de dólares) se destina a la adaptación (Buchner *et al.* 2017). Profundizando en la financiación de la adaptación, menos de 4.000 millones de dólares se destinan a la protección de las costas, las infraestructuras y la gestión del riesgo de desastres (Buchner *et al.* 2017). Estas son las áreas más necesitadas si se quiere reforzar la adaptación en las ciudades costeras y los PEID (**Figura 17.1**).

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, por su sigla en inglés), a través del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR 2015), reconoce la necesidad de una mejor integración de la reducción del riesgo de desastres (RRD) y la adaptación, ya que el cambio climático aumenta la gravedad, la intensidad y la frecuencia de estos. De ahí que se estén desarrollando acciones reforzadas y más coherentes hacia la Agenda 2030, el Acuerdo de París y el Marco de Sendai (UNISDR 2017). La atención en este ámbito ha pasado de la gestión y la respuesta a las emergencias, a la reducción de los riesgos de catástrofes y su integración en el desarrollo.

A pesar de que el reto actual busca contrarrestar que el número de personas afectadas y las pérdidas económicas siguen aumentando, es un hecho que las muertes por desastres se han reducido drásticamente gracias a los sistemas de alerta temprana y a una mejor preparación y planificación ante los mismos (UNISDR 2017). La Nueva Agenda Urbana (United Nations Human Settlements Programme [UN-Habitat] 2016), coordinada por el Programa de las Naciones Unidas para los

Figura 17.1: Financiamiento climático para la adaptación



Fuente: Buchner *et al.* 2017.

Asentamientos Humanos, es un marco global sobre urbanización sostenible para "hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles". También se reconoce que en las ciudades, especialmente las costeras, se encuentran algunos de los lugares e infraestructuras más vulnerables (World Bank 2013). En el marco del Programa de Acción Mundial (GAP, por su sigla en inglés) sobre Educación para el Desarrollo Sostenible, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) implementó la Educación sobre el Cambio Climático (CCE, por su sigla en inglés) junto con los programas de Educación para el Desarrollo Sostenible (ESD, por su sigla en inglés) (UNESCO 2014). La CCE incluye, entre otros temas, la ciencia del cambio climático, los aspectos sociales y humanos, las respuestas políticas y los estilos de vida sostenibles (UNESCO 2010). Para garantizar la eficacia de esta política, las investigaciones demuestran que las intervenciones educativas tienen más éxito cuando se centran en los aspectos locales, tangibles y accionables del desarrollo sostenible y el cambio climático, especialmente, aquellos que pueden ser abordados por el comportamiento individual (Anderson 2013).

El Programa de Adaptación del Pacífico al Cambio Climático (PACC) es la primera iniciativa importante de adaptación al cambio climático en la región del Pacífico y es una asociación entre varios organismos regionales y nacionales clave y comunidades de 14 países insulares de esta región. La Secretaría del Programa Ambiental Regional del Pacífico (SPREP) se encuentra a cargo de la coordinación de este programa. Una evaluación de este programa reclama un enfoque más integrado del cambio climático, las catástrofes y la mitigación del clima, así como una mejor gestión de la información y los datos (Hay 2009). Las políticas relacionadas con la migración por motivos climáticos apenas están surgiendo. A pesar de que su aplicación continúa siendo escasa a nivel local, sí existen marcos políticos que han tratado de integrar la migración con la protección de las fronteras, los medios de subsistencia y la protección de los derechos sociales y humanos, como los elaborados por el Banco Asiático de Desarrollo (BAD 2012) y la Agenda de Protección de la Iniciativa Nansen (2015).

17.3.3 ¿Cuál es el potencial transformador de los enfoques políticos analizados?

Los enfoques políticos y el estudio de casos presentados (**Recuadro 17.1**) refuerzan la necesidad de identificar mejor la gobernanza para la adaptación a fin de abordar las complejidades de los procesos que conducen a los impactos del cambio climático y los que resultan de ellos, así como los factores subyacentes de la vulnerabilidad, con miras a crear resiliencia y capacidad de adaptación. La gobernanza de la adaptación se refiere al patrón que surge de los procesos de gobierno de los actores sociales, políticos y administrativos involucrados (Huitema *et al.* 2016). El éxito de la adaptación requiere tener en cuenta la eficacia, la eficiencia, la equidad y la legitimidad para garantizar la sostenibilidad de las vías de desarrollo en un futuro incierto (Adger, Arnell y Tompkins 2005).

La propuesta hacia un enfoque transformador de la adaptación al cambio climático para hacer frente a sus efectos es cada vez más común, llegando posiblemente a ofrecer cambios en la forma en que se gobierna e implementa la adaptación actual para que sea resiliente y sostenible. Es un enfoque que tiene el potencial de mediar la complejidad, la incertidumbre y el cambio rápido. Entre las características que se han identificado se encuentran la gestión adaptativa, especialmente, al permitir el aprendizaje y la autoorganización; el tratamiento a escala para aumentar el "ajuste" de la gobernanza entre los aspectos sociales y ecológicos; y un sistema de gobernanza policéntrico que permite la redundancia y la diversidad a través de la participación y la colaboración (Brunner *et al.* 2005; Folke 2006; Brunner y Lynch 2010; Djalante, Holley y Thomalla. 2011; Chaffin, Gosnell y Cosens 2014). El potencial transformador se refleja a través de la innovación, la experimentación, la visión y el espacio para nuevos actores. El aprendizaje permite experimentar, generar visiones y hacer florecer las innovaciones (Taylor 2017). Las acciones se toman sobre la base de los mejores conocimientos disponibles y permiten aprender de los errores e innovar. De la misma forma, la educación sobre el cambio climático también contribuye a la capacitación de los responsables de la toma de decisiones y del empoderamiento de las personas para que apliquen sus propias estrategias de adaptación, por ejemplo, equipándolas para que comprendan la complejidad, perciban los riesgos y tengan en cuenta los conocimientos autóctonos (Nakashima *et al.* 2012; Blum *et al.* 2013; Monroe *et al.* 2017; UNESCO 2017; UNESCO 2018).

En términos generales, el aprendizaje de las diferentes partes interesadas aumenta la capacidad de transformación.

Recuadro 17.1: Estudio de caso: Programa en Vietnam: "Vivir con las inundaciones".

Este estudio de caso ofrece un ejemplo de los enfoques políticos para lograr una adaptación eficaz, a pesar de las enormes complejidades a la hora de establecer objetivos que permitan alcanzar la eficacia de las políticas, es decir, la equidad social/los derechos humanos, la participación de la comunidad, la variabilidad económica, las diferentes capacidades y la fragmentación de las políticas a varios niveles. El enfoque vietnamita podría considerarse transformador porque la política de gestión del riesgo de inundaciones pasó de ser de control al controlar a "vivir con las inundaciones". Sin embargo, la eficacia del enfoque es limitada dado el aumento de los riesgos de inundación en el Delta del Mekong.

El programa "Vivir Inundaciones" forma parte de la Estrategia Nacional de Prevención, Respuesta y Mitigación de Desastres Naturales a 2020. Su objetivo es lograr adaptarse a las inundaciones (más que controlarlas) mediante el uso de semidiques que permiten inundaciones ocasionales y controladas, lo que a su vez permite una mejor gestión del suelo. Las agrupaciones residenciales cuentan con la protección contra las inundaciones mediante un sistema de diques completos y semidiques. También se cuenta con residencias permanentes y acceso a servicios e instalaciones públicas básicas, como escuelas y clínicas de salud (Central Committee for Flood and Storm Control [CCFSC] 2012). Hasta 150.000 hogares participan en este programa, los cuales son elegidos directamente por las autoridades locales del Delta del Mekong. Los hogares de escasos recursos pueden optar por un préstamo gubernamental a largo plazo y a bajo interés para financiar la adquisición de su nueva vivienda, mientras que los hogares más ricos pueden comprar directamente las parcelas. Uno de los puntos débiles del proceso es la falta de transparencia en cuanto a la selección de los hogares y la asignación de los fondos. La sostenibilidad de la financiación del gobierno nacional es incierta. No hay participación ni consulta de la comunidad en la selección de los lugares de reubicación (Chun 2015).

En general, aunque el programa apartó a las comunidades del peligro, ha dado lugar a un aumento de la vulnerabilidad económica de la mayoría de los hogares debido a la pérdida de sus medios de vida. Las redes económicas y de solidaridad se han desarticulado en el proceso y la mayoría de los hogares señalan una disminución de los ingresos, así como dificultades para pagar sus deudas (Chun 2015; Entzinger y Scholten 2016). Estos resultados perjudiciales son, en gran medida, el resultado de la falta de integración del medio ambiente con otros objetivos políticos, como la sostenibilidad económica a largo plazo. Como resultado, aunque el programa contiene muchos aspectos e intenciones positivas, ha llevado a una disminución de la resiliencia de la comunidad.

17.3.4 Indicadores

Los indicadores desempeñan un papel fundamental en el seguimiento y la evaluación de la adaptación al cambio climático. Los indicadores del ODS 13, "Acción por el clima", no proporcionan la medición más directa de la eficacia de la adaptación. El nivel en que la acción de ACC contribuye a la consecución del ODS 5 (lograr la igualdad de género y empoderar a las mujeres y las niñas) y del ODS 10 (reducir la desigualdad dentro de los países y entre ellos) también son indicadores importantes del éxito.

Con miras a medir la vulnerabilidad, la resiliencia y la capacidad de adaptación, se han desarrollado marcos científicos con indicadores (por ejemplo, Cutter, Boruff y Shirley 2003; Turner *et al.* 2003; Wisner *et al.* 2004; Hinkel *et al.* 2012; Taylor 2017). Algunos ejemplos de indicadores que permiten medir la eficacia de los esfuerzos de adaptación de las ciudades costeras pueden ser la identificación de la cantidad de superficie de tierra que se sabe que tiene una infraestructura (in)suficiente, la reducción del número de residentes que viven en llanuras aluviales o zonas costeras de baja elevación o el desarrollo de una red de canales de comunicación en tiempos de crisis o desastres. En el caso de los PEID, los indicadores de adaptación incluyen medidas para responder a la disminución del agua dulce disponible (vegetación resistente a la sequía, dispositivos de ahorro de agua, establecimiento de zonas de amortiguación para evitar la contaminación), prevención y eliminación de prácticas inadaptadas (modificar las políticas que conducen a la destrucción de los manglares, las leyes que impiden el reciclaje del agua, o que permiten la construcción en zonas vulnerables), y abordar los impactos del cambio climático en la biodiversidad y la degradación de la tierra (modelos de uso de la tierra para la agricultura eficiente, prácticas de pesca sostenibles, sensibilización de la comunidad) (United Nations 2015).

Algunas consideraciones para lograr un cambio más transformador y garantizar la eficacia de las medidas de adaptación, incluyen la consideración de la escala (utilizando un enfoque a escala de paisaje o de cuenca y distinguiendo entre estrategias a corto, medio y largo plazo); la participación de la comunidad; los enfoques novedosos de la adaptación, por ejemplo, el uso de los seguros de cosechas en los países en desarrollo; la construcción de la resiliencia del mercado al cambio climático; y, los que transforman los lugares o cambian las ubicaciones, por ejemplo, las islas artificiales combinadas con la reubicación; y, nuevas instituciones y mecanismos de financiación para reducir la vulnerabilidad (Kates, Travis y Wilbanks 2012). Las evaluaciones de vulnerabilidad y capacidad (AVC, por su sigla en inglés), junto con la detección y evaluación de riesgos climáticos, son necesarias para garantizar que los futuros programas de desarrollo tengan en cuenta los impactos del cambio climático, véase, por ejemplo, el AVC de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies s.d.) y la herramienta de detección de riesgos climáticos y de desastres del Banco Mundial (World Bank 2018), o el informe del PNUD sobre el inventario de la herramienta de detección de riesgos climáticos (Olhoff y Schaer, 2010).

17.4 Creación de un sistema agroalimentario sostenible

Uno de los mejores ejemplos para ilustrar la necesidad de reducir las incertidumbres ante el cambio climático se encuentra en el sistema agroalimentario. En la siguiente sección se examinan algunas de las posibilidades de transformación de este sector.

17.4.1 ¿Cuáles son los cambios más urgentes que requiere el sistema?

El sistema agroalimentario es responsable de importantes impactos ambientales, como las emisiones de gases de efecto invernadero, la destrucción de hábitats, la pérdida de biodiversidad y la contaminación de los recursos atmosféricos e hídricos. Estos costos medio ambientales se ven agravados por la ineficiencia del sistema agroalimentario. Según un estudio, el 62% de la energía (en términos de kcal) cosechada en forma de cultivos y de biomasa, se pierde o se desperdicia después de contabilizar las pérdidas por desperdicio de alimentos, las pérdidas tróficas del ganado y el exceso de consumo humano (Alexander *et al.* 2017). La consecución de los ODS requiere una acción urgente para reducir la huella ambiental del sistema y aumentar su eficiencia y resiliencia generales. Se necesita un enfoque de todo el sistema, que incluya acciones para intensificar la agricultura de forma sostenible, reducir las pérdidas de alimentos y las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de las cadenas de suministro y abordar los patrones de consumo derrochadores, incluyendo el alto desperdicio de alimentos de los consumidores y el consumo excesivo de productos animales.

Las políticas que conforman el sistema agroalimentario pueden clasificarse en términos generales en función de la producción, la transformación, la distribución y el consumo. Las políticas agrarias suelen centrarse en el apoyo a los agricultores más que en incentivar la mejora de los resultados medio ambientales. Además, la reforma de los regímenes de subvenciones suele plantear a los gobiernos importantes retos políticos. En la medida en que fomentan la producción sin tener en cuenta el impacto medio ambiental, muchas políticas agrícolas agravan los problemas de dicha naturaleza, por ejemplo, con las subvenciones al uso de fertilizantes, agua o energía. Pocos gobiernos han desarrollado estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agrícola y del uso de la tierra (con la notable excepción de los bosques) y hasta la fecha, ningún gobierno nacional ha incluido plenamente la agricultura en un sistema de fijación de precios del carbono.

Las políticas comerciales para los productos agrícolas suelen evitar los criterios medio ambientales explícitos para no contravenir las normas de la Organización Mundial del Comercio (OMC), que impiden a los gobiernos distinguir entre productos "similares", mientras que las normativas se ocupan principalmente de la salud humana. Los incentivos para reducir el despilfarro y las pérdidas de alimentos se han visto mermados por los bajos y decrecientes precios reales de los alimentos (Benton y Bailey en prensa) y, a pesar de la creciente intervención de los gobiernos para moldear los patrones de consumo por razones de salud pública, por ejemplo, para reducir el consumo de azúcar, sal y grasas trans, hay pocas políticas que fomenten las dietas sostenibles (Garnet *et al.* 2015).

En resumen, la transformación del sistema agroalimentario para alcanzar los ODS requiere que se reduzca drásticamente la huella medio ambiental de la agricultura, las pérdidas y el desperdicio de alimentos y que las poblaciones adopten dietas más saludables y sostenibles. Esto, a su vez, requiere un cambio en la formulación de políticas para :

i. incentivar a los agricultores a que reduzcan las externalidades ambientales negativas, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero y creen externalidades positivas, como la mejora de la biodiversidad u otros servicios de los ecosistemas;
ii. abordar las pérdidas y el desperdicio de alimentos a lo largo de toda la cadena de valor **(Recuadro 17.2);** y,
iii. fomentar la adopción de pautas alimentarias saludables y sostenibles.

17.4.2 ¿Qué elementos del sistema pretenden abordar las políticas?

El principio de quien contamina paga
Los impactos ambientales son un síntoma común de las políticas agrícolas que apoyan a los agricultores para maximizar la producción de alimentos. Las reformas políticas diseñadas para eliminar estos impactos pueden adoptar diferentes formas, pero esencialmente buscan garantizar que "quien contamina pague". Algunos ejemplos son los impuestos sobre el uso de fertilizantes y plaguicidas (en lugar de las subvenciones), los sistemas de tarificación del agua y las normativas que obligan a los agricultores a construir y mantener infraestructuras de almacenamiento de los purines.

Aunque existe una considerable experiencia nacional en la aplicación del principio de "quien contamina paga" para las emisiones de carbono en el sector energético a través de los sistemas de comercio de emisiones y los impuestos sobre el carbono, la agricultura sigue estando excluida de estas iniciativas. El monitoreo, la notificación y la verificación de las emisiones en la agricultura son, considerablemente, más complejos y costosos que en el caso de la energía, porque las emisiones de gases de efecto invernadero se producen a escala del paisaje según las prácticas agrícolas y el contexto agroecológico. Sin embargo, esto no supone necesariamente una barrera insuperable. Por ejemplo, en Nueva Zelanda, el sector agrícola reporta sus emisiones de gases de efecto invernadero sin formar parte del régimen nacional de comercio de derechos de emisión, lo que indica que es posible cuantificar y contabilizar las emisiones de la agricultura.

El principio de el beneficiario paga: los pagos por servicios ecosistémicos o ambientales (PSA)
Varios gobiernos han introducido medidas de política económica para fomentar prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. La intención básica es incentivar y recompensar a los productores agrícolas que toman medidas para minimizar sus impactos ambientales o para entregar rendimientos improductivos (a menudo denominado "pago por servicios ecosistémicos o ambientales" [PSA]), y desincentivar y penalizar a los que no lo hacen (Meyer *et al.* 2014; Tanentzap *et al.* 2015). Un ejemplo de ello es la participación de los productores agrícolas en los mercados de carbono mediante la venta de créditos de compensación generados por proyectos específicos de reducción de emisiones (Garnett 2012). En este caso, en lugar de ser penalizados por emitir gases de efecto invernadero como las entidades reguladas en un esquema de precios del carbono, los agricultores son reciben pagos por evitar las emisiones.

El mercado de los PSA está creciendo y se calcula que actualmente asciende a entre 36.000 y 42.000 millones de dólares al año, incluidos los pagos de compradores no gubernamentales y privados. Las áreas más grandes incluyen pagos por la gestión de cuencas hidrográficas conservación de biodiversidad, y la gran mayoría de los pagos por la reducción de emisiones provienen de proyectos forestales (Salzman *et al.* 2018). Aunque no es en absoluto una suma insignificante, estas transferencias son modestas en comparación con las ayudas agrícolas convencionales, que ascendieron a algo menos de 230.000 millones de dólares en 2017 en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y a una cantidad similar en China (204.000 millones de dólares) (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2018).

Educación del consumidor
La educación del consumidor, basada en el concepto de educación para el desarrollo sostenible, puede permitir a los consumidores comprender cómo sus elecciones y hábitos alimentarios individuales influyen en el desarrollo social, económico y medio ambiental, al mismo tiempo que les permite visualizar opciones y hábitos alimentarios sostenibles y adoptarlos (Fischer y Barth 2014; UNESCO 2017). Por ejemplo, la educación puede hacer que los consumidores de carne sean más conscientes de su propio consumo insostenible (Spannring y Grušovnik 2018).

Pautas alimentarias
Los gobiernos suelen utilizar directrices nacionales para informar a la población sobre la buena nutrición y la alimentación saludable. En los últimos años, un pequeño número de gobiernos ha comenzado a incluir consideraciones ambientales en las directrices que publican (véase más abajo para un análisis). Aunque es poco probable que las directrices nacionales provoquen cambios generalizados en los hábitos alimentarios por sí solos, sí pueden servir de base para la elaboración de políticas posteriores y, como tales, pueden constituir un primer paso importante en el camino hacia una acción política más concertada (Bailey y Harper 2015, Garnet *et al.* 2015).

Etiquetado y certificación
Las iniciativas que ofrecen a los consumidores la garantía de que un determinado alimento cumple ciertos criterios medio ambientales son cada vez más comunes en los mercados de los países desarrollados. Estas iniciativas suelen tener un origen multipartito más que político, y a menudo surgen de la cooperación entre el sector privado y la sociedad civil; sin embargo, cuando son lo suficientemente sólidas, pueden servir de base para la posterior elaboración de políticas.

Contratación pública
En muchos países, la contratación pública de alimentos puede representar una parte apreciable de la demanda del mercado, por lo que las políticas de contratación pública en este ámbito exigen que los proveedores cumplan determinadas normas medio ambientales y tengan el potencial de impulsar un cambio más amplio en el sistema alimentario.

Impuestos de consumo
Los costos de los impactos ambientales negativos también pueden incorporarse en el momento del consumo. Hasta la fecha, los impuestos sobre el consumo se han utilizado para hacer frente a las externalidades sanitarias asociadas al consumo excesivo de productos alimenticios como el azúcar. Sin embargo, aplicar un impuesto sobre las emisiones a los alimentos en el momento del consumo puede ser preferible a fijar el precio de las emisiones en el momento de la producción. Aunque este último enfoque puede internalizar con mayor precisión el impacto, los impuestos sobre el consumo pueden seguir siendo una mejor opción porque:

i. los costos de control de las emisiones en la agricultura son elevados;
ii. las oportunidades de mitigación más allá de una reducción de la producción de alimentos con altas emisiones son limitadas; y,
iii. las oportunidades para que los consumidores cambien los alimentos de alta intensidad de emisiones por otros de baja intensidad son altas (Wirsenius, Hedenus y Mohlin 2011).

No obstante, los impuestos sobre el consumo no tienen por qué ser instrumentos contundentes con tasas globales aplicadas, indiscriminadamente, a toda una categoría de productos. La diferenciación entre las prácticas de producción y suministro dentro de una categoría de productos (por ejemplo, mediante el uso de análisis del ciclo de vida desglosados) permitiría una reflexión más matizada de las externalidades e incentivaría la adopción de prácticas más sostenibles, así como el cambio de los consumidores al consumo de productos más sostenibles, dentro de -y entre- las categorías de alimentos. El potencial transformador de los impuestos sobre el consumo podría ser elevado. Se calcula que los impuestos sobre las emisiones de los alimentos en todo el mundo podrían ahorrar alrededor de 1 gigatonelada de CO_2 equivalente al año en 2020 y dar lugar a beneficios netos para la salud a nivel mundial debido a la reducción del consumo de carne, aunque esto

implicaría impactos distributivos que los gobiernos tendrían que gestionar con políticas compensatorias (Springmann *et al.* 2016). Ningún gobierno ha impuesto todavía un impuesto sobre las emisiones de los alimentos, aunque algunos han aplicado impuestos sobre el consumo de ciertos alimentos por razones de salud pública.

17.4.3 ¿Qué se ha hecho hasta la fecha y qué eficacia han tenido estas medidas?

Producción: incentivos económicos para los servicios ecosistémicos

Los pagos por servicios ecosistémicos pueden corresponder a prácticas adicionales de conservación o sostenibilidad a las que se comprometen voluntariamente los productores agrícolas, o pueden ofrecer una compensación económica a los agricultores cuyos ingresos o capacidad de producción se ven limitados por los requisitos de la normativa vigente, lo que suele denominarse "condicionalidad" (Meyer *et al.* 2014).

En la Unión Europea (UE), se han utilizado ambos enfoques en el marco de la Política Agrícola Común (PAC). Las medidas agroambientales (MAE) del segundo pilar de la PAC son mecanismos basados en la superficie que ocupan un lugar intermedio entre los regímenes, totalmente, voluntarios y la compensación directa por la condicionalidad. Financiadas conjuntamente por la PAC y las autoridades nacionales, las MAE pretenden animar a los agricultores a mejorar la calidad del suelo, utilizar los recursos hídricos de forma más eficiente, reducir los insumos contaminantes y aumentar la biodiversidad agrícola. La mayoría de las MAE se basan en la acción, compensando a los agricultores por las actividades que realizan, pero más recientemente se han introducido ciertas MAE basadas en los resultados, con mayores condiciones y pagos que dependen de la consecución de los resultados medio ambientales deseados. Estas MAE son menos prescriptivas en cuanto a las prácticas de gestión, más rentables y pueden fomentar la innovación (Illes *et al.* 2017). Por lo general, los programas de PSA aplicados a nivel nacional o internacional serán más capaces de maximizar estos beneficios si son lo suficientemente flexibles como para adaptarse a las condiciones únicas de los contextos institucionales y ambientales locales (de Blas *et al.* 2017).

Como parte de la reforma de la PAC 2014-2020, la UE introdujo una nueva forma de ayuda de pago directo en 2015. El "pago de ecologización" se introdujo en el marco del primer pilar de la PAC para complementar las normas de condicionalidad existentes y obligar a los agricultores que reciben la ayuda de pago directo a cumplir tres criterios de servicios ecosistémicos. Inicialmente, el enfoque de ecologización proporcionaría "pagos simples, generalizados, anuales y no contractuales" (European Commission 2011) que crearían beneficios climáticos y medio ambientales y permitirían que los recursos financieros del Pilar II se emplearan mejor en aumentar la ambición de los regímenes agroambientales (AES, por su sigla en inglés). Sin embargo, en relación con la propuesta original, la ecologización, tal y como se ha aplicado, ha afectado una superficie reducida de tierras de cultivo y ha animado a menos agricultores a cambiar sus prácticas agrícolas (Hart, Buckwell y Baldock 2016). Su eficacia, también es incierta, porque los servicios ecosistémicos suelen tener que prestarse a una escala mayor de la que permite la gestión agrícola, lo que exige la coordinación entre los propietarios de las tierras (Benton 2012).

Aunque es demasiado pronto para realizar una evaluación completa del final del proyecto, hay una serie de análisis que apuntan a que el programa de ecologización tiene un impacto limitado y una escasa rentabilidad, ya que representa una proporción considerable del presupuesto global de la PAC (European Commission 2016; Gocht *et al.* 2016; Hart, Buckwell y Baldock 2016; Buckwell *et al.* 2017; OCDE 2017).

Consumo: convencer a las partes interesadas

La incorporación de criterios de sostenibilidad en las directrices dietéticas, son considerados los primeros indicios en un esfuerzo por convencer a los consumidores para que ajusten sus patrones de consumo con el fin de mejorar los resultados nutricionales y reducir la carga medio ambiental. Una reciente revisión mundial de las directrices dietéticas nacionales (Fischer y Garnett 2016) descubrió que solo cuatro países habían incluido hasta ahora las cuestiones de sostenibilidad en sus directrices dietéticas basadas en los alimentos (Brasil, Alemania, Qatar y Suecia). Aunque la mayoría de las directrices de sostenibilidad hasta la fecha están orientadas a la salud, lo que refleja el hecho de que su creación tiende a ser dirigida por los ministerios de salud, y el vínculo entre el cambio de comportamiento y la influencia de las directrices es difícil de demostrar, una inclusión más generalizada de las preocupaciones de sostenibilidad en las directrices nutricionales podría servir para fomentar políticas que transformen la demanda de los consumidores.

17.4.4 ¿Cuál es el potencial transformador de los enfoques políticos analizados?

La **Tabla 17.1** muestra el potencial transformador de algunos de los enfoques políticos analizados anteriormente como "alto", "medio" o "bajo". Estas categorías cualitativas se plantean

Recuadro 17.2: Estudio de caso: Pérdidas y desperdicio de alimentos: múltiples enfoques políticos en Japón

Japón utilizan múltiples enfoques políticos para reducir las pérdidas y el desperdicio de alimentos, tales como los mecanismos legislativos, el suministro de información para educar a las partes interesadas, los códigos de conducta voluntarios y la habilitación de nuevos acuerdos institucionales. Los enfoques que aquí se analizan se refieren, principalmente, a la reducción del desperdicio en los sectores posteriores de la cadena de suministro (procesadores, minoristas, hostelería, consumidores), pero los enfoques políticos son igualmente necesarios para abordar las pérdidas posteriores a la cosecha en los sectores aguas arriba. Las políticas para controlar y reciclar la pérdida y el desperdicio de alimentos se han aplicado desde el año 2000 en virtud de la Ley de Reciclaje de Alimentos, que obliga a las empresas de fabricación, distribución y restauración de alimentos a reciclar los materiales de desecho, mientras exige a todas las empresas que generan más de 100 toneladas de residuos alimentarios al año que informen sobre su generación de residuos y sus actividades de reciclaje (OCDE 2014).

Aunque la mayoría de los residuos alimentarios asociados a las actividades empresariales son reciclados en la actualidad (hasta un 95% en la industria de fabricación de alimentos en 2011, aunque solo un 23% en la industria de la restauración en el mismo año [OCDE 2014]), lo cual podría considerarse como una aplicación generalmente exitosa, la reducción de los residuos alimentarios es ahora una prioridad sobre la reutilización y el reciclaje. Por lo cual, ciertos valores objetivo han sido establecidos para controlar la generación de residuos alimentarios para 26 grupos industriales durante el periodo 2014-2019. En los casos en los que la acción unilateral supone un reto para las empresas, tales como los residuos resultantes de las mercancías devueltas y el exceso de inventario, la industria alimentaria japonesa ha formado un grupo de trabajo para abordar las prácticas empresariales, tales como el cambio de los plazos de entrega, las normas de uso de la fecha de consumo preferente y los métodos de etiquetado.

Los niveles de desperdicio de alimentos por parte de los consumidores han cambiado poco en los últimos años y ahora es un área prioritaria, por lo cual, ha logrado ocupar un lugar destacado en la campaña introducida como colaboración entre seis ministerios gubernamentales en 2013, "No-Food-loss Project", cuyo objetivo es aumentar la conciencia y cambiar el comportamiento relacionado con las pérdidas de alimentos en todas las etapas de la cadena de suministro (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2014).

Tabla 17.1: Componentes del sistema agrícola, producción, pérdida y desechos de alimentos, consumo

Componente del sistema agroalimentario	Producción	Pérdidas y desperdicios de alimentos	Consumo
Enfoque en materia de políticas	Incentivos económicos para los servicios ecosistémicos: pagos por servicios ecosistémicos	Diversos enfoques políticos, incluidas las leyes de reciclaje de alimentos	Persuadir a las partes interesadas: directrices para dietas sostenibles y saludables
¿Promover la innovación, tanto social como institucional, que no solo mejore los enfoques existentes, sino que suponga enfoques completamente nuevos para satisfacer las necesidades de la sociedad?	Medio Los pagos por servicios ecosistémicos (PSE) pueden aplicarse de forma innovadora, por ejemplo, reformando los regímenes de subvenciones existentes o desarrollando nuevos mecanismos de mercado. Dependiendo del diseño y del contexto, los PSE pueden crear incentivos para que los actores desarrollen nuevos enfoques.	Medio a alto Las metas obligatorias fomentan la innovación en las empresas de la cadena de suministro a fin de cumplir los requisitos	Bajo Puede servir de base para la innovación en de las políticas, pero no de forma intrínseca o de forma aislada. Por ejemplo, el etiquetado nutricional reglamentario puede alentar a los fabricantes de alimentos a reformular los productos, pero, sí están aislados de una reglamentación o política más amplia, es poco probable que las directrices promuevan la innovación (Bailey y Harper 2015).
¿Permitir la experimentación, incluidos los experimentos reglamentarios para probar y demostrar la viabilidad de configuraciones alternativas?	Medio El ejemplo de la Política Agrícola Común (PAC) demuestra que los PSE pueden permitir la experimentación regulatoria a través de la modificación de los subsidios. Es más probable que los pagos basados en los resultados fomenten la experimentación entre los beneficiarios, que los pagos basados en la actividad.	Bajo a medio Es poco probable que la regulación impulse la experimentación. No impulsa proactivamente a las empresas a experimentar, pero puede crear condiciones que las animen a realizar cambios.	Bajo No siempre permite la experimentación, pero podría ser la base para una posterior experimentación normativa.
¿Promover visiones nuevas y alternativas para atender las necesidades humanas de manera sostenible?	Alto Dependiendo de su aplicación, este enfoque podría pagar a los agricultores para que ofrezcan nuevas visiones de la agricultura y los paisajes.	Alto Proporciona claridad sobre un futuro de bajo desperdicio de alimentos con expectativas de altas tasas de reciclaje	Medio Muestra una visión, pero no ayuda a su realización.
¿Crear y habilitar nuevos actores o nuevos participantes que presten servicios a la sociedad de forma más sostenible?	Bajo Generalmente sólo funciona para las empresas existentes, en lugar de animar a nuevas empresas a actuar.	Medio Permite la creación de nuevos vínculos y nuevas oportunidades de asociación de recursos por parte de las empresas existentes, pero no fomenta necesariamente la entrada de nuevas empresas.	Bajo Crea pocas condiciones propicias para la entrada de nuevas personas en el negocio.
¿Organiza la eliminación de las estructuras insostenibles existentes?	Bajo Se centra en la reforma de las empresas existentes.	Medio Reduce el volumen de material que va a parar a los vertederos y la viabilidad de las cadenas de residuos existentes, pero no necesariamente reorganiza de forma fundamental estas estructuras.	Bajo Las directrices por sí solas no contribuyen a reorganizar las estructuras existentes, sino que requieren medidas políticas de acompañamiento para hacerlo.

como preguntas para mostrar el potencial del enfoque, más que la aplicación concreta de los instrumentos. El modo y las circunstancias en que se aplique cada enfoque en una situación concreta determinarán en gran medida el grado de transformación de los resultados en ese caso concreto.

17.4.5 Indicadores

Muchos de los indicadores existentes -como las emisiones de los distintos sectores agrícolas- proporcionan información valiosa sobre la sostenibilidad medio ambiental de las distintas partes del sistema alimentario, mientras que otros están aún en fase de desarrollo (por ejemplo, el indicador 2.4.1 de los ODS "Proporción de la superficie agrícola dedicada a la agricultura productiva y sostenible"). Sin embargo, estos indicadores suelen centrarse en los aspectos productivos del sistema alimentario y tienden a no mostrar la eficiencia o la transformación del sistema en su conjunto. Para ello, proponemos un nuevo indicador a nivel nacional sensible a las políticas para la sostenibilidad y la eficiencia de los nutrientes respecto a los resultados dietéticos nacionales: la salud y la sostenibilidad dietéticas. El indicador de salud y sostenibilidad de la dieta se basaría en las series de datos anuales existentes y mediría la diferencia entre los patrones de consumo nacionales y las directrices nutricionales nacionales saludables y sostenibles. Sin embargo, como ya se ha señalado, muy pocos países cuentan actualmente con directrices definidas a nivel nacional sobre la composición de las dietas saludables y sostenibles. A falta de tales directrices, podrían derivarse valores globales alternativos de las próximas recomendaciones de la Comisión EAT-Lancet sobre Alimentación,

Planeta y Salud, que pretende alcanzar un consenso científico sobre lo que define una dieta saludable y sostenible (EAT-Lancet Commission on Food, Planet, Health 2018; Springmann *et al.* 2018). Las recomendaciones de la Comisión EAT-Lancet también podrían ser la base de un indicador global agregado.

Si no se dispone de datos nacionales fiables sobre el consumo, el indicador de salud y sostenibilidad de la dieta utilizaría los datos existentes de la hoja de balance de alimentos (FBS, por su sigla en inglés) de la FAO que incluyen estimaciones anuales de los suministros nacionales de alimentos per cápita para cada producto primario y una serie de productos procesados que están potencialmente disponibles para el consumo humano. Sin embargo, los datos de las FBS son algo rudimentarios. Las categorías se suman a un nivel alto, lo que limita el nivel de detalle con el que se puede realizar el análisis. Tampoco captan la naturaleza de los alimentos consumidos, incluyendo si son muy procesados, lo que puede tener importantes implicaciones para la salud. Dadas estas deficiencias, se animaría a los gobiernos a recopilar datos más precisos sobre los patrones de consumo nacionales, así como a desarrollar directrices nacionales adecuadas para dietas saludables y sostenibles que reflejen mejor el contexto nacional.

La medición de los grupos de alimentos según los datos nacionales de ingesta o suministro de alimentos mostraría la proporción en la que superan o no alcanzan las directrices nacionales o las ingestas diarias recomendadas por la Comisión EAT-Lancet para los grupos de alimentos correspondientes:

[(valor de la ingesta / ingesta recomendada) - 1] × 100

Un valor de cero representa el consumo "ideal", los valores negativos representan el subconsumo y los valores positivos muestran el sobreconsumo. Por ejemplo, si hubiera valores de ingesta recomendados para los grupos de alimentos de la **Tabla 17.2**, el indicador de salud y sostenibilidad de la dieta expresaría la oferta de cada país en términos relativos (**Figura 17.2**).

Los datos de las FBS muestran las cantidades de alimentos disponibles para la población después de contabilizar las exportaciones e importaciones, otros usos (alimentación del ganado, semillas, usos no alimentarios) y las pérdidas durante el almacenamiento y el transporte. Por lo tanto, el indicador de salud y sostenibilidad de la dieta proporcionaría una imagen útil de alto nivel del rendimiento de las políticas y medidas en todo el sistema alimentario, incluidas las acciones para reorientar la producción agrícola, las medidas comerciales, las acciones para reducir los desechos anteriores al hogar y las políticas en materia de nutrición. Además, proporcionaría una medida integrada de las contribuciones del sistema agroalimentario al progreso respecto a múltiples ODS.

Dado que este indicador de salud y sostenibilidad alimentaria propuesto se basa en el consumo, no reflejaría plenamente el impacto de las políticas agrícolas en los países que son grandes exportadores netos de bienes agrícolas, o que producen proporciones significativas de productos agrícolas no alimentarios. Por ejemplo, el consumo de un país puede parecer saludable y sostenible, pero si el consumo se basa en gran medida en alimentos importados, esto no proporciona ninguna indicación de la sostenibilidad del sistema agrícola en ese país. Sin embargo, a nivel mundial, el indicador de salud y sostenibilidad de la dieta proporcionaría una indicación agregada de la sostenibilidad de la producción de alimentos.

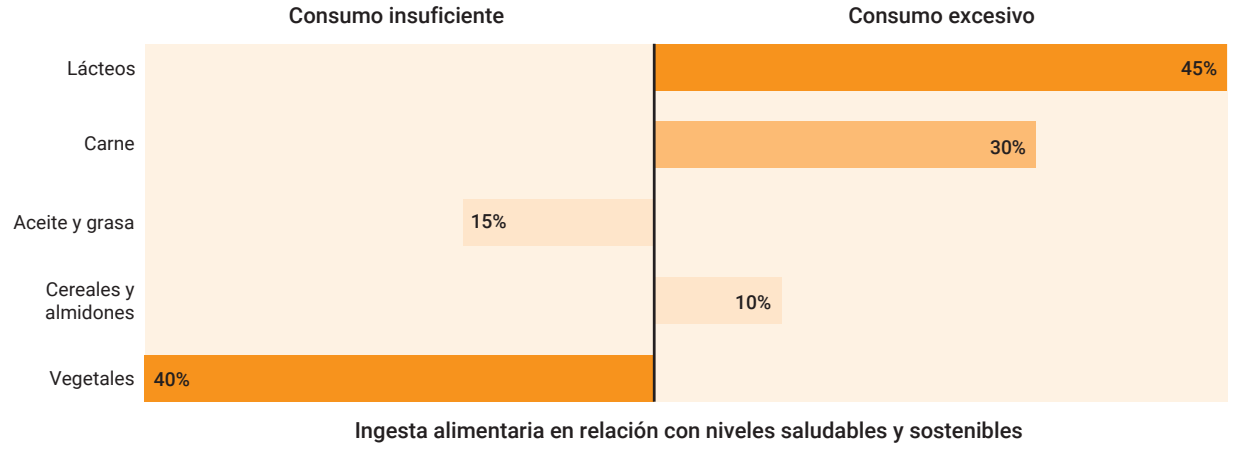
Tabla 17.2: Ingesta recomendada para una dieta sana y sostenible

Ingesta nacional hipotética (o Comisión EAT-Lancet) recomendada para una dieta saludable y sostenible	Valor del indicador de salud y sostenibilidad de la dieta (valor anual, nacional)
X g/per cápita al día de fruta y verdura	Ingesta de verduras: (+/-) Y por ciento de los niveles saludables y sostenibles
X kcal/cápita al día de cereales y almidones	Ingesta de cereales y almidones: (+/-) Y por ciento de los niveles saludables y sostenibles
X kcal/per cápita al día de aceites y grasas	Ingesta de aceites y grasas: (+/-) Y por ciento de los niveles saludables y sostenibles
X g/per cápita al día de carne	Ingesta de carne: (+/-) Y por ciento de los niveles saludables y sostenibles
X g/per cápita de productos lácteos al día	Ingesta de lácteos: (+/-) Y por ciento de niveles saludables y sostenibles

17.5 Descarbonización de los sistemas energéticos

En la sección anterior se analizó cómo las políticas agrícolas tienden a centrarse en el apoyo a los agricultores en lugar de incentivar la mejora de los resultados en materia de medio ambiente. En el complejo sistema agroalimentario, la reducción del uso de la energía también desempeñará un papel importante. Esta sección explora el potencial transformador que supondrá la descarbonización de todos los sistemas energéticos.

Figura 17.2: Salud y sostenibilidad de la ingesta alimentaria del país X



17.5.1 ¿Cuáles son los cambios más urgentes que requiere el sistema?

Las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el uso de la energía son una de las principales fuerzas motrices del cambio climático mundial. La reducción de la huella de carbono por el uso global de la energía requiere enfoques integrados que combinen medidas para:

i. reducir el uso energético;
ii. reducir la intensidad de los gases de efecto invernadero de los sectores de uso final;
iii. descarbonizar el suministro de energía; y,
iv. reducir las emisiones netas y mejorar los sumideros de carbono.

Estas medidas aportan importantes beneficios colaterales, entre ellos

i. reducción de costos,
ii. mayor seguridad energética, y
iii. la salud humana y de los ecosistemas.

Las reducciones a corto plazo de la demanda de energía son estrategias de mitigación climática rentables, ya que ofrecen más flexibilidad para reducir la intensidad del carbono en el sector del suministro energético, protegen contra los riesgos de la oferta y evitan la dependencia de las infraestructuras intensivas en carbono. Un retraso en la ampliación de los sistemas energéticos con bajas emisiones de carbono haría muy difícil limitar el calentamiento durante el siglo XXI por debajo de los 2°C, por lo que se requerirán acciones mucho más audaces, como una mayor dependencia de la eliminación del dióxido de carbono a largo plazo (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014).

17.5.2 ¿Qué elementos del sistema pretenden abordar las políticas?

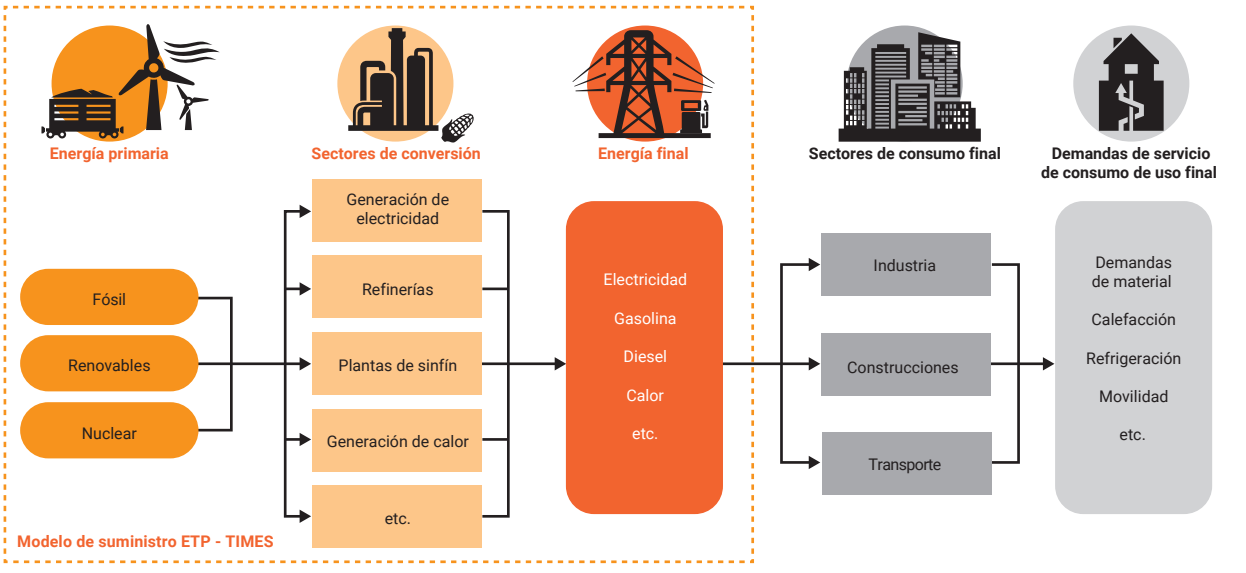
La sostenibilidad planetaria a largo plazo requiere tanto políticas, como innovaciones tecnológicas para provocar cambios en la elección de los combustibles, en la forma de producirlos y consumirlos y en la manera en que los recursos se ven afectados sistémicamente en cada etapa del sistema energético (**Figura 17.3**).

Las principales áreas de intervención política en los sistemas energéticos, que se relacionan con los ODS (especialmente el ODS 7), son las medidas de descarbonización que pretenden sustituir los combustibles fósiles por alternativas limpias o renovables, aplicar medidas de eficiencia que puedan proporcionar el mismo servicio utilizando menos recursos, mejorar el acceso a otras formas y servicios energéticos, aplicar una planificación urbana y del uso del suelo que tenga en cuenta la integración de la energía (por ejemplo, energía distribuida, redes inteligentes, redes de recarga de vehículos eléctricos), y minimizar el desperdicio y el bloqueo de determinadas tecnologías por parte de los sistemas existentes basados en los combustibles fósiles.

17.5.3 ¿Qué se ha hecho hasta ahora y qué eficacia han tenido estas medidas?

Los mecanismos para abordar estos retos incluyen la fijación de precios del carbono (sistemas de límites máximos y negociación, impuestos sobre el carbono y otros instrumentos económicos como los impuestos sobre los combustibles, diferentes subvenciones a las energías renovables); enfoques normativos (normas de eficiencia energética, comando y control, desmantelamiento obligatorio de las plantas antiguas); programas de información (que abordan el comportamiento, el estilo de vida y la cultura); y, el tratamiento de las barreras administrativas y políticas, incluso a través de la cooperación internacional (IPCC 2014). Las intervenciones políticas también incluyen la investigación, el desarrollo y la demostración (financiación académica, subvenciones, apoyo a la incubación, centros de investigación, asociación público-privada, premios, créditos fiscales, sistemas de vales, capital de riesgo, préstamos blandos y convertibles); incentivos fiscales (subvenciones, pagos por producción de energía, reembolsos, créditos y reducciones fiscales, cambios en la depreciación); financiación pública (inversiones, garantías, préstamos, adquisiciones); reglamentos (impulsados por la cantidad o la calidad, por ejemplo, normas de cartera de renovables, licitaciones y concursos, tarifas de alimentación, compra y etiquetado verde, medición neta, prioridad de acceso a las redes o despacho) (Mitchell *et al.* 2011; International Renewable Energy Agency[IRENA] 2016; International Council for Science 2017; United Nations Industrial Development Organization [UNIDO] 2017).

Figura 17.3: Un sistema energético ilustrativo



Fuente: Adaptado de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) (2017).

Las políticas combinadas de energía renovable y eficiencia constituyen la base de una transformación baja en carbono para la matriz energética mundial. La difusión, penetración e integración de estas políticas determinan la eficacia de este cambio. La eficacia de estas innovaciones políticas depende de las capacidades nacionales de actuación, de la demanda de enfoques adecuados aplicados por los países "pioneros", de procesos de transferencia de políticas a nivel internacional, de las condiciones que permitan dicha transferencia y de que se desarrollen modelos políticos en una fase temprana del proceso de difusión para orientar a otros países (Kern, Jorgens y Jänicke 2001).

17.5.4 ¿Cuál es el potencial transformador de los enfoques políticos analizados?

Gracias al impulso dado por el Acuerdo de París de 2015, se presentaron un total de 117 Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, de las cuales 55 incluían objetivos para aumentar el uso de la energía renovable, mientras que 89 hacían referencia a la energía renovable de forma más amplia (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [REN21] 2017). En 176 países, los objetivos de energía renovable fueron un medio principal por el que los gobiernos expresaron sus compromisos. En 2016, casi todos los países apoyaban directamente el desarrollo y la implantación de tecnologías de energías renovables mediante alguna combinación de políticas.

El otro pilar de la energía sostenible es la eficiencia. Como se muestra en el **Recuadro 17.4**, la mejora de la eficiencia energética puede generar ahorros de energía y mitigar las emisiones de carbono asociadas, fomentando la inversión a gran escala en una industria manufacturera competitiva e innovadora.

El apoyo político a las energías renovables se ha centrado sobre todo en la generación de electricidad (como en el caso del **Recuadro 17.3**), sin embargo, la aplicación de estas políticas se ha ralentizado en los últimos años en respuesta a los presupuestos fiscales más ajustados y/o a la caída de los costos de la tecnología, siendo ahora la contratación basada en subastas el enfoque político preferido. En 2014-2016, no se introdujeron nuevas normas de cartera de renovables, ni políticas de alimentación (tarifas y primas) a nivel nacional. Sin embargo, el apoyo a las nuevas tecnologías continua siendo una fuerza motriz importante para el cambio transformacional y es posible aprender de las lecciones del pasado con el fin de lograr un urgente y necesario escalamiento que haga permita abordar el cambio climático y otros desafíos socioecológicos.

Por el lado de la demanda, la eficiencia eléctrica aborda el propósito de los beneficios de la mitigación del impacto ambiental junto con la mejora del acceso a una energía más limpia. El caso de la India (**Recuadro 17.4**) dio lugar a una inversión a gran escala en la industria manufacturera, a la mejora normativa, a la sensibilización de los consumidores, a la generación de empleo y a la mejora de las perspectivas de educación, de los medios de subsistencia y de la salud.

17.5.5 Indicadores

La producción y el consumo de energía son uno de los indicadores a los que más se les da seguimiento, debido a las fuertes implicaciones de costo y a las implicaciones geopolíticas del sector energético. Por ello, se sabe que en 2015 el mundo consumió 13.650 millones de toneladas métricas de equivalente de petróleo, habiéndose duplicado la demanda energética en los 40 años anteriores. De esta energía, el 81,4% provino de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) emitiendo 32.300 millones de toneladas de dióxido de carbono (AIE 2017).

Recuadro 17.3: Estudio de caso: Apoyo a las energías renovables en Alemania: tarifas de alimentación

La política alemana de tarifas de alimentación (FIT, por su sigla en inglés) en el marco de la Ley de Fuentes Renovables de 2000 (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) fue una intervención notable hacia la difusión de tecnologías bajas en carbono (LCT, por su sigla en inglés). Los principales elementos de diseño de la política fueron: (i) acceso garantizado a la red para las LCT (obligación de compra); ii) acuerdos de compra de energía estables y a largo plazo (larga duración de los pagos); iii) precios que reflejen los distintos costos de las distintas LCT (tarifas fijas con algunos incentivos especialmente fuertes para determinadas tecnologías, como la solar fotovoltaica [FV] y la eólica terrestre); y, más recientemente, iv) corredores de expansión para LCT específicas, que limitan las adiciones de capacidad y los costos domésticos. Como aproximación a la difusión tecnológica, la capacidad instalada (2016) era de 45,4 GW para la eólica terrestre, 4,2 GW para la eólica marina y 41,3 GW para la solar FV (IRENA 2016). Una modificación de la Ley en 2016 cambió el enfoque hacia los grandes inversores, con un esquema de subastas según la fuente de energía, el tamaño de la planta y su ubicación. Los elementos de diseño demostraron ser notablemente estables a la vez que flexibles. Las tarifas fijas provocaron un aumento del despliegue y la formación de una industria solar nacional.

En combinación con la aceptación de la energía eólica en tierra, y con los agricultores y propietarios de viviendas que se beneficiaban de las condiciones de la EEG, surgió un poderoso grupo de defensores. Impulsada por un debate sobre la "asequibilidad" de los planes de apoyo a las LCT, la enmienda de 2016 sustituyó las FIT por un plan de subastas, que seguía siendo específico para la tecnología, pero dirigido a los grandes inversores existentes, en lugar de a los pequeños que anteriormente desempeñaban un papel importante en la EEG. Fue un modelo para otros países que condujo a la difusión de políticas y al aprendizaje (mediante la práctica y el uso), reduciendo finalmente los costos a escala mundial más rápido de lo previsto. El éxito se basó en un apoyo garantizado a largo plazo y en la diferenciación intertecnológica, además de un fundamento político básico relativamente estable, ajustado a las condiciones cambiantes (por ejemplo, cambios en los costos), mientras minimizaba los beneficios inesperados. Los predecesores de la política (a partir de 1991) ya estaban establecidos en un sector muy regulado, lo que garantizaba una rápida toma de decisiones, un fuerte apoyo y circuitos de retroalimentación positivos. La catástrofe de Fukushima y el consiguiente compromiso con la eliminación de la energía nuclear también contribuyeron a crear una seguridad a largo plazo en cuanto a los modelos de negocio de los LCT. También se potenció a los pequeños actores de proyectos descentralizados, al igual que a la industria nacional, en agrupaciones en torno a LCT específicos (eólica, solar FV y otros).

La asequibilidad de los hogares se abordó mediante la introducción de topes para determinados LCT y la consideración de los costos sociales y medio ambientales. Los actores clave fueron las empresas de servicios públicos y las asociaciones industriales, los grupos ecologistas, los partidos políticos y los ministerios. La complejidad de las políticas energéticas, el bloqueo tecnológico existente (combustibles fósiles, consumo de energía) y las políticas mal diseñadas (por ejemplo, la fijación de precios del carbono en el marco del Régimen de Comercio de Derechos de Emisiones de la UE). Más tarde, Fukushima cambió la política en el sector energético, con unos opositores que criticaron los incentivos debido a la ineficiencia de los costos. Sin embargo, incluso con la última enmienda que sustituye los FIT por subastas, la especificación tecnológica sigue siendo un elemento de diseño. Durante los primeros años de vigencia de las políticas, especialmente, el público en general consideró que la política era necesaria y eficaz en términos de creación de empleo y valor, innovación tecnológica lograda, perturbación de los sistemas tradicionales, y entorno de inversión estable para las LCT).

Recuadro 17.4: Estudio de caso: Gestión de la demanda en la India: luces LED asequibles para todos

En 2013, el programa UJALA (Unnat Jyoti by Affordable LEDs for All), en la India, se centró en la gestión de la demanda de electricidad residencial. Ejecutado por Energy Efficiency Services Limited (EESL) con el apoyo del Ministerio de Energía y los fabricantes locales, se distribuyeron lámparas LED eficientes a los consumidores domésticos a un tercio del precio de mercado. Tras demostrar su éxito luego de 2-3 años, los elevados costos iniciales fueron cubiertos para una amplia base de consumidores: los sectores más pobres de la sociedad. Se vendieron más de 260 millones de LED, con un ahorro anual de más de 30 GWh de electricidad, la mitigación de alrededor de 3 millones de toneladas de CO_2 (2015) y una de las reducciones más rápidas del mundo en los precios del mercado minorista de LED (de 12,28 dólares/bombilla a 3,07 dólares/bombilla durante 2012-2016).

La venta de nuevos aparatos facilitó el ahorro energético, la mejora del acceso a los servicios energéticos modernos, el crecimiento de la fabricación nacional hasta convertirse en un negocio competitivo a nivel internacional, la mejora de las normas de eficiencia, el crecimiento de los laboratorios de ensayo acreditados y la mejora en la sensibilización de los consumidores. Fue un ejemplo de despliegue de tecnología de bajas emisiones de carbono que creó un gran mercado (las bombillas LED se convirtieron en la opción de iluminación preferida) utilizando un modelo de adquisición a gran escala, con un avance tecnológico basado en la idea de fomentar modelos de negocio que pudieran ayudar a cumplir los objetivos de bajas emisiones de carbono a un ritmo más rápido. La fabricación nacional ha aumentado y los estándares de eficiencia han mejorado con la confianza del mercado en el producto. Los laboratorios de pruebas acreditados han crecido y la sensibilización de los consumidores ha aumentado.

Las familias empoderadas obtuvieron un importante ahorro de dinero (más de 0,25 mil millones de dólares al año; las facturas de electricidad de los hogares se redujeron en un 15%), además de un ahorro de recursos, mitigación de emisiones (unos 3 millones de toneladas de CO_2/año), una mejora en la calidad de vida, fomento de la productividad y la prosperidad local y ampliación del acceso a la energía. Este modelo de adquisición a gran escala permitió un gran avance tecnológico. UJALA es un escaparate internacional de gestión de la demanda, que se aplica en el segundo mayor mercado mundial (mercado en crecimiento con un valor de 0,33 mil millones de dólares/año) y que, más recientemente, se ha replicado en Malasia, también con intentos de abarcar más dispositivos, sectores, empresas y regiones (Chunekar, Mulay y Kelkar 2014; ET Energy World 2017; Energy Efficiency Services Limited (EESL) y IEA 2016; Sundaramoorthy y Walia 2017; India, Ministry of Power 2018a; India, Ministry of Power 2018b).

A pesar de una tendencia a la desaceleración, la demanda mundial de energía puede seguir creciendo un 30% entre 2017 y 2040, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA 2018). Esta cantidad equivale a añadir otra China e India a la demanda energética mundial actual. Al mismo tiempo, el acceso universal a la electricidad sigue siendo un reto. Los cambios a gran escala en los sistemas energéticos mundiales se deben al rápido despliegue y a la caída de los costos de las tecnologías energéticas limpias, principalmente las renovables, pero también al gas natural; a la creciente electrificación de la energía; y, al cambio hacia una economía más orientada a los servicios. Se espera que las energías renovables satisfagan el 40% del aumento de la demanda primaria, captando dos tercios de la inversión mundial en centrales eléctricas hasta 2040, ya que sus costos se reducen, lo que permite que las políticas sigan apoyándolas y la transformación del sector eléctrico se vea amplificada por los millones de usuarios finales de electricidad que invierten directamente en energía solar FV distribuida, con una proporción cada vez mayor de dispositivos inteligentes conectados y otras tecnologías digitales. El transporte electrificado crecerá, impulsando el parque mundial de coches eléctricos hasta 280 millones en 2040, desde los 2 millones actuales. La inversión mundial en electricidad superó a la del petróleo y el gas, pero el reto de descarbonizar el suministro eléctrico mundial sigue vigente. El gas natural desempeña un papel importante en la sustitución del petróleo y el carbón, ya que el 80% del crecimiento previsto de la demanda de gas natural tiene lugar en las economías en desarrollo, acompañado del cambio hacia un mercado global más flexible y líquido (IEA 2018).

17.6 Hacia una economía más circular

Las tres secciones anteriores de este capítulo ilustran algunos de los efectos de un sistema económico lineal sobre el medio ambiente mundial. En esta sección, analizamos el uso de materiales/recursos a lo largo de la cadena de valor, desde la extracción hasta los residuos, en los sistemas económicos imperantes, y examinaremos los enfoques para desarrollar una economía circular.

17.6.1 ¿Cuáles son los cambios más urgentes que requiere el sistema?

Durante varios siglos, la mayoría de las sociedades han perseguido el desarrollo utilizando un modelo de economía lineal, en el que la mayoría de los recursos se extraen, se procesan, se convierten en productos (algunos de los cuales tienen una vida útil muy corta) y se eliminan después de su uso (lo que se conoce comúnmente como el proceso de "tomar, hacer, desechar"). Dentro de este modelo económico, solo un pequeño porcentaje de los materiales se reutiliza o recicla (la excepción son las materias primas como el hierro y el oro). Por el contrario, al final de su vida útil se consideran residuos y suele haber un alto precio, tanto financiero como social y medio ambiental, para deshacerse de estos residuos.

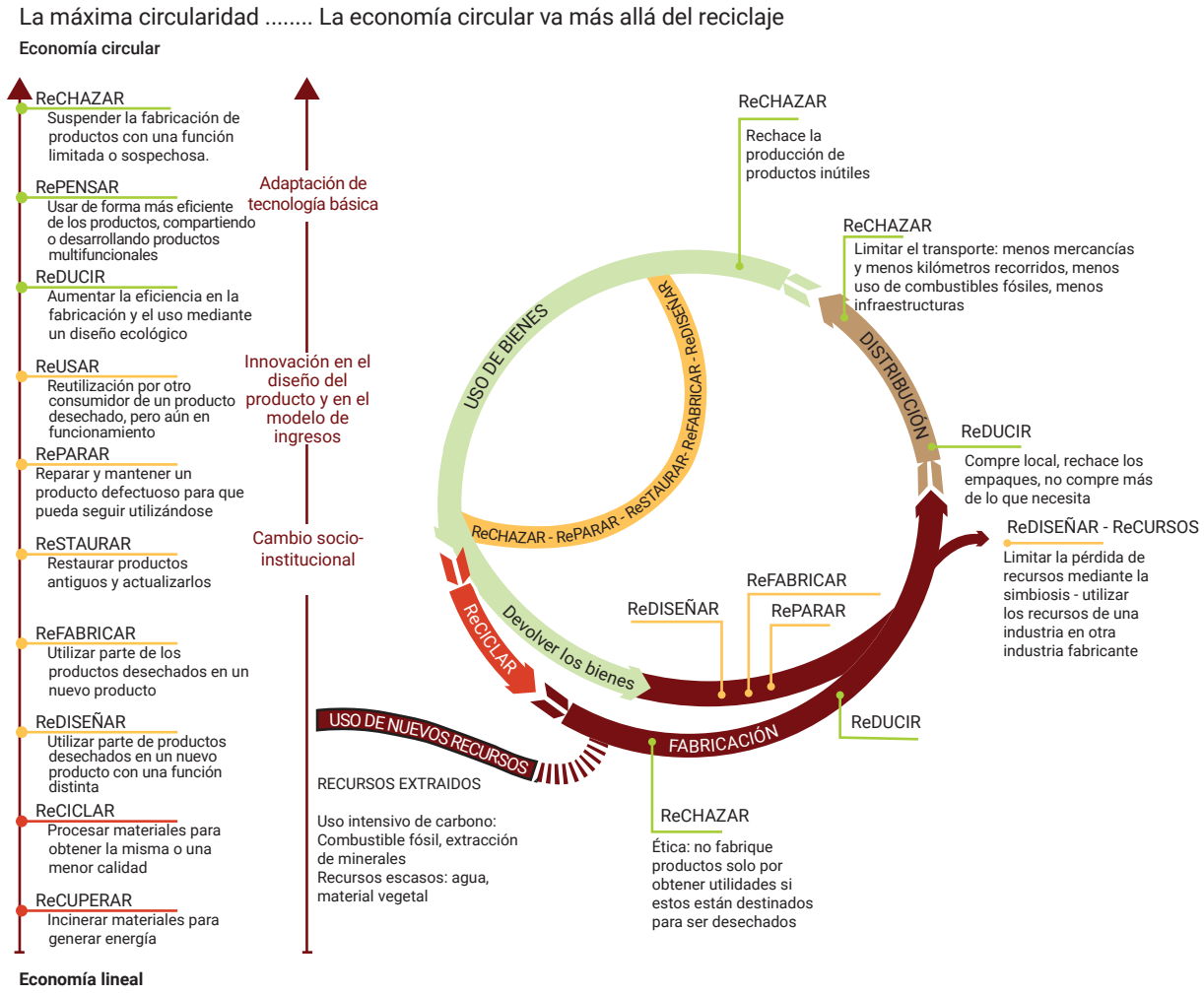


La economía lineal supone que siempre habrá un suministro abundante de materias primas y una capacidad ilimitada para eliminar los residuos en el entorno natural. Sin embargo, como se desprende de la parte A de este informe, las sociedades humanas no pueden seguir funcionando de esta manera si queremos satisfacer las demandas de una población creciente, preservar la salud del planeta y garantizar que las generaciones futuras puedan prosperar. Seguir extrayendo recursos naturales, como los minerales, con este modelo implica un impacto medio ambiental cada vez mayor para extraer calidades de mineral cada vez menores. El ejemplo de los recursos de combustibles fósiles muestra que la capacidad de los ecosistemas para absorber las emisiones es limitada. En el marco de la sostenibilidad, algunos recursos son finitos y los niveles actuales de consumo no son compatibles con la consecución de los ODS. Una alternativa es construir economías sostenibles que reconozcan el valor de los recursos naturales a través de una "economía circular" (**Figura 17.4**).

Los componentes y estrategias de un modelo de economía circular se identificaron por primera vez a principios de los años ochenta y se perfeccionaron en las décadas siguientes (Stahel y Reday-Mulvey 1981; Ayres 1994). Estos primeros modelos se referían únicamente a la gestión de residuos: recogida, separación, reciclaje y reutilización. Hoy en día, hay muchas estrategias de economía circular que están siendo aplicadas por individuos, empresas y los gobiernos, las cuales pueden ir más allá de la gestión de los residuos e incluir un mejor diseño de los productos, la reducción del consumo y la gestión sostenible de los materiales. El objetivo común es utilizar los recursos de la manera más eficiente durante el mayor tiempo posible. Los recursos circulan a través de varios procesos, siendo reutilizados, reparados, rediseñados o refabricados, lo que reduce la necesidad de nuevas materias primas y minimiza los residuos (**Figura 17.4**). Ante problemas medio ambientales persistentes como el cambio climático, la escasez de recursos y la pérdida de biodiversidad, adoptar la circularidad de los recursos tiene sentido; sin embargo, la sociedad ha tardado en adoptar este modelo o simplemente no ha tomado las medidas necesarias para un cambio a gran escala.

Acelerar la transición hacia una economía circular implica un gran cambio en la mentalidad de las empresas y de los consumidores, exigiendo la adopción de procesos de producción y consumo sostenibles. Fuenfschilling y Truffner (2014) señalan que el principal reto es romper las estructuras de los sistemas rígidos e interdependientes que existen desde hace tiempo. La dificultad se deriva de tener que promulgar un cambio socio-institucional a gran escala, que puede requerir nuevas formas radicales de pensar y el ajuste de las costumbres y creencias habituales (Potting *et al.* 2017). Pasar de la forma de pensar establecida

Figura 17.4: Construyendo una economía circular



Fuente: Basado en Stahel (2016) y Potting et al. (2017).

implica el desarrollo de nuevas leyes y políticas, que necesitan modelos de negocio revisados, rediseñados o nuevos que integren a las industrias e incorporen una perspectiva a más largo plazo, la internalización de los costos ambientales y sociales de la extracción, la producción y la eliminación, tecnologías innovadoras y cambios en los patrones de uso de los consumidores. Las acciones que pueden contribuir a acelerar la transformación han sido esbozadas por el Gobierno de los Países Bajos (2016) e incluyen lo siguiente:

- Disminución de la demanda de materias primas mediante el aumento de la eficiencia del uso de estas en la cadena de suministro.
- En los casos en los que se necesiten materias primas, sustituir las materias primas de origen fósil, escasas y no producidas de forma sostenible, por materias primas producidas de forma sostenible, renovables y fácilmente disponibles.
- Desarrollar nuevos métodos innovadores de producción con bajas emisiones de carbono y un diseño inteligente de los productos.
- Promover el consumo reflexivo, por ejemplo, la reutilización, el diseño inteligente, la prolongación de la vida útil del producto mediante el diseño y la reparación, el uso de materiales secundarios y reciclados, la economía compartida.

Alemania, Finlandia, Dinamarca y Eslovenia también han desarrollado estrategias de economía circular. Francia, Italia y España también han desarrollado sus hojas de ruta.

La economía circular promueve un modelo de producción y consumo que incluye la restauración y la regeneración cuando es posible (Ellen MacArthur Foundation 2015; Smol, Kulczycka y Avdiushchenko 2017). Garantiza que el valor de los productos, materiales, productos químicos y recursos se mantenga en la economía en su máxima utilidad y valor durante el mayor tiempo posible (European Commission 2015; Stahel 2016). Por lo tanto, la economía circular significa reducir los residuos durante la producción, garantizar la recuperación de los activos, incluida la utilización de los residuos y desarrollar vías de prevención de la obsolescencia en los diseños de productos y sistemas urbanos mediante la gestión sostenible de los materiales (**Recuadro 17.5**). También significa garantizar el suministro de productos y prestación de servicios con energía y materiales procedentes de fuentes renovables, al tiempo que se modifican los modelos empresariales para que se ajusten a estos objetivos (Ghisellini, Cialani y Ulgiati 2015; Rizos, Tuokko y Behrens 2017).

La economía circular preserva las materias primas, desvinculando así el crecimiento económico del uso de recursos y sus externalidades medio ambientales asociadas, incluidas las emisiones de carbono. Sin embargo, en algunos casos la apariencia de desvinculación del crecimiento en un sector o territorio puede enmascarar un impacto ambiental y social continuado en otro lugar (detalles en Ward *et al.* 2017). Ward *et al.* (2017) citan la sustitución de un recurso no renovable por otro, por ejemplo, los sistemas energéticos más limpios que sustituyen a los combustibles fósiles siguen requiriendo recursos no renovables, y trasladando el costo a otra parte mediante, por ejemplo, la importación de bienes de consumo de uso intensivo de recursos de los países en desarrollo.

17.6.2 ¿Cuáles son los elementos del sistema que las políticas pretenden abordar?

Las políticas que apoyan la transición a la circularidad se están desarrollando y aplicando en muchos lugares y abarcan una serie de enfoques diferentes. Entre los primeros ejemplos se encuentra la Ley alemana de Gestión de Residuos de Ciclo Cerrado de Sustancias introducida en 1996, cuyo fin es la recuperación de materiales de los residuos municipales y de producción (Germany, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety [BMU] 2011) y la iniciativa japonesa de reciclaje con la Ley Fundamental para la Creación de una Sociedad Basada en el Reciclaje de Recursos (Environment Agency Japan 2000). Estas acciones son ejemplos de lo que se conoce como las 3R de reducir, reutilizar y reciclar, y son la base de la fabricación y el consumo ecológicos (Jawahir y Bradley 2016). Sin embargo, en la última década se ha ampliado el enfoque de la fabricación "verde" a la fabricación sostenible; por ejemplo, las 6R de la fabricación, que además de reducir, reutilizar y reciclar, incluyen la recuperación (para un ciclo de vida posterior), el rediseño (la siguiente generación de productos) y la refabricación (que significa la restauración a una forma "como nueva") (Jawahir y Bradley 2016; **Figura 17.5**).

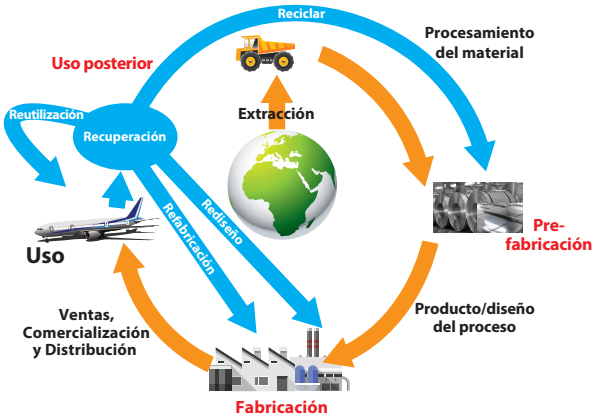
China adoptó la economía circular como estrategia de desarrollo en 2002 y en 2009 obtuvo efecto legal a través de la Ley de Economía Circular (China, National People's Congress 2008). En 2011, la Comisión Europea publicó una "Hoja de ruta hacia una Europa

Recuadro 17.5: Gestión sostenible de los materiales

La gestión sostenible de los materiales (SMM, por su sigla en inglés) es un enfoque político que amplía el enfoque de la gestión de residuos a todo el ciclo de vida de un material, desde su extracción hasta el final de su vida útil. Su objetivo es mantener la disponibilidad de productos y servicios conservando los recursos valiosos y manteniéndolos en circulación indefinidamente. Uno de los objetivos clave del enfoque de gestión holística es reducir el impacto en el medio ambiente a lo largo de todo el ciclo de vida de un recurso. Los productores y fabricantes deben extender la sostenibilidad a toda la cadena de valor, lo que implica garantizar los estándares de sostenibilidad de todos los proveedores, integrar la sostenibilidad en el proceso de diseño e identificar y abordar cualquier impacto social y medio ambiental negativo.

La reducción del volumen de residuos producidos y el aumento de la recuperación de materiales son componentes esenciales de la SMM (United States Environmental Protection Agency [US EPA] 2015), ya que promueve la eficiencia en el uso de los mismos, lo que incluye la minimización de los costos económicos, ambientales y sociales de un proceso de producción y la productividad de los recursos, definida como la eficacia con la que se utilizan los recursos naturales (OECD 2012).

Figura 17.5: Diagrama en circuito cerrado del flujo de materiales de las 6R y las cuatro etapas del ciclo de vida



Fuente: Jawahir y Bradley (2016)..

Tabla 17.3: Ejemplos de políticas enfocadas a alcanzar los elementos esenciales de una economía circular

Elementos esenciales de una economía circular	Ejemplos de políticas	Ejemplos de resultados
Diseñado para el futuro	La Directiva de Ecodiseño de la UE: garantiza la eficiencia energética de los productos, como los electrodomésticos, estableciendo requisitos mínimos de eficiencia (EU 2009).	Se calcula que la Directiva de Ecodiseño permitirá reducir en un 16% el consumo de energía primaria de 35 grupos de productos en comparación con el consumo de estos en 2010. Por ejemplo, la eficiencia energética de los televisores, bajo el escenario de diseño ecológico se prevé que mejore en un factor de 25 (medido desde 1990) para 2030 (European Commission 2017).
Instrumentos basados en el mercado: impuestos ecológicos	Los impuestos sobre materiales vírgenes como la arena, la grava y la roca utilizados en la industria de la construcción han sido introducidos por 16 estados de la UE.	El Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte introdujo un impuesto sobre los agregados en 2002. Desde la introducción del impuesto, el uso de agregados primarios se ha reducido en, aproximadamente, un 40% por unidad de construcción (Ettlinger 2017).
Incorporación de la tecnología digital	La República de Corea tiene algunas de las velocidades de internet más rápidas del mundo, con conexiones para más del 90% de la población. El Gobierno ha proporcionado apoyo económico para el desarrollo de infraestructuras de banda ancha, subvenciones para garantizar la conectividad y medidas para estimular la alfabetización en tecnologías en materia de información (Falch y Henten 2018).	El streaming de música reduce el uso de recursos y cuesta un 80% menos que el costo de producción y distribución de discos compactos (CD) (Lacy 2015). La República de Corea fue el sexto mercado musical más importante en 2017 y tiene el mayor número de suscriptores de música de pago (International Federation of Phonographic Industry [IFPI] 2018).
Colaborar	En Sídney (Australia), el ayuntamiento introdujo políticas para promover el uso compartido del coche, incluida la provisión de plazas de aparcamiento designadas para compartir el coche; y el listado en línea de los vehículos privados que participan en los planes de uso compartido entre iguales (City of Sydney 2016).	GoGet es una empresa australiana que comparte coches y opera en grandes ciudades. Los miembros tienen acceso a una gama de vehículos que incluye coches y furgonetas (GoGet https://www.goget.com.au).
Utilizar los residuos como recurso	En 1997, Dinamarca introdujo una legislación que prohibía enviar a los basureros los residuos que pudieran ser reciclados o incinerados. En 2015, se introdujo una nueva ley, Environmental Technology Development and Demonstration Programme (MUDP), la cual introdujo un plan de subvenciones, asociaciones de innovación y cooperación internacional para encontrar soluciones a los problemas medio ambientales que hagan un uso eficiente de los recursos (Denmark, Ministry of Environment and Food.d.).	La Simbiosis de Kalundborg, en Dinamarca, es una red de empresas cuyo grupo industrial fue el primero en desarrollar plenamente la simbiosis industrial. La colaboración incluye una central eléctrica de carbón, una piscifactoría, la producción de fertilizantes y una gran cantidad de otras operaciones manufactureras e industriales (Kalundborg Symbiosis 2018).
Repensar el modelo de negocio	El surgimiento de nuevos modelos de negocio que utilizan tecnologías, como el blockchain, es una realidad. Estonia, por ejemplo, ha establecido un plan de e-residencia como fomento a los emprendedores. La e-residencia proporciona a cualquier persona una identificación digital que le permite acceder a los servicios electrónicos de Estonia para el desarrollo y la gestión empresarial en línea desde cualquier parte del mundo.	El China Construction Bank Corporation (CCB) está utilizando la plataforma IBM Blockchain para mejorar los procedimientos de venta de sus productos de seguros.
Conservar y ampliar los productos existentes	El derecho a la reparación: la UE está preparando una legislación que obligue a las empresas a proporcionar piezas de repuesto y herramientas de diagnóstico que reduzcan el precio y faciliten la reparación de los productos (European Parliament, Committee on the Internal Market and Consumer Protection 2017)	Inrego, una empresa sueca, está reacondicionando equipos electrónicos como portátiles, ordenadores personales, monitores y teléfonos (European Remanufacturing Network 2018).
Priorizar los recursos regenerativos	Políticas noruegas de apoyo a los vehículos eléctricos de batería (BEV, por su sigla en inglés): impuesto anual de circulación cero (2018); impuesto de vehículos de empresa reducido en un 40% (2018); reducción del precio de los transbordadores en un 50% (2018); impuesto de rematriculación cero para los coches usados de cero emisiones (2018); aparcamiento municipal gratuito en muchas ciudades (Norsk elbilforening 2018).	En Noruega, los programas de incentivos para fomentar el uso de los BEV comenzaron a principios de la década de 1990. En la actualidad, Noruega lidera a nivel mundial con un 21% de cuota de mercado de BEV (cf. Australia, donde los incentivos son limitados, los BEV tienen un 0,2% del mercado (ClimateWorks Australia 2018).

eficiente en el uso de los recursos", la cual fue sustituida en 2015 por " Closing the Loop: An EU Action Plan for the Circular Economy" (McDowall *et al.* 2017). Tanto Europa como China continuaron trabajos previos de investigación y de políticas llevados a cabo en Estados Unidos de América, Japón y Europa, los cuales estaban centrados en la gestión de residuos.

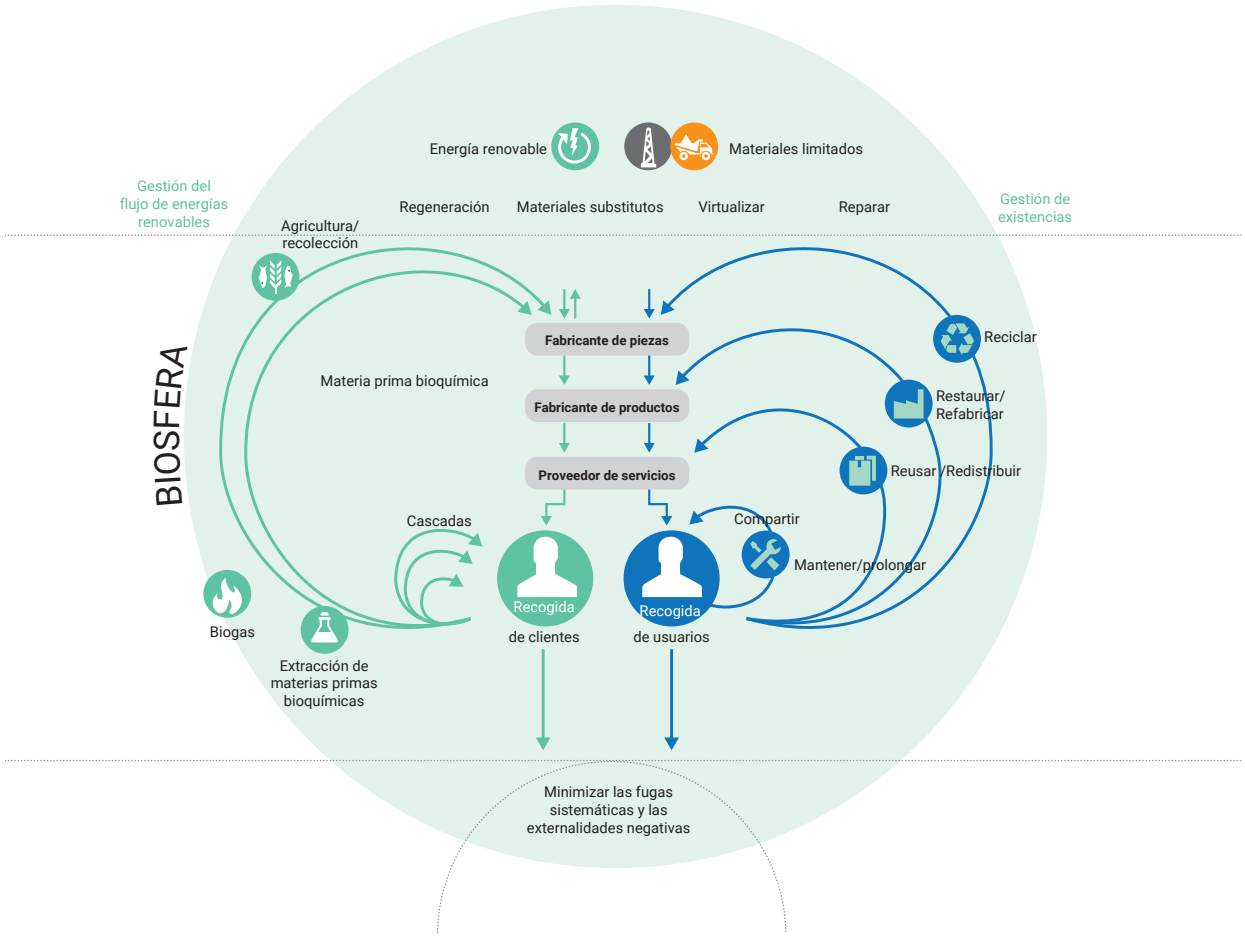
Recuadro 17.6: Estudio de caso: Fundación Ellen MacArthur - Un conjunto de herramientas para los responsables de la formulación de políticas en la aplicación de la economía circular

La organización no gubernamental, Ellen MacArthur Foundation, con sede en el Reino Unido, ha sido una de las principales defensoras de la economía circular, financiando amplios programas de investigación y educación. En 2015, esta fundación se asoció con la Autoridad Empresarial Danesa para desarrollar un conjunto de herramientas para los responsables de la formulación de políticas (Ellen MacArthur Foundation 2015). En el desarrollo de dicho conjunto de herramientas y los estudios piloto posteriores, los autores identificaron siete ideas clave que proporcionan pruebas de los posibles beneficios económicos, medio ambientales y sociales de avanzar hacia una economía circular.

- Una economía circular fomenta más innovación, resiliencia y productividad, lo que se traduce en un aumento del producto interior bruto (PIB) y del empleo, al mismo tiempo que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de recursos vírgenes no renovables.
- Los responsables de la formulación de políticas pueden derribar las barreras no financieras que dificultan la economía circular.
- Este tipo de economía no puede considerarse como una solución global, hay que analizarla para cada sector e instituir políticas adaptadas.
- Una revisión de los sistemas financieros y de la forma en que medimos los resultados económicos, que actualmente excluyen las externalidades como el daño ambiental o la dislocación social, ayudará a poner de manifiesto el valor real de la transición hacia una economía circular y el costo real de seguir actuando como hasta ahora.
- Las empresas deben estar a cargo de liderar la identificación de las oportunidades de la economía circular.
- Incluso los países desarrollados que están avanzando hacia este tipo de economía pueden aumentar el ritmo del cambio ampliando y fomentando las condiciones propicias en todos los sectores.

Es necesario coordinar las políticas entre los países, ya que las cadenas de valor se extienden a través de las fronteras. La ampliación del entorno político es un hecho y los Estados, al igual que otras partes interesadas, como la Fundación Ellen MacArthur, desempeñan un papel importante en promover la transición a la economía circular entre las empresas y la industria (véase la **Figura 17.6**).

Figura 17.6: Esquema de una economía circular



Fuente: Adaptado de Cirular Norway (s.d).

17.6.3 ¿Qué se ha hecho hasta la fecha y qué eficacia han tenido estas medidas?

Muchos gobiernos han introducido políticas y reglamentos que abordan aspectos de la economía circular. Las políticas de apoyo a la economía circular pueden centrarse en uno o varios elementos del proceso "tomar, hacer y desechar". Aunque muchas políticas han tendido a abordar los residuos a través del reciclaje y la recuperación de recursos, se pueden obtener importantes beneficios en las primeras fases del diseño y la fabricación de los productos. Por ejemplo, los productos pueden diseñarse siguiendo los principios del diseño ecológico, a fin de utilizar menos material y prolongar su duración. Estos se pueden renovar o reparar y fabricar con materiales no tóxicos y fáciles de reciclar.

Las políticas que fomentan el ecodiseño también deben tener en cuenta las posibles repercusiones negativas para la salud, la igualdad de género y los impactos en el desarrollo de las políticas mal planificadas, por ejemplo, la exposición tóxica que enfrentan las mujeres y los niños al reciclar los residuos electrónicos. Alrededor de 15 millones de personas participan en el reciclaje informal de residuos de plástico, vidrio, metales y papel, donde estas actividades suponen un riesgo tanto para el medio ambiente como para las personas que realizan las tareas (Yang *et al.* 2018). Las personas que realizan la recuperación de recursos, especialmente, los recolectores de residuos electrónicos en los países en desarrollo, corren el riesgo de sufrir considerables amenazas para la salud laboral y ambiental (Velis 2017). Las mujeres y los niños se encuentran entre los grupos vulnerables que trabajan en este sector informal y se enfrentan a la exposición a productos químicos peligrosos y metales pesados (Heacock *et al.* 2016), con pocas o ninguna medida de prevención o tratamiento (Han *et al.* 2018).

Las políticas también pueden apoyar el paso de la gestión de residuos a resultados más sostenibles desde el punto de vista medio ambiental, centrándose en el cambio de comportamiento. Estas políticas, que a menudo se desarrollan a partir de iniciativas de base, tienen como objetivo limitar la cantidad de residuos producidos y aumentar la recuperación de materiales (Silva *et al.* 2017).

Europa ha establecido políticas para aplicar la economía circular, mientras que en otras zonas esto ha sucedido a nivel nacional o subnacional. También ha habido algunas iniciativas políticas internacionales que se alinean con un enfoque de economía circular, o lo promueven, especialmente en lo que respecta a la minimización de residuos, por ejemplo, con los Convenios de Basilea y de Estocolmo. El nuevo enfoque de la química verde (o sostenible) está trabajando para desarrollar soluciones alternativas destinadas a eliminar o al menos reducir significativamente los productos químicos peligrosos y, eventualmente, su presencia en el medio ambiente (Weber, Lissner y Fantke 2016).

Uno de los retos en relación con los productos químicos y la economía circular es aumentar el reciclaje y la reutilización, al tiempo que garantizar que los consumidores no corran el riesgo de exponerse a sustancias preocupantes que puedan estar presentes en los productos y transmitirse a través de los residuos (European Commission 2015). Para algunos productos químicos y metales tóxicos, como los contaminantes orgánicos persistentes (COP) y el mercurio, la eliminación final puede ser una opción mejor que el reciclaje y la reutilización.

17.6.4 ¿Cuál es el potencial transformador de los enfoques políticos analizados?

Para alcanzar los ODS será necesaria una transición hacia una economía circular. Los recursos naturales son insuficientes para sostener la continua expansión de una economía global basada en un modelo económico lineal. De ahí que la economía circular ofrezca oportunidades no solo para abordar las limitaciones fundamentales de recursos, sino también para crear un sistema económico más justo e inclusivo (Raworth 2012). Por lo tanto, las políticas de economía circular tienen un gran potencial de transformación para abordar los retos políticos transversales.

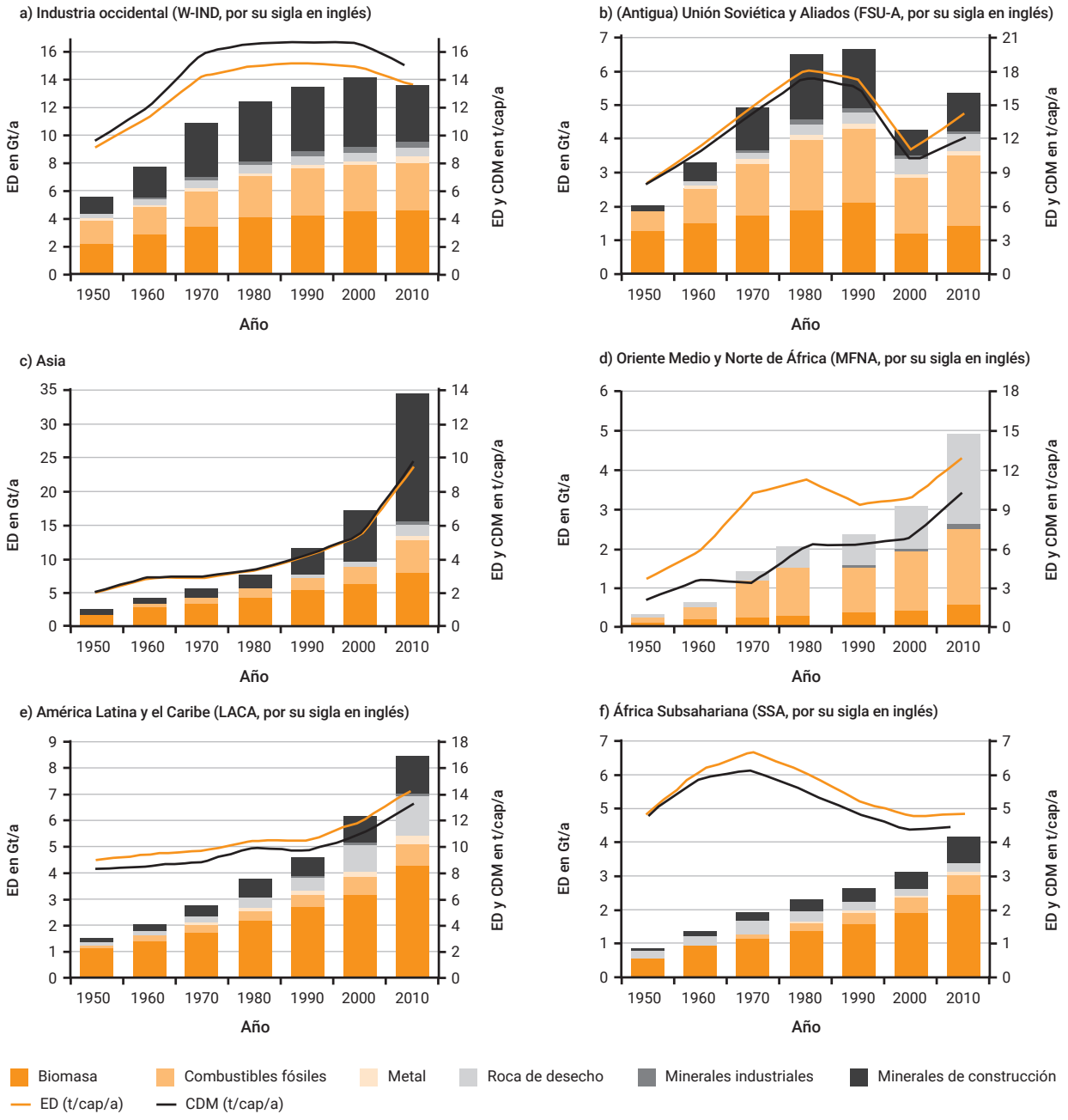
17.6.5 Indicadores

Ningún indicador proporciona una medida única de progreso hacia una economía circular. Sin embargo, existen varios indicadores de rendimiento en áreas que contribuyen directa o indirectamente a la consecución de un sistema económico circular. La gestión sostenible de los recursos, el comportamiento de la sociedad, las operaciones empresariales, la contabilidad o el análisis del flujo de materiales son algunas de las medidas propuestas (Geng *et al.* 2012; Wiedmann *et al.* 2015; United Nations Environment Programme [UNEP] 2016). Teniendo en cuenta los vínculos con los ODS, identificamos dos indicadores de circularidad relevantes para la formulación de políticas.

Indicador 1: Consumo Doméstico de materiales (CDM) (ODS 8.4.1, 8.4.2 y 12.2.2)
El consumo doméstico de materiales mide el consumo territorial de las materias primas utilizadas en la economía, ya sean de origen nacional o importadas. Este indicador permite comparar entre regiones y estados el consumo de materiales per cápita a lo largo del tiempo. El CDM también puede utilizarse para estimar la cantidad de residuos que puede generarse en una región determinada. La extracción doméstica (ED) es la cantidad de materiales extraídos en un territorio determinado. El CDM es mayor que la ED en los países importadores netos de materiales y menor que la ED en los países exportadores netos de materiales (**Figura 17.7**).


© Shutterstock/Wanna Thongdao

Figura 17.7: Extracción doméstica y consumo doméstico de materiales



La figura muestra los datos de extracción, comercio y consumo aparente de materiales de seis regiones en Gigatoneladas al año (Gt/a) y en valores per cápita al año (t/cap/a). ED: extracción doméstica; CDM: consumo doméstico de materiales.

Fuente: Schaffartzik *et al.* (2014).

Indicador 2: (Indicadores ODS 12.2.1 y 12.2.2)
Adicionalmente, el desarrollo de una economía circular implicará que las personas cambien su comportamiento de consumo y elijan productos y servicios que conserven los recursos. Compartir recursos, una estrategia común en muchas economías de subsistencia, se está adoptando cada vez más en todo el mundo. Compartir productos caros o de uso poco frecuente, como coches, bicicletas, casas de vacaciones, campamentos y otros equipos de recreo, puede organizarse como planes formales o acuerdos informales dentro de las comunidades (**Figura 17.8**).

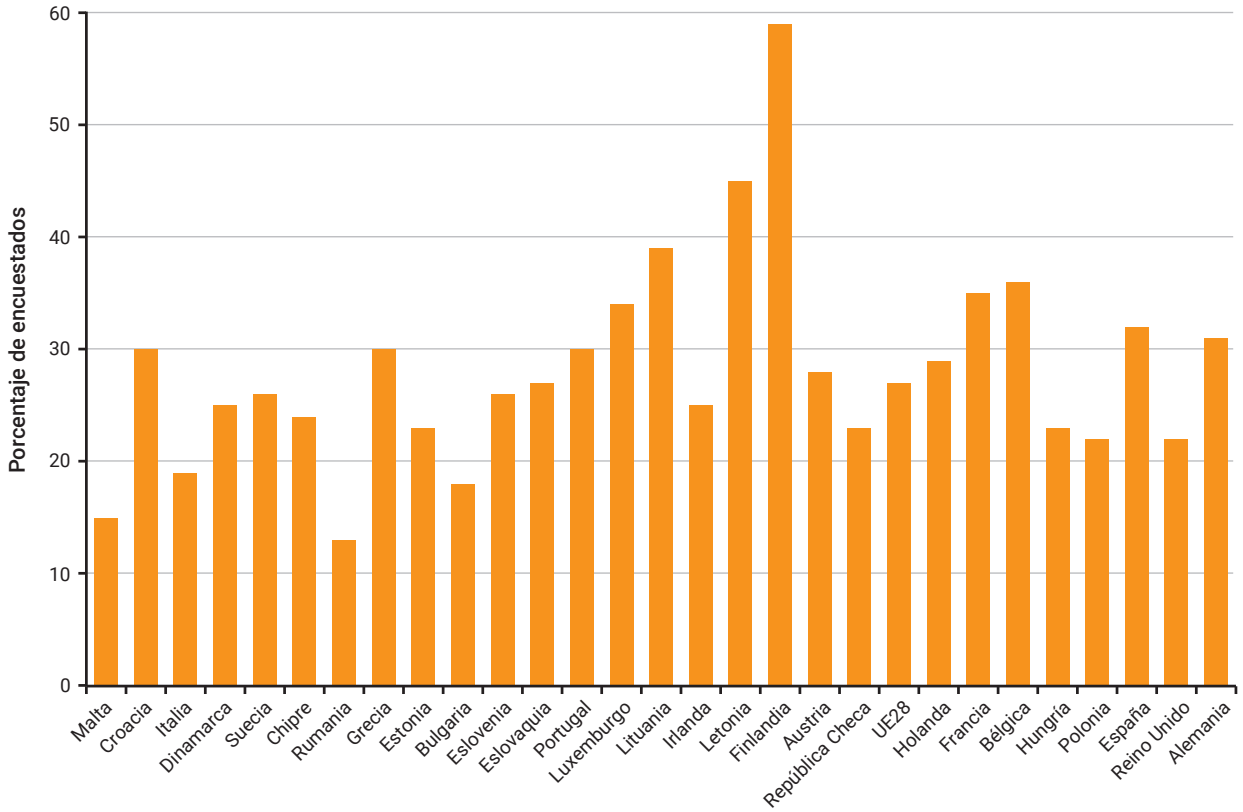
17.7 Conclusiones

La naturaleza transversal de los temas de sostenibilidad queda bien ilustrada por las interacciones entre los ODS (Nilsson, Griggs y Visbeck 2016; Biermann, Kanie y Kim 2017; International Council for Science 2017). Cumplir un objetivo o una meta no garantizará que se alcancen otros ODS, al igual que algunos Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) se alcanzaron en algunas partes del mundo, pero no en otras (Boas, Biermann y Kanie 2016; Kim 2016; Underdal y Kim 2017; Young 2017). Esta lección no es nueva, pero se está empezando a producir el cambio, que ya debería haberse producido, hacia enfoques sistémicos en materia de políticas. Algunos llegan a afirmar que "el problema [ambiental] más importante es nuestro enfoque erróneo en la identificación del problema más importante" (Diamond 2005). El enfoque sistémico del desarrollo y la aplicación de la política medio ambiental, analizado en este capítulo, puede abordar múltiples objetivos globales y ya no es una opción, sino el único camino para la transformación de la sociedad con el fin de lograr la sostenibilidad mundial.

Este capítulo pone de relieve los complejos vínculos existentes entre los temas de sostenibilidad y la forma como estos presentan tanto retos como oportunidades. Son retos en el sentido de que las cuestiones transversales son difíciles de abordar individualmente mediante pasos graduales y de forma aislada. Como se concluye en los capítulos temáticos de la Parte B (Capítulos 12 a 16), muchas políticas y medidas medio ambientales bien intencionadas han tenido un éxito limitado. Las mejoras políticas son visibles, pero no se han realizado a un ritmo o escala suficientes. Así, han surgido nuevos problemas de sostenibilidad que presentan una mayor complejidad, a menudo debido a las formas imprevistas en que los problemas existentes han interactuado entre sí. Algunos de los resultados no deseados de la interacción entre los impulsores globales actúan a su vez como impulsores de otros resultados no óptimos (Walker *et al.* 2009).

Sin embargo, como han demostrado los análisis de este capítulo, existen enfoques de política de sistemas con potencial transformador. Si se pueden identificar los puntos clave de apalancamiento en un sistema y se realizan las intervenciones políticas adecuadas (Meadows 2008), el cambio transformador que conduce a las innovaciones producirá efectos positivos netos. Incluso las intervenciones a pequeña escala pueden sembrar las semillas del cambio sistémico de mayor envergadura que se requiere para alcanzar los ODS. En este capítulo se han elegido cuatro sistemas socioeconómicos para ilustrar el potencial transformador del enfoque sistémico en la intervención de la política medio ambiental.

Figura 17.8: Compromiso de los ciudadanos con el uso compartido: el porcentaje de encuestados de 2013 que habían participado en un plan de uso compartido, ya sea formal o informal en los 12 meses anteriores



Fuente: Flash Eurobarometer 388 (2013).

Los sistemas ambientales, sociales y económicos deben ser comprendidos y analizados apreciando su complejidad. La comprensión de un sistema es un requisito previo para identificar los puntos de apalancamiento, es decir, dónde se pueden sembrar las "semillas". Reconocer que no existe una panacea política (Ostrom 2007), permite desplegar varios grupos de políticas, y un cierto grado de superposición puede ser útil como red de seguridad política (Low *et al.* 2003). Es muy difícil predecir si una política funcionará eficazmente para resolver una cuestión transversal sin producir consecuencias significativamente perversas y no deseadas. La atención a un elemento de una cuestión transversal puede dar lugar a un desplazamiento de los problemas ambientales, tanto transfronterizos como transectoriales, o a compensaciones y desbordamientos (Kim y van Asselt 2016). Por lo tanto, se requieren enfoques de gobernanza o gestión adaptativos que utilicen la experimentación (Hoffmann 2011) para aprovechar las lecciones aprendidas en lugar de tratar de "reinventar la rueda".

Una respuesta eficaz a los desafíos transversales de la política medio ambiental requiere la cooperación y la colaboración entre una multitud de actores e instituciones en todos los temas, sectores, niveles y jurisdicciones. El camino de la transformación para lograr la dignidad humana y la sostenibilidad medio ambiental en este siglo requiere un enfoque de todo el sistema que pueda catalizar la rápida innovación tecnológica y los cambios de paradigma económico y cultural.

Referencias

Adger, W.N., Arnell, N.W. Y Tompkins, E.L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15(2), 77-86. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005.

Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Finnigan, J., Moran, D. y Rounsevell, M. (2017). Losses, inefficiencies and waste in the global food system. *Agricultural Systems* 153, 190-200. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.014.

Anderson, A. (2013). *Learning to Be Resilient Global Citizens for a Sustainable World*. Paper Commissioned for the EFA Global Monitoring Report 2013/4, Teaching and Learning: Achieving Quality for All. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002259/225940e.pdf

Ayres, R.U. (1994). Industrial metabolism: theory and policy. En *The Greening of Industrial Ecosystems*. Allenby, B.R. y Richards, D.J. (eds.). Washington, DC: National Academy Press. 22-37. https://www.nap.edu/read/2129/chapter/4.

Asian Development Bank (2012). *Addressing Climate Change and Migration in Asia and the Pacific*. Manila. https://www.adb.org/sites/default/files/publication/29662/addressing-climate-change-migration.pdf

Bailey, R. y Harper, R. (2015). *Reviewing Interventions for Healthy and Sustainable Diets.* London: The Royal Institute of International Affairs. https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/field/field_document/20150529HealthySustainableDietsBaileyHarperFinal.pdf

Benton, T.G. (2012). Managing agricultural landscapes for production of multiple services: the policy challenge. *Politica Agricola Internazionale [International Agricultural Policy]* 1, 7-17. http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/130373/2/Benton.pdf

Benton, T.G. y Bailey, R. (forthcoming). The paradox of efficiency: agricultural efficiency promotes food system inefficiency. *Global Sustainability*.

Biermann, F. (2014). *Earth System Governance: World Politics in the Anthropocene*. Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/earth-system-governance

Biermann, F., Kanie, N. y Kim, R.E. (2017). Global governance by goal-setting: the novel approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26-27, 26-31. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.01.010

Boas, I., Biermann, F. y Kanie, N. (2016). Cross-sectoral strategies in global sustainability governance: Towards a nexus approach. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 16(3), 449–464. https://doi.org/10.1007/s10784-016-9321-1

Blum, N., Nazir, J., Breiting, S., Goh, K.C. y Pedretti, E. (2013). Balancing the tensions and meeting the conceptual challenges of education for sustainable development and climate change. *Environmental Education Research* 19(2), 206-217. https://doi.org/10.1080/13504622.2013.780588

Brunner, R.D. y Lynch, A.H. (2010). *Adaptive Governance and Climate Change*. Chicago, IL: University of Chicago Press. https://www.press.uchicago.edu/ucp/books/book/distributed/A/bo8917780.html

Brunner, R.D., Steelman, T.A., Coe-Juell, L., Cromley, C., M., Edwards, C.M. yTucker, D.W. (2005). *Adaptive Governance: Integrating Science, Policy, and Decision-Making*. New York, NY: Columbia University Press. https://cup.columbia.edu/book/adaptive-governance/9780231136259

Buchner, B.K., Oliver, P., Wang, X., Carswell, C., Meattle, C. y Mazza, F. (2017). *Global Landscape of Climate Finance 2017*. Climate Policy Initiative. https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2017/10/2017-Global-Landscape-of-Climate-Finance.pdf

Buckwell, A., Matthews, A., Baldock, D. y Mathijs, E. (2017). *Cap: Thinking Out of the Box: Further Modernisation of the Cap – Why, What and How?* RISE Foundation. http://www.risefoundation.eu/images/files/2017/2017_RISE_CAP_Full_Report.pdf

Burch, S., Mitchell, C., Berbes-Blazquez, M. y Wandel, J. (2017). Tipping toward transformation: progress, patterns and potential for climate change adaptation in the global south. *Journal of Extreme Events* 4(1). https://doi.org/10.1142/S2345737617500038

Chaffin, B.C., Gosnell, H. y Cosens, B.A. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: Synthesis and future directions. *Ecology and Society* 19(3). http://dx.doi.org/10.5751/ES-06824-190356

China, National People's Congress (2008). *Circular Economy Promotion Law of the People's Republic of China*. Adopted at the 4th Meeting of the Standing Committee of the 11th National People's Congress. Beijing. http://www.fdi.gov.cn/1800000121_39_597_0_7.html

Chun, J.M. (2015). *Planned Relocations in the Mekong Delta, Vietnam: A Successful Model for Climate Change Adaptation, A Cautionary Tale, or Both?* Washington, DC: Brookings Institution. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/Brookings-Planned-Relocations-Case-StudyJane-Chun-Vietnam-case-study-June-2015.pdf

Chunekar, A., Mulary, S. y Kelkar, M. (2014). *Understanding the Impacts of India's LED Bulb Programme, "UJALA"*. Kothrud: Prayas Energy Group. http://shaktifoundation.in/wp-content/ uploads/2014/02/02-PEG-Report-on-impacts-of-UJALA.pdf

Circular Norway (n.d). Outlines of a circular economy. https://www.circularnorway.no/modeller/outlines-of-a-circular-economy (Consultado: 19 de octubre de 2018).

City of Sydney (2016). *Car Sharing Policy*. http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0010/109099/2016-631840-Car-Sharing-Policy-2016-accessible.pdf

ClimateWorks Australia (2018). *Australia's Electric Vehicle Industry Gains Momentum: Report*. Sydney, Australia: Electric Vehicle Council. http://electricvehiclecouncil.com.au/australias-electric-vehicle-industry-gains-momentum-report/

Central Committee for Flood and Storm Control (2012). *Living with Floods Program*. Hanoi: Central Committe for Flood and Storm Control.

Cutter, S.L., Boruff, B.J. y Shirley, W.L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly* 84(2), 242-261. https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002

Dankelman, I. (2016). *Action Not Words: Confronting Gender Inequality through Climate Change Action and Disaster Risk Reduction in Asia*. Aipira, C., Kidd, A., Reggers, A., Fordham, M., Shreve, C. y Burnett, A. (eds.). Bangkok: UN Women. http://www2.unwomen.org/-/media/field%20office%20 eseasia/docs/publications/2017/04/ccdrr_130317-s.pdf

Davis, I. (2015). *Disaster Risk Management in Asia and the Pacific*. New York (NY): Routledge. https://www.adb.org/sites/default/files/publication/159311/adbi-disaster-risk-management-asia-pacific.pdf.

de Blas, E., Kettunen, M., Russi, D., Illes, A., Lara-Pulido, J.A., Arias, C. y Guevara, A. (2017). Innovative mechanisms for financing biodiversity conservation: a comparative summary of experiences from Mexico and Europe. Paris: La Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/76fa5531-8333-4464-83bc-fef6b0317c77/ IFMs_for_biodiversity_SYNTHESIS_Ezzine_de_Blas_et_al_2017_.pdf.

Denmark, Ministry of Environment and Food (n.d.). Danish lesson – waste management. http://eng.ecoinnovation.dk/the-danish-eco-innovation-program/results-and-cases/danish-lessons/waste-management/. (Consultado: 21 de octubre de 2018).

Diamond, J. (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York, NY: Penguin Group. https://pdfs.semanticscholar.org/8f2e/4df7d90c9744cef12c967a8755f89673d088.pdf.

Djalante, R., Holley, C. y Thomalla, F. (2011). Adaptive governance and managing resilience to natural hazards. *International Journal of Disaster Risk Science* 2(4), 1-14. https://doi.org/10.1007/ s13753-011-0015-6.

Doyon, A. (2018). Niches: small scale interventions or radical innovations to build up internal momentum. En *Enabling Eco-Cities*. Hes, D. y Bush J. (eds.). Singapore: Palgrave Pivot. Chapter 10. 65-87. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-7320-5_5.

Dryzek, J.S. (2014). Institutions for the anthropocene: governance in a changing earth system. *British Journal of Political Science* 46(4), 937–956. https://doi.org/10.1017/S0007123414000453.

Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Asian Development Bank and United Nations Development Programme (2018). *Transformation Towards Sustainable and Resilient Societies in Asia and the Pacific*. Bangkok. https://www.unescap.org/sites/default/files/publications/SDG_Resilience_Report.pdf.

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Delivering the Circular Economy: A Toolkit for Policymakers*. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy-a-toolkit-for-policymakers.

Entzinger, H. y Scholten, P. (2016). *Adapting to Climate Change through Migration: A Case Study of the Vietnamese Mekong River Delta*. Geneva: International Organization for Migration. https://publications.iom.int/system/files/vietnam_survey_report_0.pdf.

Environment Agency Japan (2000). *The Basic Law for Establishing the Recycling-based Society*. http://www.env.go.jp/recycle/low-e.html. (Consultado: 21 de octubre de 2018).

EAT-Lancet Commission for Food, Planet and Health (2018). The Report. https://foodplanethealth.org/the-report. (Forthcoming – late 2018).

Energy Efficiency Services Limited and International Energy Agency (2016). *India's UJALA Story – Energy Efficient Prosperity*. Noida, Uttar Pradesh and New Delhi: EESL. https://www.eeslindia.org/DMS/UJALA%20Case%20Studies.pdf.

Ettlinger, S. (2017). *Aggregates Levy in the United Kingdom*. Institute for European Environmental Policy. https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/5337d500-9960-473f-8a90-3c59c5c81917/UK%20Aggregates%20Levy%20final.pdf?v=63680923242.

ET Energy World (2017). Eveready Industries turns to Ujala for its LED vertical, 14 August. https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/power/eveready-industries-turns-to-ujala-for-its-led-vertical/60060082. (Consultado: 19 de octubre de 2018).

European Commission (2011). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing Rules for Direct Payments to Farmers under Support Schemes within the Framework of the Common Agricultural Policy*, 19 October. Brussels. https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/cap-post-2013/legal-proposals/com625/625_en.pdf.

European Commission (2013). Societal behaviours. En *Environment: Eco-Innovation Action Plan* [website]. https://ec.europa.eu/environment/ecoap/indicators/societal-behaviours_en. (: 19 de octubre de 2018).

European Commission (2015). *Closing the Loop – An EU Action Plan for the Circular Economy*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM(2015) 614 Final. Brussels. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614.

European Commission (2016). *Review of Greening After One Year – Part 1/6*. Brussels. https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/direct-support/pdf/2016-staff-working-document-greening_en.pdf.

European Commission (2017). *Ecodesign Impact Accounting. Status Report 2017*. Prepared by Van Holsteijn en Kemna B.V. (VHK) for the European Commission. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/eia_status_report_2017_-_v20171222.pdf.

European Parliament, Committee on the Internal Market and Consumer Protection (2017). *Report on a Longer Lifetime for Products: Benefits for Consumers and Companies* (2016/2272(INI)). http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A8-2017-0214+0+DOC+XML+V0//EN.

European Remanufacturing Network (2018). *Business Model Case Study Description – Inrego Computers and Smart Phones*. Aylesbury, UK. http://www.remanufacturing.eu/studies/f6a18b15473d6fa8400e.pdf

European Union (2009). Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products. *Official Journal of the European Union* L 285, 10-35. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0125. Consultado: 19 de octubre de 2018.

Falch, M. y Henten, A. (2018). Dimensions of broadband policies and developments. *Telecommunications Policy* 42(9), 715-725. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.11.004.

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16(3), 253-267. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378006000379.

Fischer, C.G. y Garnett, T. (2016). *Plates, Pyramids, Planet: Developments in National Healthy and Sustainable Dietary Guidelines: A State of Play Assessment*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-i5640e.pdf.

Fischer, D. y Barth, M. (2014). Key competencies for and beyond sustainable consumption: an educational contribution to the debate. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society* 23(1), 193-200. https://doi.org/10.14512/gaia.23.S1.7.

Flash Eurobarometer 388 (2013). Attitudes of Europeans towards Waste Management and Resource Efficiency. http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/flash/fl_388_en.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014). The No-Foodloss Project in Japan. http://www.fao.org/save-food/news-and-multimedia/news/news-details/en/c/242644/.

Fuenfschilling, L. y Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes – Conceptual foundations from institutional theory. *Research Policy* 43(4), 772-791. https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.010

Garnaut, R. (2008). *The Garnaut Climate Change Review: Final Report*. Cambridge: Cambridge University Press. https://trove.nla.gov.au/work/3576521?selectedversion=NBD43604049

Garnett, T. (2012). *Climate Change and Agriculture: Can Market Governance Mechanisms Reduce Emissions from the Food System Fairly and Effectively?* London: International Institute for Environment and Development. http://pubs.iied.org/pdfs/16512IIED.pdf

Garnett, T., Mathewson, S., Angelides, P. y Borthwick, F. (2015). *Policies and Actions to Shift Eating Patterns: What Works? A Review of The Evidence of the Effectiveness of Interventions Aimed at Shifting Diets in More Sustainable and Healthy Directions.* Oxford: Food Climate Research Network. https://www.fcrn.org.uk/sites/default/files/fcrn_chatham_house_0.pdf

Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J. y Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production* 23(1), 216–224. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005

Germany, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) (2011). *Closed-loop Waste Management: Recovering Wastes – Conserving Resources*. Friederich, R., Jaron, A. y Schulz, J. (eds.). Berlin : BMU Public Relations Division. https://gnse.files.wordpress.com/2012/10/waste-management.pdf

Ghisellini P., Cialani, C. y Ulgiati, C. (2015). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production* 114, 11-32. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007

Gocht, A., Ciaian, P., Bielza, M., Terres, J.-M., Röder, N., Himics, M. *et al.* (2016). *Economic and Environmental Impacts of CAP Greening: CAPRI Simulation Results.* Brussels: European Commission. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC102519/jrc%20report_cap%20greening-capri%20v12.pdf

Government of the Netherlands (2016). *A Circular Economy in the Netherlands by 2050:* Government-wide Programme for a Circular Economy. https://www.government.nl/binaries/government/documents/policy-notes/2016/09/14/a-circular-economy-in-the-netherlands-by-2050/17037+Circulaire+Economie_EN.PDF

Grimmins, A., Balbus, J., Gamble, J.L., Beard, C.B., Bell, J.E., Dodgen, D. *et al.* (2016). *The Impacts of Climate Change on Human Health in The United States: A Scientific Assessment*. Washington, D.C.: Global Change Research Program. https://s3.amazonaws.com/climatehealth2016/high/ClimateHealth2016_FullReport.pdf

Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R.J. y Corfee-Morlot, J. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nature Climate Change* 3, 802. https://doi.org/10.1038/nclimate1979

Han, W., Gao, G., Geng, J., Li, Y. y Wang, Y. (2018). Ecological and health risks assessment and spatial distribution of residual heavy metals in the soil of an e-waste circular economy park in Tianjin, China. *Chemosphere* 197, 325-335. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.043.

Hart, K., Buckwell, A. y Baldock, D. (2016). *Learning the Lessons of the Greening of the Cap*. Brussels: Institute for European Environmental Policy. https://www.nature.scot/sites/default/ files/2017-06/A1943384.pdf.

Hay, J.E. (2009). *Assessment of Implementation of the Pacific Islands Framework for Action on Climate Change (PIFACC)*. Apia: Secretariat of the Pacific Regional Environment. https://www.sprep. org/climate_change/PYCC/documents/HayReport_to_PCCR_2009.pdf.

Heacock, M., Kelly, C.B., Asante, K.A., Birnbaum, L.S., Bergman, Å.L., Bruné, M.N. *et al.* (2015). E-waste and harm to vulnerable populations: a growing global problem. *Environmental Health Perspectives* 124(5), 550-555. http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1509699.

Hinkel, J., Brown, S., Exner, L., Nicholls, R.J., Vafeidis, A.T. y Kebede, A.S. (2012). Sea-level rise impacts on Africa and the effects of mitigation and adaptation: An application of DIVA. *Regional Environmental Change* 12(1), 207-224. https://doi.org/10.1007/s10113-011-0249-2.

Hoffmann, M.J. (2011). *Climate Governance at the Crossroads: Experimenting with a Global Response after Kyoto.* Oxford: Oxford University Press. https://doi.org/10.1080/09644016.2013.769805.

Huitema, D., Adger, W.N., Berkhout, F., Massey, E., Mazmanian, D., Munaretto, S. *et al.* (2016). The governance of adaptation: Choices, reasons, and effects. Introduction to the Special Feature. *Ecology and Society* 21(3). http://dx.doi.org/10.5751/ES-08797-210337.

Illes, A., Russi, D., Kettunen, M. y Robertson M. (2017). *Innovative Mechanisms for Financing Biodiversity Conservation: Experiences from Europe.* Final Report in the Context of the Project "Innovative Financing Mechanisms for Biodiversity in Mexico/ N°2015/368378". Brussels, Belgium. London: Institute for European Environmental Policy (IEEP). https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/dcc74b53-6750-4ccd-99b9-dc9e9d659dd4/IFMs_for_biodiversity_EUROPE_Illes_et_al_2017.pdf.

India, Ministry of Power (2018a). *Energy Efficiency*. https://powermin.nic.in/en/content/energy-efficiency. (Consultado: 19 de octubre de 2018).

India, Ministry of Power (2018b). *National UJALA Dashboard*. http://www.ujala.gov.in/. (Consultado: 19 de octubre de 2018).

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Pachauri, R.K. y Meyer, L.A. (eds.). Geneva. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf.

Internal Displacement Monitoring Centre and Norwegian Refugee Council (2017). *Global Report on Internal Displacement.* Geneva. http://www.internal-displacement.org/global-report/grid2017/pdfs/2017-GRID.pdf

International Council for Science (2017). *A Guide to SDG Interactions: From Science to Implementation.* Paris. https://council.science/cms/2017/05/SDGs-Guide-to-Interactions.pdf.

International Energy Agency (2017). *Energy Technology Perspectives 2017*. Paris. http://www.iea. org/etp/.

International Energy Agency (2018). *United Kingdom: Indicators for 2015*. Paris. https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?product=Indicators&country=UK.

International Federation of Phonographic Industry (2018). *Global Music Report 2018: Annual State of the Industry.* London. https://www.ifpi.org/downloads/GMR2018.pdf.

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (n.d.) Vulnerability and capacity assessment (VCA), [no date]. https://www.ifrc.org/vca. (Consultado: 22 de octubre de 2018).

International Renewable Energy Agency (2016). Renewable Energy and the UN Sustainable Development Goals (SDGs). IRENA Twelfth meeting of the Council. Abu Dhabi. http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/About-IRENA/Council/Twelth-Council/C_12_DN_4_RE-and-SDGs.pdf.

Jawahir, I.S. y Bradley, R. (2016). Technological elements of circular economy and the principles of 6R-based closed-loop material flow in sustainable manufacturing. *Procedia CIRP* 40, 103-108. https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.067.

Kalundborg Symbiosis (2018). Kalundborg Symbiosis [website]. Kalundborg: SymbiosisCenter Denmark. http://www.symbiosis.dk/en/. (Consultado: 19 de octubre de 2018).

Kates, R., Travis, W.R.T. y Wilbanks, T. (2012). Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(19), 7156-7161. https://doi.org/10.1073/pnas.1115521109.

Kern, K., Jorgens, H. y Jänicke, M. (2001). *The Diffusion of Environmental Policy Innovations: A Contribution to the Globalisation of Environmental Policy*. Berlin: Social Science Research Center. https://www.econstor.eu/obitstream/10419/48976/1/329601059.pdf.

Kim, R.E. (2016). The nexus between international law and the Sustainable Development Goals. *Review of European, Comparative & International Environmental Law* 25, 15–26. https://doi.org/10.1111/reel.12148.

Kim, R.E. y Bosselmann, K. (2013). International environmental law in the Anthropocene: Towards a purposive system of multilateral environmental agreements. *Transnational Environmental Law* 2, 285–309. https://doi.org/10.1017/S2047102513000149.

Kim, R.E. y van Asselt, H. (2016). International governance: dealing with problem shifting in the Anthropocene – the limits of international law. En *Research Handbook on International Law and Natural Resources.* Morgera, E. y Kulovesi, K. (eds.). Cheltenham: Edward Elgar. https://www.elgaronline. com/view/9781783478323.00039.xml.

Lacy P. 2015. Why the circular economy is a digital revolution, 17 August. *World Economic Forum*. https://www.weforum.org/agenda/2015/08/why-the-circular-economy-is-a-digital-revolution/. (Consultado: 19 de octubre de 2018).

Low, B., Ostrom, E., Simon, C. y Wilson, J. (2003). Redundancy and diversity: do they influence optimal management? En *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change.* Berkes, F., Colding, J. y Folke, C. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. Chapter 4. 53-83. http://assets.cambridge.org/052181/5924/sample/0521815924ws.pdf.

Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S.R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E. *et al.* (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science* 317(5844), 1513–1516. https://doi.org/10.1126/science.1144004.

McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S. *et al.* (2017). Circular economy policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology* 21(3), 651-661. https://doi.org/10.1111/jiec.12597.

Meadows, D.H. (2008). *Thinking in Systems: A Primer.* Wright, D. (ed.): Chelsea Green Publishing. https://www.chelseagreen.com/product/thinking-in-systems/.

Meyer, C., Matzdorf, B., Muller, K. y Schleyer, C. (2014). Cross compliance as payment for public goods? Understanding EU and US agricultural policies. *Ecological Economics* 107, 185-194. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.08.010.

Mitchell, C., Sawin, J.L., Pokharel, G.R., Kammen, D., Wang, Z., Fifita, S. *et al.* (2011). Policy, financing and implementation. En *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S. *et al.* (eds.). Cambridge: Intergovernmental Panel on Climate Change. Chapter 11. https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/drafts/SRREN-FOD-Ch11.pdf.

Monroe, M.C., Plate, R.R., Oxarart, A., Bowers, A. y Chaves., A. (2017). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. *Environmental Education Research*. https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842.

Nakashima, D.J., Galloway McLean, K., Thulstrup, H.D., Ramos Castillo, A. y Rubis, J.T. (2012). *Weathering Uncertainty Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and United Nations University. http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216613e.pdf.

Nansen Initiative (2015) *Agenda for the Protection of Cross-Border Displaced Persons in the Context of Disasters and Climate Change Volume I*. The Nansen Initiative. https://nanseninitiative.org/wp-content/uploads/2015/02/PROTECTION-AGENDA-VOLUME-1.pdf.

Nilsson, M., Griggs, D. y Visbeck, M. (2016). Policy: map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature* 534(7607), 320–322. https://doi.org/10.1038/534320a.

Norsk elbilforening (2018). *Norwegian Electric Vehicle Association*. https://elbil.no. (Consultado: 19 de octubre de 2018.)

Olhoff, A. y C. Schaer (2010). *Screening Tools and Guidelines to Support the Mainstreaming of Climate Change Adaptation into Development Assistance – A Stocktaking Report*. New York, NY: United Nations Development Programme. http://content-ext.undp.org/aplaws_publications/2386693/UNDP%20Stocktaking%20Report%20CC%20mainstreaming%20tools.pdf.

O'Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F. y Steinberger, J.K. (2018). A good life for all within planetary boundaries. *Nature Sustainability* 1, 88-95. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2012). *Sustainable Materials Management: Making Better Use of Resources*. Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264174269-en.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2014). *Preventing Food Waste: Case Studies of Japan and the United Kingdom*. Trade and Agriculture Directorate, Committee for Agriculture, Working Party on Agricultural Policies and Markets. http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=TAD/CA/APM/ WP(2014)25/FINAL&docLanguage=En.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2017). *Working Party on Agricultural Policies and Markets: Evaluation of the EU Common Agricultural Policy (CAP) 2014-20*. Paris. https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/direct-support/pdf/2016-staff-working-document-greening_en.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2018). Producer and Consumer Support Estimates database. http://www.oecd.org/agriculture/pse. Consultado: 21 de octubre de 2018.

Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press. http://www.cambridge.org/core_title/gb/478715.

Ostrom, E. (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(39), 15181–15187. https://doi.org/10.1073/pnas.0702288104.

Ostrom, E., Janssen, M.A. y Anderies, J.M. (2007). Going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, 15176–15178. https://doi.org/10.1073/pnas.0701886104.

Potting, J., Hekkert, M.P., Worrell, E. y Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-circular-economy-measuring- innovation-in-product-chains-2544.pdf.

Raworth, K. (2012). *A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live Within the Doughnut?* Oxford: Oxfam. https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-130212-en.pdf.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2017). *Renewables 2017 Global Status Report*. Paris. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_ Opt.pdf.

Rizos, V., Tuokko, K. y Behrens, A. (2017). *The Circular Economy: A Review of Definitions, Processes and Impacts.* Brussels: Centre for European Policy Studies. https://www.ceps.eu/publications/circular-economy-review-definitions-processes-and-impacts#.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S. IIIrd, Lambin, E. *et al.* (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2), 32. https://www.jstor.org/stable/26268316.

Salzman, J., Bennett, G., Carroll, N., Goldstein, A. y Jenkins, M. (2018). The global status and trends of payments for ecosystem services. *Nature Sustainability* 1, 136–144. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0033-0.

Schwerdtle, P., Bowen, K. y McMichael, C. (2018). The health impacts of climate-related migration. *BMC Medicine* 16(1), 1. https://doi.org/10.1186/s12916-017-0981-7.

Schaffartzik A., Mayer, A., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Loy, C. y Krausmann, F. (2014). The global metabolic transition: regional patterns and trends of global material flows, 1950–2010. *Global Environmental Change* 26, 87–97. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.03.013.

Silva, A., Rosano, M., Stocker, L. y Gorissen, L. (2017). From waste to sustainable materials management: three case studies of the transition journey. *Waste Management* 61, 547-557. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.038.

Smol, M., Kulczycka, J. y Avdiushchenko, A. (2017). Circular economy indicators in relation to eco-innovation in European regions. *Clean Technologies and Environmental Policy* 19(3), 669-678. https://doi.org/10.1007/s10098-016-1323-8.

Spannring, R. y Grušovnik, T. (2018). Leaving the Meatrix? Transformative learning and denialism in the case of meat consumption. *Environmental Education Research*. https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1455076.

Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L., Lassaletta, L., *et al.* (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. Nature. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0.

Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Wiebe, K., Godfray, H., Rayner, M. y Scarborough, P. (2016). Mitigation potential and global health impacts from emissions pricing of food commodities. *Nature Climate Change* 7(1), 69-74. https://doi.org/10.1038/nclimate3155.

Stahel, W.R. y Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy.* New York, NY: Vantage Press. https://searchworks.stanford.edu/view/9965259.

Stahel, W.R. (2016). The circular economy. *Nature* 531(7595), 435. https://doi.org/10.1038/531435a. Sundaramoorthy, S. y Walia, A. (2017). India's experience in implementing strategic schemes to enhance appliance energy efficiency & futuristic integrated policy approaches to adopt most efficient technologies. New Delhi: CLASP. http://www.ieppec.org/wp-content/uploads/2017/10/walia_paper.pdf.

Tanentzap, A.J., Lamb, A., Walker, S. y Farmer, A. (2015). Resolving conflicts between agriculture and the natural environment. *PLoS Biology* 13(9). https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002242.

Taylor, E.W. (2017). Transformative learning theory. En *Transformative Learning Meets Bildung.* Laros, A., Fuhr, T. y Taylor, E.W. (eds.). Rotterdam: SensePublishers. chapter 2. 17-29. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-6300-797-9_2.

Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L. *et al.* (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(14), 8074. https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100.

Underdal, A. y Kim, R.E. (2017). The sustainable development goals and multilateral agreements. En *Governing Through Goals: Sustainable Development Goals as Governance Innovation.* Kanie,

N. and Biermann, F. (eds.). Cambridge, MA: The MIT Press. Chapter 10. http://mitpress.universitypressscholarship.com/view/10.7551/mitpress/9780262035620.001.0001/upso-9780262035620-chapter-010.

United Nations (2015). *Small Island Developing States in Numbers: Climate Change edition*. New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2189SIDS-IN-NUMBERS-CLIMATE-CHANGE-EDITION_2015.pdf.

United Nations (2016) *World Economic and Social Survey 2016, Climate Change Resilience: An Opportunity for Reducing Inequalities*. New York. https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/publication/WESS_2016_Report.pdf

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2010). *Climate Change Education for Sustainable Development.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001901/190101E.pdf.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2014). *Shaping the Future We Want: UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014). Final Report*. Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2018). *Issues and Trends in Education for Sustainable Development.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261445E.pdf.

United Nations Environment Programme (2016). *Global Material Flows and Resource Productivity: Assessment Report for the UNEP International Resource Panel.* Schandl, H., Fischer-Kowalski.M., West, J., Giljum, S., Dittrich, M., Eisenmenger, N. *et al.* (eds.). Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21557/global_material_flows_full_report_english.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Human Settlements Programme (2016). *New Urban Agenda adopted at Habitat III.* https://unhabitat.org/new-urban-agenda-adopted-at-habitat-iii/.

United Nations Industrial Development Organization (2017). *Vienna Energy Forum 2017*. Vienna. https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/VEF_REPORT_0.pdf.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.* https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2017). *Disaster-related Data for Sustainable Development. Sendai Framework Data Readiness Review 2017: Global Summary Report.* https://www.unisdr.org/files/53080_entrybgpaperglobalsummaryreportdisa.pdf.

United States Environmental Protection Agency (2015). *Fiscal Year 2017-2022: U.S. EPA Sustainable Materials Management Program Strategic Plan*. Washington, DC. https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-03/documents/smm_strategic_plan_october_2015.pdf.

van den Bergh, J., Folke, C., Polasky, S., Scheffer, M. y Steffen, W. (2015). What if solar energy becomes really cheap? A thought experiment on environmental problem shifting. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 170-179. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.007.

Velis, C. (2017). Waste pickers in Global South: informal recycling sector in a circular economy era. *Waste Management & Research* 35(4), 329–331. https://doi.org/10.1177/0734242X17702024.

Walker, B., Barrett, S., Polasky, S., Galaz, V., Folke, C., Engström, G. *et al.* (2009). Looming global-scale failures and missing institutions. *Science* 325(5946), 1345–1346. https://doi.org/10.1126/science.1175325.

Ward, J., Chiveralls, K., Fioramonti, L., Sutton, P. y Costanza, R. (2017). The decoupling delusion: rethinking growth and sustainability, 12 March. *The Conversation*. http://theconversation.com/the- decoupling-delusion-rethinking-growth-and-sustainability-71996. (Consultado: 19 de octubre de 2018).

Watts, N., Adger, W.N., Agnolucci, P., Blackstock, J., Byass, P., Cai, W. *et al.* (2015). Health and climate change: Policy responses to protect public health. *Lancet* 386(10006), 1861-1914. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854-6.

Weber, R., Lissner, L., y Fantke, P. (2016). The substitution of hazardous chemicals in the international context - Opportunity for promoting sustainable chemistry. *Abstract from 1st Green and Sustainable Chemistry Conference, Berlin, Germany*. http://orbit.dtu.dk/files/126997510/ Weber_2016a.pdf.

Wiedmann, T.O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J. y Kanemoto, K. (2015). The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(20), 6271-6276. https://doi.org/10.1073/pnas.1220362110

Wirsenius, S., Hedenus, F. y Mohlin, K. (2011). Greenhouse gas taxes on animal food products: rationale, tax scheme and climate mitigation effects. *Climatic Change* 108(1-2), 159-184. https://doi.org/10.1007/s10584-010-9971-x

Wise, R.M., Fazey, I., Smith, M.S., Park, S.E., Eakin, H.C., Van Garderen, E.A. y Campbell, B. (2014). Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. *Global Environmental Change* 28, 325-336. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.12.002

Wisner, B., Blaikie, P.M., Cannon, T. y Davis, I. (2004). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. 2nd edn. London: Routledge. https://trove.nla.gov.au/work/23504995?selectedversion=NBD24609117

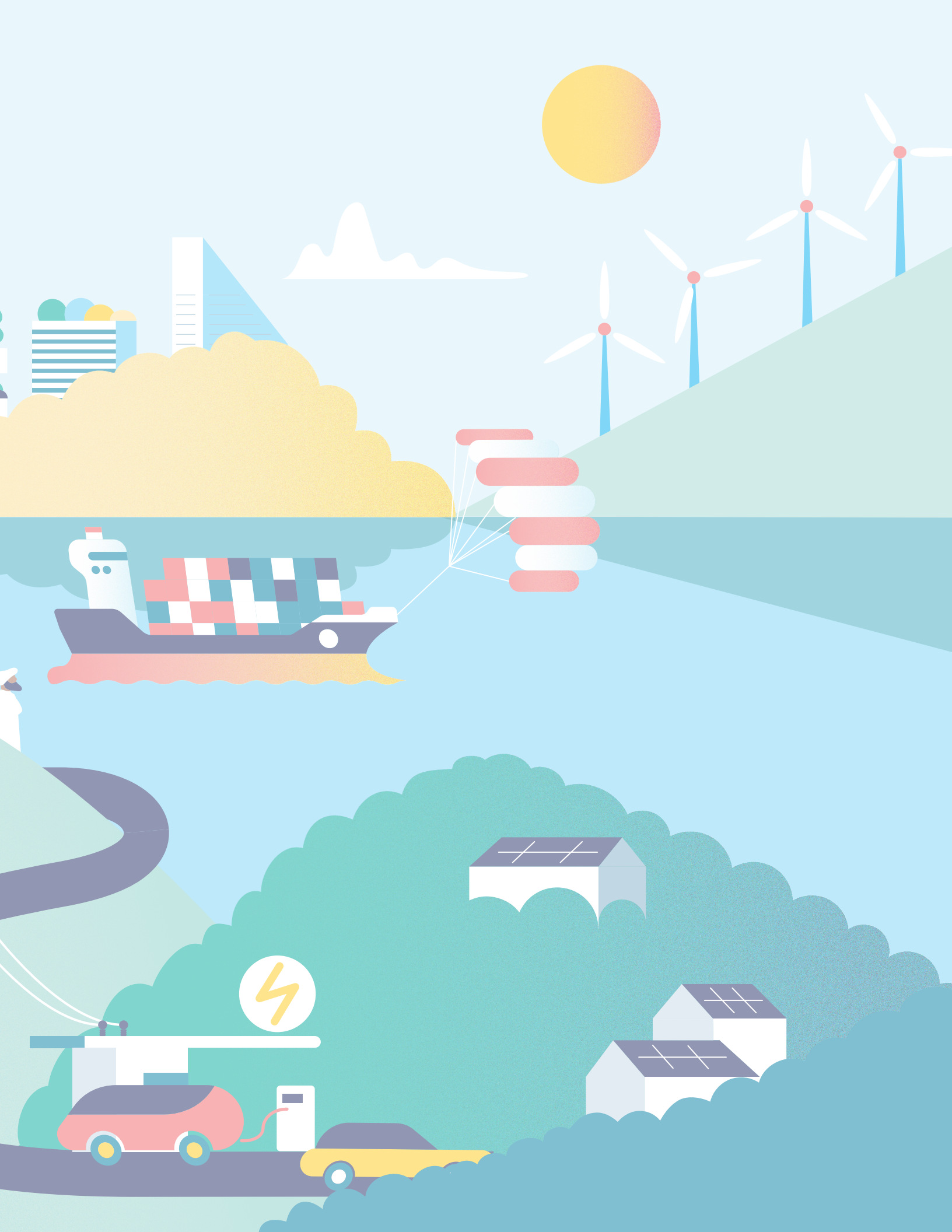
World Bank (2013). Which coastal cities are at highest risk of damaging floods? New study crunches the numbers. http://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/08/19/coastal-cities-at-highest-risk- floods

World Bank (2018) Climate & disaster risk screening tools. https://climatescreeningtools.worldbank.org/. (Consultado: 22 de octubre de 2018).

Yang, Y., Bae, J., Kim, J. y Suh, S. (2012). Replacing gasoline with corn ethanol results in significant environmental problem-shifting. *Environmental Science & Technology* 46(7), 3671–3678. https://www.doi.org/10.1021/es203641p.

Yang, H., Ma, M., Thompson, J.R. y Flower, R.J. (2018). Waste management, informal recycling, environmental pollution and public health. *Journal of Epidemiology & Community Health* 72(3), 237-243. http://dx.doi.org/10.1136/jech-2016-208597.

Young, O.R. (2017). *Governing Complex Systems: Social Capital for the Anthropocene*. Cambridge, MA: MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/governing-complex-systems.



Capítulo 18

Conclusiones sobre la Efectividad de las Políticas



© Shutterstock/PopTika

Autores coordinadores principales: Klaus Jacob (Freie Universität Berlin), Peter King (Institute for Global Environmental Strategies), Diana Mangalagiu (University of Oxford and Neoma Business School)

Autor colaborador: Beatriz Rodríguez-Labajos (Universitat Autònoma de Barcelona)

18.1 Resumen de los resultados

Este capítulo reúne las conclusiones correspondientes a la Parte B del sexto informe de Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6), a cuyo efecto se han tenido en cuenta los resultados de los capítulos anteriores correspondientes a la eficacia de las políticas (Capítulos 10-17). También resume, para los responsables de la formulación de políticas, cuáles son los mejores resultados conocidos y por qué, e incluye una discusión sintetizada sobre los límites de las pruebas que existen y que están disponibles relacionadas con la eficacia de las políticas. También se hace referencia a la Parte C (Perspectivas), sección en la que se examinan las políticas emergentes más prometedoras para el futuro.

En todos los temas ambientales incluidos en la sexta edición del informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) (Capítulos 12 a 17) se observa una considerable innovación en los enfoques e instrumentos relativos a las políticas. A nivel mundial se han desarrollado e introducido nuevas instituciones, políticas e instrumentos políticos. La innovación en materia de política medio ambiental no solo tiene lugar en los países industrializados occidentales, sino también en las economías emergentes y en desarrollo. Las políticas que se desarrollan van más allá de las soluciones técnicas, abordando cada vez más las prácticas sociales y económicas.

La innovación de la política medio ambiental también se produce con el fin de abordar asuntos de equidad y protección del medio ambiente al mismo tiempo. Ejemplos de ello son los derechos territoriales para la pesca en Chile o la asignación básica gratuita de agua en Sudáfrica, ambas medidas encaminadas a garantizar el acceso a los recursos naturales de las comunidades de bajos ingresos, así como a promover la gestión sostenible.

Las políticas medio ambientales buscan reducir las emisiones y el agotamiento de los recursos fomentando un cambio de comportamiento o limitando las opciones de los consumidores, las empresas y las comunidades. Para ello se utilizan diferentes modos de intervención como son la persuasión, los incentivos económicos y la regulación.

Para los problemas medio ambientales complejos no existe un único instrumento y, por el contrario, las combinaciones en materia de políticas resultan más eficaces, a menudo combinando diferentes modos de gobernanza que se refuerzan mutuamente (lo que se denomina "gobernanza híbrida"). La combinación de medidas en el ámbito de la demanda, mediante la imposición de cargas tributarias y el etiquetado del consumo perjudicial para el medio ambiente, acompañado de medidas a nivel de producción, para limitar las emisiones, es un ejemplo mediante el cual se puede reforzar mutuamente la innovación medio ambiental y crear mercados para ella.

Las políticas medio ambientales también están definiendo los procesos que permiten y animan a los agentes a reflexionar sobre su comportamiento en esta área, tales como las evaluaciones de impacto ambiental, procedimientos de planificación y sistemas de gestión medio ambiental.

Los Capítulos 12-17 también muestran que los actores medio ambientales dentro y fuera de los gobiernos se están estableciendo y fortaleciendo gracias a este tipo de políticas, lo cual ha mostrado un despliegue de efectos sobre el rendimiento medio ambiental. Las políticas e instituciones medio ambientales no determinan por sí solas el uso de los recursos y de las emisiones; también intervienen las políticas de sectores como la vivienda, las infraestructuras, la agricultura, la industria, la energía, etc. Otro mecanismo que fomenta la eficacia de la política medio ambiental -aunque sea difícil de conseguir- es la integración de este tipo de temas en otras políticas sectoriales.

Aunque la integración de las políticas promete resolver los conflictos entre los objetivos medio ambientales y otros (Nilsson *et al.* 2012; Runhaar, Driessen y Uittenbroek 2014; Mullally y Dunphy 2015), el análisis de los capítulos anteriores demuestra que rara vez se ha logrado en la práctica ya que faltan pruebas sistemáticas sobre cómo sectores como la agricultura, el transporte, la planificación urbana y la gestión del agua pueden incorporar normas medio ambientales para prevenir, reducir o mitigar aquellos efectos ambientales perjudiciales. Los cambios en las combinaciones de políticas suelen estar forzados por la presión de diferentes grupos y sectores que tienen intereses opuestos sobre un recurso, un bien medio ambiental o un servicio ecosistémico.

Muchos países (y algunas organizaciones internacionales) han comenzado a adoptar enfoques o instrumentos integrados para evaluar los posibles impactos de la legislación propuesta sobre las partes interesadas y su bienestar, los sectores económicos y el medio ambiente (Radaelli 2009; Jacob *et al.* 2011; Adelle y Weiland 2012; Adelle *et al.* 2016; European Environment Agency [EEA] 2017). Estas políticas integradas pueden ayudar a alcanzar el conjunto más amplio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de forma rentable, superando las barreras y las compensaciones existentes.

Las herramientas de integración de la política medio ambiental incluyen la evaluación del efecto de las reglamentaciones, la evaluación del impacto medio ambiental y sanitario y la evaluación ambiental estratégica. Estas herramientas de elaboración de políticas basadas en pruebas se están adoptando cada vez más para demostrar la necesidad de mejorar las políticas medio ambientales. Actualmente, se está adquiriendo una gran experiencia en el uso de estas herramientas, sobre todo en la Unión Europea.

Sin embargo, hasta la fecha hay pocos datos que permitan medir el nivel de integración de las políticas o los resultados reales de la aplicación de las distintas herramientas. Entre las pocas excepciones se encuentra la Partnership for European Environmental Research (Mickwitz *et al.* 2009), que evaluó la integración de la política climática en Europa, a múltiples niveles. Una lección clave del proyecto es que las ciudades y los municipios han empezado a integrar los objetivos climáticos en sus estrategias y planes, e incluso el que estas autoridades a veces tienen objetivos más ambiciosos que los gobiernos nacionales.

Un argumento importante a favor de la integración de la política medio ambiental son los beneficios colaterales que a nivel económico y social se esperan de la aplicación de las mencionadas políticas. Estos beneficios colaterales incluyen el crecimiento económico adicional estimulado por la innovación, los ahorros derivados de la conservación de los recursos naturales y los costos que se logren evitar producidos por los daños ambientales. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) estima que un 2% por ciento del producto interior bruto (PIB) mundial en inversiones verdes permitiría un crecimiento económico a largo plazo, al tiempo que se minimizarían los impactos adversos del cambio climático, la escasez de agua y la pérdida de servicios ecosistémicos (UNEP 2011).

El análisis del GEO-6 sobre las políticas medio ambientales y su integración, demuestra la diversidad de marcos institucionales y culturales en los que se desarrollan las políticas. El papel de la legislación, los valores, las capacidades administrativas, las condiciones socioeconómicas, etc., son importantes para la eficacia de las políticas. De ahí que sea importante el diseño de políticas que reflejen este conjunto de condiciones.

La eficacia de los miles de innovaciones políticas es imposible de evaluarse de forma exhaustiva; es necesario un enfoque caso por caso para realizar dichas evaluaciones. Asimismo, es imposible comparar la eficacia de los distintos instrumentos políticos debido

a los múltiples fallos del mercado, que incluyen, entre otros, la falta de indicaciones de precios, la falta de información y los efectos de red. No hay pruebas, por ejemplo, que respalden las afirmaciones de una superioridad general de los instrumentos basados en el mercado sobre los reglamentarios o persuasivos. Sin embargo, el análisis presentado en el GEO-6 muestra evidencia sobre la necesidad de combinar diferentes políticas dentro de combinaciones de políticas complementarias. A pesar de reconocerse que una combinación coherente de políticas suele ser más eficaz que las políticas aisladas, no se conoce bien la interacción de los instrumentos dentro de dichas combinaciones, salvo por la idea bastante generalizada de que algunos tipos de instrumentos políticos no necesariamente funcionan bien con otros.

Las políticas medio ambientales eficaces y ambiciosas suelen ser cuestionadas por los sectores afectados. Su diseño y su nivel de ambición, tiende a ser objeto de negociación en el proceso de formulación de la política, durante el cual los agentes medio ambientales suelen tener que encontrar un punto de acuerdo, generando como resultado la adopción de políticas medio ambientales de segundo orden. En muchas cuestiones y en muchos países, la política ambiental no utiliza combinaciones potencialmente poderosas de señalización de precios y regulación rigurosa. En su lugar, se introducen mecanismos de persuasión, autorregulación o subvención. Por último, en los Capítulos 12-17 también se constata que, con frecuencia, los derechos adquiridos y los intereses no terminan siendo abordados y que las políticas medio ambientales se centran, en cambio, en nuevos productos o lugares, mediante procedimientos de concesión de permisos para proyectos de desarrollo, por ejemplo.

Una vez las políticas medio ambientales se han establecido con éxito, es posible apreciar su escalamiento. Especialmente, se han observado nuevas oportunidades y capacidades para hacer avanzar las políticas y para elevar el nivel de ambición a lo largo del tiempo una vez que se ha demostrado la viabilidad técnica, social y económica y se han creado mercados que ofrecen alternativas respetuosas con el medio ambiente. En algunos casos, estas oportunidades se incorporaron al diseño de las políticas desde un primer momento. El compromiso de una mejora continua de las políticas a lo largo del tiempo podría aplicarse con mucha más frecuencia de lo que se hace actualmente, a la manera del llamado mecanismo de trinquete del Acuerdo de París sobre el cambio climático (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] 2015).

A la vista de los retos señalados, está surgiendo un consenso en torno a la idea de que el diseño de los instrumentos políticos es al menos tan importante como la elección del instrumento para la eficacia de las políticas individuales y las combinaciones de políticas (Yin y Powers 2010; Flanagan, Uyarra y Laranja 2011; Kemp y Pontoglio 2011). Es necesario comprender mejor la dinámica temporal del cambio de las políticas, cómo y por qué se mantienen (o no) determinadas de estas y cómo interactúan las opciones políticas en una combinación de políticas cada vez más compleja. A medida que estas lecciones se aprenden con el tiempo, se espera que el nivel de ambición aumente, especialmente, según lo demuestra el GEO-6, si las políticas ambientales prueban tener beneficios derivados de tipo económicos y sociales.

Además de la observación de que las políticas medio ambientales se están ampliando dentro de las fronteras nacionales, también se están difundiendo a través de las jurisdicciones. Otros países, regiones o comunidades están retomando y adaptando los ejemplos de los países pioneros. Algunos conjuntos de datos disponibles públicamente pretenden facilitar el trazado de esta difusión, en particular para las políticas sobre el cambio climático y las energías renovables. La base de datos Climate Change Laws of the World del London School of Economics (Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment 2017), por ejemplo, recopila información sobre las políticas climáticas a nivel nacional, desde la política de transporte hasta la adaptación y la mitigación. Del mismo modo, el Informe del REN21sobre Situación Global (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century [REN21] 2018) traza el uso de las políticas de energías renovables en una amplia muestra de jurisdicciones nacionales y subnacionales; InforMEA, por último, es el portal de las Naciones Unidas dedicado a la información sobre acuerdos ambientales multilaterales (UNEP, Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO] 2018).

A pesar del prolongado interés por la difusión espacial de las políticas medio ambientales y de los esfuerzos por proporcionar información política sistemática al respecto, los conocimientos sobre este aspecto concreto del desarrollo de políticas siguen siendo limitados, especialmente, fuera del ámbito político específico de las energías renovables. También faltan investigaciones sobre el papel de los contextos locales en la eficacia de las políticas adoptadas desde el exterior. Hay algunas pruebas de que las políticas menos ambiciosas, por ejemplo, las políticas distributivas en lugar de las redistributivas, son objeto de difusión política con más frecuencia que las políticas transjurisdiccionales. Esto es así a pesar de que la difusión de políticas puede considerarse un mecanismo positivo de aprendizaje entre distintas jurisdicciones, a menudo facilitado por los regímenes internacionales y la gobernanza multinivel.

El análisis del GEO-6 concluye que nunca se insistirá lo suficiente en la importancia de un buen diseño de las políticas para su eficacia. Mickwitz*et al.* (2009, p. 12) enumeran algunos elementos comunes de un buen diseño:

- establecer una visión a largo plazo y evitar las decisiones sobre políticas que se toman en momentos de crisis, mediante la creación de procesos de diseño inclusivos y participativos;
- establecer una línea de referencia, objetivos cuantificados e hitos;
- realizar análisis *ex ante* (antes de la aplicación) y *ex post* (después de la aplicación) de la relación costo-beneficio o de rentabilidad para garantizar el mejor uso de los fondos públicos;
- establecer regímenes de seguimiento durante la aplicación, preferiblemente, con la participación de las partes interesadas; y,
- evaluar los resultados e impactos de las políticas, a fin de cerrar el ciclo que permita mejorar su diseño a futuro.

A pesar de esta exhaustiva lista, las evaluaciones sobre la eficacia de las políticas tanto *ex ante* como *ex post* con respecto a una base de referencia suelen faltar, incluso en el caso de políticas bien diseñadas. El análisis concluye que las herramientas de evaluación de las políticas rara vez se utilizan, por lo tanto, falta una base empírica para medir la eficacia de estas, ya que en muchos casos es difícil atribuir los efectos a las políticas medio ambientales y saber si estos efectos habrían tenido lugar sin las políticas. Las evaluaciones de impacto y de las políticas no se aplican de forma sistemática, por lo tanto, aunque el análisis de los indicadores y la distancia que aún queda por recorrer para alcanzar los objetivos, sugieren que las políticas medio ambientales aún no son lo suficientemente eficaces para lograr el desarrollo sostenible, el análisis no puede revelar qué políticas e instrumentos políticos son más eficaces o eficientes que otros.

No existe una metodología universalmente aceptada que pueda mostrar relaciones causales entre los efectos y las políticas adoptadas, por lo cual, no es posible dar respuestas claras sobre la eficacia de las políticas. En el ámbito del medio ambiente, rara vez es factible o ético realizar experimentos de políticas que muestren el escenario contrafactual, es decir, qué habría pasado si no hubieran existido dichas políticas.

Además, la literatura muestra la importancia de varios factores limitantes y facilitadores, como la capacidad institucional y la voluntad política. Aun más la aplicación de las políticas rara vez se da aisladamente, con lo cual se subraya la importancia, como ya se ha dicho, de políticas coherentes y sinérgicas, o de la combinación de estas. También es importante reconocer los beneficios colaterales y los efectos secundarios no deseados. Por último, hay que reconocer los efectos indirectos, especialmente, cuando se trata de cuestiones transfronterizas.

En consecuencia, para la evaluación de la eficacia de las políticas (Capítulo 10) en el GEO-6 se adoptó un proceso de dos vías. Para la perspectiva descendente o de arriba hacia abajo, los equipos de autores identificaron los enfoques de la formulación de políticas que tradicionalmente se han empleado para resolver problemas ambientales clave en las áreas del aire, la biodiversidad, los océanos, la tierra, el agua dulce (aguas superficiales y subterráneas) y los temas transversales (Capítulos 12-17). Para ilustrar con mayor detalle la experiencia en la aplicación de estos enfoques en materia de políticas, se seleccionaron estudios de casos concretos y se utilizaron criterios de eficacia derivados de la bibliografía para ofrecer una evaluación cualitativa de la eficacia de las mismas.

La segunda vía, ascendente o de abajo a arriba, consistió en identificar los indicadores sensibles a las políticas, lo que significa que se debería poder construir, de nuevo a partir de la literatura, una historia plausible en torno a por qué cada indicador parece mejorar en respuesta a una política o combinación de estas. Por lo tanto, en los Capítulos 12-17, los subapartados sobre los indicadores abarcan:

- sus descripciones y su relación con los ODS u otros acuerdos medio ambientales multilaterales;
- cómo se recogen los datos de cada indicador;
- una línea argumental plausible sobre cómo una mejora observada en el indicador para varios países podría deberse, al menos en parte, a una o varias políticas;
- qué otros factores podrían explicar la mejora; y,
- qué indicadores alternativos podrían verificar el papel de las políticas.

La narración se intercala con infografías. En función de la disponibilidad de datos en la bibliografía, estos ayudan a mostrar correlaciones entre la adopción de determinadas políticas por parte de los países y las mejoras en los indicadores; análisis de tendencias que muestran la mejora del indicador; o el número de países que reportan sobre el indicador a lo largo del tiempo.

Del limitado número de estudios de casos que se han podido abordar en el GEO-6, se desprende que hay muy pocos casos en los que se hayan cubierto exhaustivamente todos los criterios de eficacia en las fases de diseño, aplicación o post-evaluación de las políticas. En muchos casos, no se estableció una línea de base cuantificable, lo que dificulta mostrar evidencia cuantitativa relacionada con el mejoramiento, según lo previsto, en términos medio ambientales de la política. En la mayoría de los casos, no se realizó un análisis *ex ante* de la relación costo-beneficio o de la relación costo-eficacia, por lo que no es seguro que se haya tomado la mejor decisión política. Aunque a menudo se identificaron beneficios derivados, en la mayoría de los casos a posteriori, no hubo pruebas de un intento deliberado y anticipado de garantizar la coherencia y las sinergias entre estas. Si bien la mayoría de las políticas que especificaban un marco temporal se habían llevado a cabo dentro de ese periodo, un número sorprendente de estudios de caso parecían tener un final abierto, sin un tiempo específico de cierre, evaluación o renovación. Muchos de los estudios de caso estaban vinculados a procesos y acuerdos globales, lo que sugiere que los acuerdos ambientales integrales, como el Acuerdo de París y los ODS, proporcionan un marco político general que guía los procesos nacionales de formulación de políticas.

Los hallazgos de la evaluación sobre la eficacia de las políticas del GEO-6, así como de su evaluación sobre los métodos de evaluación utilizados, tienen el potencial de ayudar a desarrollar una línea de base para futuras investigaciones y evaluaciones globales. La continuación de los esfuerzos de evaluación de las políticas también ayudaría a colmar estas brechas en los datos.

18.2 Conexiones con la política futura

El análisis anterior sobre la eficacia de las políticas se produce, inevitablemente, tras un desfase en el tiempo, ya que los responsables políticos no saben si una política ha sido eficaz hasta algunos años después de su aplicación inicial, especialmente, si se considera que parte de la indicación de la eficacia es la aplicación en varios países. Esto significa que la Parte B no ha podido mostrar nuevos enfoques políticos emergentes y prometedores, que se abordan en cambio en el Capítulo 24 (El camino a seguir). En futuras ediciones del GEO será necesario evaluar la eventual eficacia de estos enfoques políticos tras su aplicación. Mientras tanto, los responsables políticos tienen la oportunidad de examinar los criterios de eficacia seleccionados en el GEO-6 y utilizarlos a la hora de diseñar la nueva generación de políticas, así como de planificar su evaluación.

La mejora de las políticas y de los acuerdos de gobernanza constituirá una parte esencial de la elaboración de las vías hacia la sostenibilidad. Es probable que las políticas emergentes y prometedoras que se tratan en la Parte C (Perspectivas) se incluyan en este panorama, ya que es poco factible que el conjunto actual de enfoques en materia de políticas logre, con la urgencia necesaria, alcanzar los ODS, el Acuerdo de París y otros acuerdos medio ambientales multilaterales. Un ejemplo de la necesidad de una nueva política innovadora consiste en que el establecimiento de normas nacionales, como parte del enfoque político normal en contra de la contaminación, es demasiado lento y difícil de manejar para seguir el ritmo de los miles de nuevos productos químicos, materiales, organismos genéticamente modificados y nanotecnologías que se liberan a diario en el medio ambiente.

18.3 Brechas en el conocimiento

El análisis de la eficacia de las políticas llevado a cabo para el GEO-6 ha abierto una nueva vía para ONU Medio Ambiente. Los responsables de la formulación de las políticas quieren saber qué políticas funcionan y por qué, pero las evaluaciones no deben desviarse demasiado hacia la abogacía por estas. También hay que analizar los costos de la inacción y los retrasos desmesurados en la aplicación de las políticas, así como la eficacia de las mismas. La principal brecha, que sorprendió a muchos de los autores, fue la escasez de evaluaciones bien documentadas sobre los estudios de caso seleccionados que ilustran la importancia de la relación entre ciencia y política. Al parecer, en la mayoría de los países no se realizan evaluaciones posteriores a las políticas o, si se llevan a cabo, los resultados no son de dominio público.

Sugerimos que ONU Medio Ambiente trabaje con los países miembros para obtener las evaluaciones de las políticas que no son actualmente de dominio público, con el fin de crear una sección dedicada a su eficacia en el portal de datos en línea, Environment Live. Los investigadores y los grupos de reflexión política también deben ser animados a realizar estudios sobre

la eficacia de las políticas para proporcionar un análisis independiente, frente a los cuales parece haber escasez.

La necesidad de una metodología universalmente aceptable para evaluar la eficacia de las políticas constituye otra brecha crítica. El reto para los investigadores y los grupos de reflexión sobre políticas es llevar a cabo estos análisis con regularidad y que los responsables de la formulación de políticas apliquen esta información a la hora de promover su elaboración.

Otra brecha de conocimiento se refiere a la sensibilidad política de los indicadores. Entre los cientos de indicadores seleccionados para los ODS ¿cuáles son sensibles a las políticas? De los indicadores sensibles a las políticas' after ODS, ¿a cuáles políticas son sensibles? ¿Cuáles de ellas deberían considerar los gobiernos para lograr un progreso acelerado en los indicadores? De las metas de los ODS responsabilidad de ONU Medio Ambiente, ¿cuáles son sensibles a las políticas, y cuál debería ser el papel de dicha organización no solo en el seguimiento de estas, sino también en el análisis de su eficacia?

Por último, también existe una brecha en relación con el análisis de las políticas sociales y económicas, como las políticas sectoriales, que tienen efectos importantes sobre las condiciones medio ambientales. De ahí que no sea suficiente analizar únicamente las políticas medio ambientales. Herramientas como las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) y las evaluaciones ambientales estratégicas (EAE) pueden utilizarse para examinar las consecuencias ambientales de distintos proyectos, políticas, planes y programas. Sin embargo, lo más importante es que los organismos sectoriales se pongan en contacto con expertos en medio ambiente para que les ayuden a prevenir las consecuencias medio ambientales adversas de las actividades planificadas.

18.4 Lecciones clave del análisis

Considerar la eficacia de las políticas en la fase de diseño. La mayoría de los puntos débiles identificados en los enfoques de la política medio ambiental se derivan de un análisis inadecuado en la fase de diseño. El análisis empírico del GEO-6 demuestra que, con demasiada frecuencia, las decisiones en materia de política medio ambiental son reacciones instintivas a las crisis en dicho aspecto, en lugar de formar parte de un proceso deliberativo y a largo plazo de selección y diseño de políticas para evitar daños de esta naturaleza.

Establecer una línea de base cuantitativa y verificable. Una línea de base cuantitativa con base científica y verificable, con objetivos firmes, es un componente esencial de las políticas eficaces. En el caso de las políticas que tardarán mucho tiempo en llegar a buen fin, los hitos cuantitativos también ayudarán a garantizar que la aplicación de la política vaya por buen camino.

Llevar a cabo un análisis de costo-beneficio o costo-eficacia en la fase de diseño de la política. Para la mayoría de los problemas medio ambientales existen múltiples políticas alternativas que podrían lograr los resultados deseados. La contaminación del agua, por ejemplo, podría controlarse mediante reglamentos para cambiar los procesos de producción, mediante el establecimiento de normas ambientales o de vertido, mediante la imposición de tasas de vertido, o mediante la dilución de los embalses aguas arriba, o alguna combinación de ellas. En la fase de diseño de la política es necesario examinar cuál es el uso más eficaz de la financiación pública y privada. Esto debe comprobarse posteriormente para garantizar que se ha tomado la decisión política correcta.

Garantizar la coherencia y la sinergia de las políticas. La unión hace la fuerza. Por lo general, una política única e independiente no será tan eficaz como una combinación de políticas que trabajen juntas hacia el mismo objetivo político. Sin embargo, es igualmente importante examinar las políticas que podrían tener un impacto negativo o entrar en conflicto con el objetivo político. Por ejemplo, las políticas de fomento de las energías renovables pueden verse socavadas por la continuación de las subvenciones a las centrales térmicas.

Realizar estudios independientes post-evaluación. La bibliografía examinada para este informe reveló que había pocos estudios independientes post-evaluación de las políticas. La evaluación por parte de los gobiernos es necesaria e importante, pero se puede lograr una mayor confianza con estudios imparciales e independientes. Por lo tanto, un papel crucial para los organismos de financiación es proporcionar los recursos necesarios para que se genere un mayor número de ellos, sobre todo en los países en desarrollo, donde hay una escasez de buenas evaluaciones de las políticas.

Involucrar a los actores clave en todos los aspectos del ciclo político. Los estudios de caso revelan una compleja red de partes interesadas que deben participar en cada parte del ciclo político. Esto implica la necesidad de transparencia en el proceso de elaboración de las mismas. Los procesos de formulación de políticas que son inclusivos suelen ser más eficaces que los que excluyen a algunos de los actores. Este tipo de procesos puede suponer un costo y una limitación de tiempo adicional, pero esto tiende a compensarse durante la aplicación, mientras que las protestas o los desafíos legales podrían retrasar los planes de aplicación.

Identificar los indicadores que son sensibles a las políticas y que pueden demostrar los vínculos causales. Establecer un vínculo claro entre los indicadores de los ODS y otros acuerdos ambientales multilaterales y las políticas eficaces conocidas. Los estudios de caso mostraron la importancia de los acuerdos multilaterales en las áreas específicas del aire, la biodiversidad, los océanos, la tierra, el agua dulce (superficial y subterránea) y en varias áreas transversales. Aunque estos acuerdos a menudo no son ejecutables a nivel mundial, tienen un efecto de persuasión moral y proporcionan una presión de grupo para incorporar el enfoque acordado en las políticas, planes y programas nacionales y subnacionales. Sin embargo, hasta ahora solo se han establecido vínculos débiles entre los indicadores y una política eficaz, por lo cual es necesario trabajar más para establecer estas conexiones.

Realizar investigaciones adicionales sobre la eficacia de las políticas. Los investigadores suelen terminar sus evaluaciones con un llamamiento a la investigación, el cual en este caso está justificado. Hay muy pocos estudios de caso bien documentados sobre la eficacia de las políticas que sigan las decisiones políticas a lo largo del ciclo de las mismas, desde su diseño hasta su evaluación posterior. El trabajo futuro de ONU Medio Ambiente debe reforzar el vínculo entre la formulación de las políticas y los resultados medio ambientales, sobre todo teniendo en cuenta que los indicadores de los ODS son objeto de seguimiento a nivel nacional y de informes a nivel mundial. Se necesitan más estudios sobre las ecologías políticas y las dinámicas de las partes interesadas que sustentan, impulsan o limitan la formación y el movimiento de las políticas diseñadas para las cuestiones medio ambientales y el desarrollo sostenible.

Referencias

Adelle, C. y Weiland, S. (2012). Policy assessment: The state of the art. *Impact assessment and project appraisal* 30(1), 25-33. https://doi.org/10.1080/14615517.2012.663256

Adelle, C., Weiland, S., Dick, J., González Olivo, D., Marquardt, J., Rots, G. *et al.* (2016). Regulatory impact assessment: A survey of selected developing and emerging economies. *Public money & management* 36(2), 89-96. https://doi.org/10.1080/09540962.2016.1118930

European Environment Agency (2017). *Perspectives on Transitions to Sustainability.* Copenhagen. https://www.eea.europa.eu/publications/perspectives-on-transitions-to-sustainability/at_download/file.

Flanagan, K., Uyarra, E. y Laranja, M. (2011). Reconceptualising the 'policy mix' for innovation. *Research policy* 40(5), 702-713. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.02.005.

Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment (2018). *Climate change laws of the world.* [London School of Economics http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/climate-change-laws-of-the-world.

Jacob, K., Weiland, S., Ferretti, J., Wascher, D. y Chodorowska, D. (2011). *Integrating the Environment in Regulatory Impact Assessments.* Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/Integrating%20RIA%20in%20Decision%20Making.pdf.

Kemp, R. y Pontoglio, S. (2011). The innovation effects of environmental policy instruments—A typical case of the blind men and the elephant? *Ecological Economics* 72, 28-36. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.09.014.

Mickwitz, P., Aix, F., Beck, S., Carss, D., Ferrand, N., Görg, C. *et al.* (2009). *Climate Policy Integration, Coherence and Governance.* PEER Report. Helsinki: Partnership for European Environmental Research. http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/3987.

Mullally, G. y Dunphy, N. (2015). *State of Play: Review of Environmental Policy Integration Literature.* Research Series Paper. Dublin: National Economic and Social Council. https://cora.ucc.ie/handle/10468/3029.

Nilsson, M., Zamparutti, T., Petersen, J.E., Nykvist, B., Rudberg, P. y McGuinn, J. (2012). Understanding policy coherence: Analytical framework and examples of sector–environment policy interactions in the EU. *Environmental Policy and Governance* 22(6), 395-423. https://doi.org/10.1002/eet.1589

Radaelli, C.M. (2009). Measuring policy learning: Regulatory impact assessment in Europe. *Journal of European Public Policy* 16(8), 1145-1164. https://doi.org/10.1080/13501760903332647.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2018). *Renewables 2018 Global Status Report. A Comprehensive Annual Overview of the State of Renewable Energy.* Paris. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf.

Runhaar, H., Driessen, P. y Uittenbroek, C. (2014). Towards a systematic framework for the analysis of environmental policy integration. *Environmental Policy and Governance* 24(4), 233-246. https://doi.org/10.1002/eet.1647.

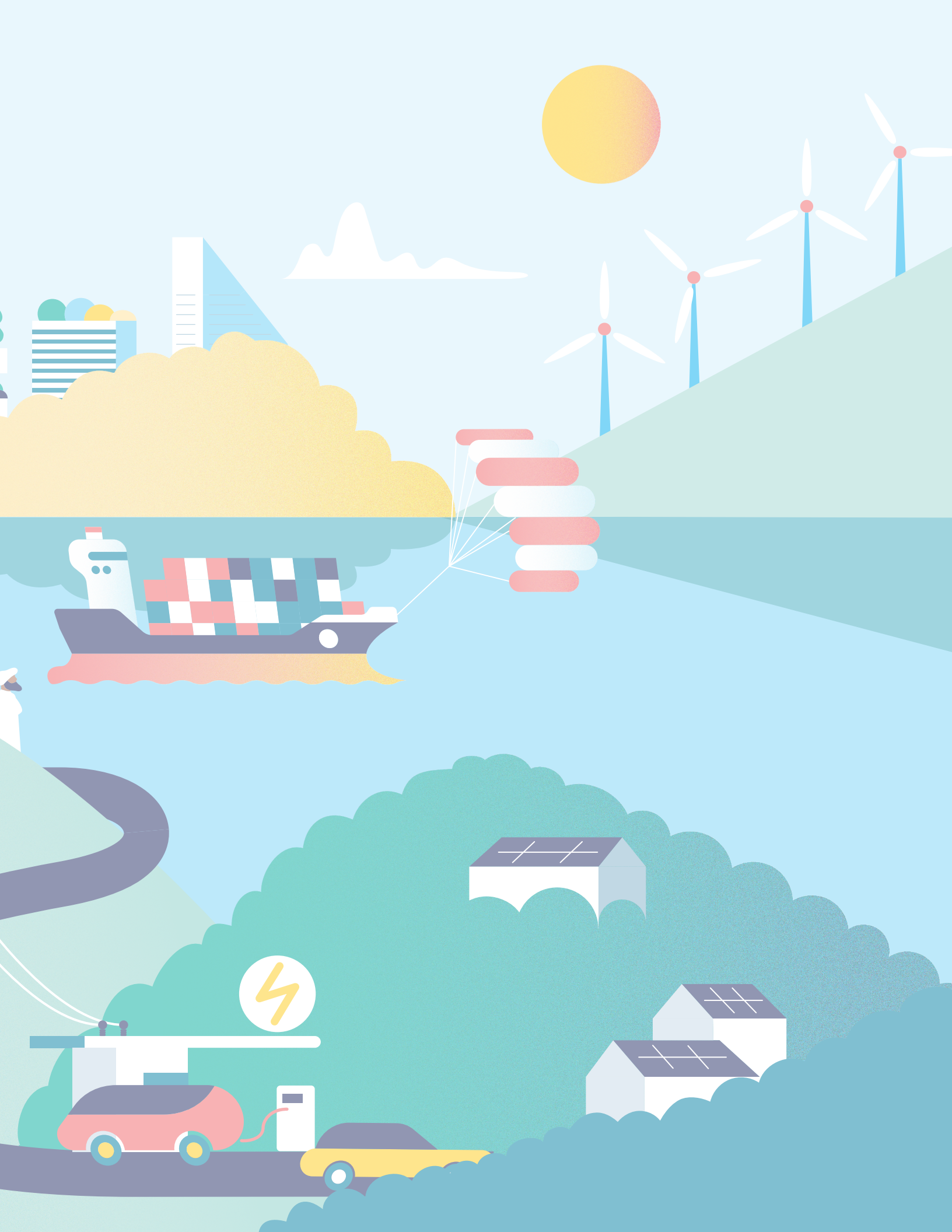
United Nations Environment Programme (2011). Supporting the transition to a global green economy. En *Towards A Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.*

Nairobi. chapter Part III. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22025/green_economyreport_final_dec2011.pdf?sequence=1&isAllowed=

United Nations Environment Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2018). *Access information on multilateral environmental agreements*. https://www.informea.org/ (Consultado: 17 de octubre de 2018.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). *Paris Agreement.* Paris. https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_.pdf.

Yin, H. y Powers, N. (2010). Do state renewable portfolio standards promote in-state renewable generation? *Energy Policy* 38(2), 1140-1149. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.067.







PARTE C

Perspectivas y vías para conseguir un planeta sano con personas sanas

19. Perspectivas en el GEO-6

20. Visión a largo plazo para el 2050

21. Desarrollos a futuro sin políticas específicas

22. Vías hacia el Desarrollo Sostenible

23. Iniciativas ascendentes y enfoques participativos para las perspectivas

24. El camino a seguir

Capítulo 19

Perspectivas en el GEO-6



© Shutterstock/Rawpixel.com

Autor coordinador principal: Ghassem R. Asrar (Pacific Northwest National Laboratory, United States of America)

Autores principales: Paul Lucas (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Detlef van Vuuren (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Laura Pereira (Stellenbosch University Centre for Complex Systems in Transition), Joost Vervoort (Utrecht University)

Autor colaborador: Rohan Bhargava (Utrecht University)

Asistente GEO: Semie Sama (Centre for International Governance Innovation)

Resumen ejecutivo

Para que las evaluaciones medio ambientales sean útiles para los responsables de la toma de decisiones, deben tener en cuenta las interacciones, interdependencias y vías de co-evolución de los sistemas Tierra-Hombre en las opciones políticas y las soluciones científicas y tecnológicas propuestas, incluyendo los efectos directos y los beneficios complementarios y/o compensaciones. (*establecido, pero incompleto*). Las evaluaciones ambientales globales suelen basarse en escenarios cuantitativos fundamentados en modelos, en los cuales, a pesar de captar muchos vínculos importantes, la dimensión social no está muy bien reflejada. Más aún, es difícil que las evaluaciones globales capten detalles importantes que son pertinentes para la toma de decisiones a nivel local. De ahí la necesidad de contar con un enfoque sistémico e integrado en las evaluaciones medio ambientales, científicamente, fundadas y en las perspectivas a futuro, con el fin de apoyar las decisiones políticas y de inversión, y reconocer los factores altamente complejos, interdependientes y en continuo cambio en la evaluación de los cambios del sistema Tierra -Hombre {19.1}.

Las evaluaciones globales tienen que cambiar el enfoque que está orientado hacia lo que está ocurriendo y lo que podría hacerse, a uno enfocado en cómo pueden cambiarse las tendencias y trayectorias del desarrollo (*bien establecido*). El uso de métodos de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba en la Parte C del GEO- 6 (Perspectivas y Vías hacia un planeta sano para personas sanas) tiene como objetivo proporcionar información con fundamento científico para este fin. La combinación de escenarios cuantitativos y enfoques participativos también ofrece un gran potencial para responder a la información específica de cada sector y región que requieren los responsables de la toma de decisiones. Por lo tanto, el análisis/evaluación de las perspectivas del GEO-6 utiliza (1) el análisis de escenarios basado en modelos (generalmente denominado enfoque descendente o de arriba hacia abajo); (2) la información y los conocimientos procedentes de las iniciativas, oportunidades y tendencias pasadas y presentes (es decir, las semillas del cambio); y (3) la información resultante de la toma de decisiones integradoras y de las actividades participativas que suelen llevarse a cabo a nivel local y regional (generalmente denominadas enfoques ascendentes o de abajo hacia arriba). Esto garantizará una mayor participación de las partes interesadas en el desarrollo y la difusión de conocimientos, así como la aplicación de las políticas y prácticas resultantes de forma oportuna para lograr un mayor éxito {19.2, 19.3}.

19.1 Introducción

Las partes A y B del sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) indican que las actuales tendencias de desarrollo mundial y sus trayectorias futuras no son sostenibles. Al mismo tiempo, las naciones de todo el mundo han acordado un conjunto de objetivos ambiciosos como parte de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, que incluye los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), una amplia gama de acuerdos ambientales multilaterales y otros de tipo marco. En conjunto, estos pretenden detener la degradación del medio ambiente y facilitar mejores vías de desarrollo que puedan beneficiar tanto a los seres humanos como a los ecosistemas que sustentan el bienestar humano.

Las preguntas clave ahora son si las tendencias futuras conducirán a la consecución de estos ambiciosos objetivos y, por lo tanto, a un futuro más sostenible y, si no es así, qué se necesitaría, tanto en la política como en la práctica, para inclinar la tendencia hacia vías de desarrollo positivas y sostenibles. La Parte C del GEO-6 pretende ofrecer una visión integrada y holística de la información científica para abordar estas cuestiones. Este también presenta nuevos enfoques para desarrollar información de base científica para los responsables de la toma de decisiones, combinando proyecciones cuantitativas basadas en escenarios (definidas aquí como enfoques ascendentes o de arriba hacia abajo) con enfoques descendentes o de base y métodos participativos (ascendentes o de abajo hacia arriba).

19.2 Elementos importantes de las perspectivas medio ambientales orientadas al futuro

Los cambios en los sistemas Tierra-Hombre y sus efectos en cascada, trascienden una amplia gama de escalas espaciales (local, nacional, regional, global), así como también temporales (estaciones, años, décadas o mucho más tiempo), y varían significativamente en diferentes sectores (agricultura y alimentación, recursos hídricos, sistemas energéticos, pesca, etc.). Estas complejidades deben tenerse en cuenta, mediante la participación activa de las partes interesadas y los responsables de la toma de decisiones, en el diseño, desarrollo y aplicación de las evaluaciones y perspectivas medio ambientales. Esto se debe a las interrelaciones entre, por ejemplo:

i. las opciones para abordar los problemas heredados y las presiones actuales (por ejemplo, la seguridad alimentaria-agua-energía),
ii. el desarrollo de enfoques de gestión que respondan a un entorno cambiante (por ejemplo, los ODS y otros objetivos) y,
iii. la medida en que se anticipan y se preparan los problemas emergentes y las presiones futuras.

Las evaluaciones y perspectivas medio ambientales también deben tener en cuenta el impacto potencial de los planes, las políticas y las prácticas propuestas, así como la necesidad de mejorar la comunicación entre los responsables de la formulación de las políticas y el público. Para ello es necesario tener en cuenta las necesidades de los responsables de la toma de decisiones en una fase mucho más temprana del proceso de evaluación. La ampliación del papel de las organizaciones públicas, privadas y no gubernamentales en el proceso de evaluación permite una conexión intrínseca entre la sostenibilidad ambiental y la equidad, y posibilita la promoción de los objetivos de sostenibilidad a través de este compromiso (Simson 2012; Ho *et al.* 2013). El proceso de evaluación ambiental suele tener dificultades para tener en cuenta los impactos socioeconómicos de las actividades de desarrollo y las cuestiones asociadas, por ejemplo, a la biodiversidad, la salud humana y las normas culturales, las cuales no solían tenerse en cuenta en el pasado (Mahboubi, Parkes y Chan 2015; Reid y Mooney 2016; Kok *et al.* 2017). La eficacia de las evaluaciones ambientales debe analizarse en relación con la capacidad de elevar el nivel de los valores ambientales que las partes interesadas consideran importantes, como la administración, los servicios y los factores socioeconómicos (Arts *et al.* 2012). Además, la investigación de la eficacia debe explorar si el proceso y los productos de la evaluación han dado lugar a una mejor toma de decisiones y al logro de los resultados deseados (Fischer y He 2009).

Los acuerdos y marcos recientes -incluidos la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático reconocen la necesidad de un cambio en las tendencias y la dirección actual, así como la necesidad de promover un enfoque sistémico e integrado para evaluar los factores altamente complejos, interdependientes y en continuo cambio que sustentan estas tendencias, incluidos los estados y la dinámica de los sistemas Tierra-Hombre. Para alcanzar los objetivos relacionados con la biodiversidad, por ejemplo, hay que tener en cuenta también los objetivos relacionados con la producción de alimentos, la disponibilidad hídrica, el cambio climático y la contaminación atmosférica. Los responsables de la toma de decisiones pueden beneficiarse de las evaluaciones cuyo fundamento es científico y que se enfocan en las perspectivas e incluyen los efectos directos, los beneficios derivados y las consecuencias de las respuestas disponibles, para evitar vías de desarrollo insostenibles y propensas al riesgo (Kowarsch *et al.* 2017). Así pues, la emergente arquitectura mundial para el desarrollo sostenible y su gobernanza requiere que las perspectivas medio ambientales tengan en cuenta las complejidades y las interrelaciones de los sistemas Tierra-Hombre para desarrollar una gama diversa de políticas y soluciones pragmáticas.

Los ODS ofrecen un marco para un enfoque holístico de este tipo con el fin de identificar formas y medios innovadores para avanzar en el bienestar y la salud de los seres humanos junto con la administración del medio ambiente (Dye 2018). Este marco requiere que la investigación y las evaluaciones científicas, tanto interdisciplinarias como multidisciplinarias, sean la norma; que la urgencia de las necesidades y las acciones a corto plazo se equilibre estratégicamente con los riesgos a largo plazo en la planificación y la asignación de recursos; y que se promuevan enfoques más colaborativos y participativos, para que los gobiernos, las empresas y los ciudadanos reconsideren sus funciones, responsabilidades y contribuciones a la aplicación de los acuerdos ambientales multilaterales (Simson 2012; Ho *et al.* 2013). Por ejemplo, la participación de las partes interesadas podría ser una parte integral del desarrollo empresarial para llevar los tres aspectos de la sostenibilidad -medio ambiente, sociedad y economía- al centro de la creación de valor social.

En concreto, las evaluaciones y perspectivas medio ambientales deberían identificar las intervenciones transformadoras necesarias para lograr vías de desarrollo sostenible hacia los objetivos y/o metas establecidos (por ejemplo, los ODS), a fin de garantizar un planeta sano para personas sanas. Dichas transformaciones deben tener en cuenta el papel de los seres humanos en forma de desarrollo socioeconómico, el papel de las perturbaciones de los sistemas naturales y de los sistemas construidos, como las infraestructuras y también las interacciones y la interacción entre estos papeles.

19.3 Un nuevo marco para combinar los métodos de análisis descendentes y ascendentes

A lo largo de las últimas décadas se han desarrollado diversos métodos para llevar a cabo evaluaciones y perspectivas medio ambientales de soporte para la toma de decisiones. El análisis de escenarios basado en modelos, por ejemplo, se ha utilizado como método para definir condiciones futuras plausibles, en relación con el estado actual y las tendencias de la socioeconomía, las tecnologías, las condiciones ambientales y las políticas (van Vuuren *et al.* 2012). En este enfoque, un escenario previsto es una descripción plausible y a menudo simplificada de cómo puede tomar forma el futuro, basándose en un conjunto coherente e internamente consistente de suposiciones sobre las fuerzas motrices clave y sus relaciones (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Como tales, los escenarios son herramientas poderosas que pueden ayudar a conceptualizar cómo podrían desarrollarse futuros alternativos. Estos proporcionan una visión de hacia dónde podrían llevarnos las vías alternativas de desarrollo sostenible teniendo en cuenta las numerosas interrelaciones entre los distintos subsistemas (por ejemplo, energía, agricultura, ciudades, etc.) y las preocupaciones de la sociedad (salud, economía, clima, aire, agua dulce, biodiversidad, etc.), abordando así específicamente las sinergias y compensaciones entre los distintos desarrollos y aspiraciones. Dada la incertidumbre inherente al futuro, los escenarios y los análisis asociados también son útiles tanto para evaluar las implicaciones futuras de los diferentes problemas como para inspirar las narrativas en torno a las cuales se toman las decisiones, teniendo en cuenta el nivel de confianza sobre su certeza y su probabilidad de éxito. Este enfoque también se conoce como enfoque descendente o de arriba hacia abajo y suele comenzar con la consideración de una política determinada, para luego trazar las cadenas causales que se esperan de su aplicación (véanse los Capítulos 21 y 22). También ofrece la oportunidad de evaluar la eficacia potencial de las políticas consideradas mediante la evaluación de la representación cuantitativa de los distintos sistemas implicados, las interrelaciones entre ellos en la medida de lo posible, y la creatividad utilizada para representar estos sistemas complejos, a menudo basada en el estado actual de los conocimientos sobre ellos.

Por el contrario, los enfoques participativos, cada vez más destacados, también conocidos como ascendentes o enfoques de abajo hacia arriba, parten de los resultados observados y rastrean la causalidad de las intervenciones políticas (véase el Capítulo 23). La mayoría de estos enfoques se basan en la participación activa de las partes interesadas y de los ciudadanos a través de talleres, crowdsourcing y concursos para identificar ideas, prácticas y soluciones innovadoras. Las necesidades identificadas a las que se da respuesta suelen ser específicas de cada sector y región, lo que ha dado lugar a una evolución en la diversidad de los enfoques participativos en las últimas décadas. Las mayores ventajas de los enfoques de abajo hacia arriba son tres:

i. se centran en retos específicos de desarrollo local y regional,
ii. involucran a las partes interesadas y a los usuarios en la planificación del análisis previsto y en el conocimiento resultante para su diseño, desarrollo e implementación, y
iii. permiten desarrollar análisis e información específica para un sector o una región.

Los enfoques ascendentes tienen algunas limitaciones, como su escasa capacidad para extenderse a escalas mayores y su limitada sostenibilidad en el tiempo. No obstante, ofrecen un potencial importante si se tiene en cuenta el rápido aumento de las necesidades de información para los responsables de la toma de decisiones a nivel local y subnacional, así como el deseo de que las partes interesadas participen activamente en el proceso de desarrollo de conocimientos (Jabbour y Flachsland 2017; Kowarsch *et al.* 2017).

Por lo tanto, el GEO-6 utiliza enfoques y métodos tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba en relación con los escenarios de búsqueda de objetivos. Esto se basa en las evaluaciones de los GEO anteriores y, en el análisis de las vías anteriores a los ODM, así como en escenarios cuantitativos (van Vuuren *et al.* 2015; véanse también los Capítulos 21 y 22) y en el análisis participativo y de base que se ha llevado a cabo a través de talleres de partes interesadas y enfoques de crowdsourcing (véase el Capítulo 23). Esta oportunidad de combinar los atributos deseables de los diferentes enfoques ofrece un gran potencial para que las evaluaciones y las perspectivas capten las crecientes complejidades de los sistemas Tierra-Hombre y sus interrelaciones, y para que respondan a las necesidades de los responsables de la toma de decisiones en cuanto a información específica para cada sector y región. Algunas de las nuevas características del análisis de las perspectivas que ofrece el GEO-6 son:

- Una combinación de enfoques descendentes (por ejemplo, vías y trayectorias) y ascendentes (o participativos) (por ejemplo, puntos de inflección, semillas efectivas y crowdsourcing) para garantizar la eficacia y efectividad del análisis resultante.
- Un enfoque en la pregunta sobre el "cómo" en el análisis de escenarios integrados, discutiendo explícitamente los escenarios de búsqueda de objetivos y vinculándolos a la evolución de la experiencia sobre la vía en la literatura, prestando especial atención a las sinergias y compensaciones en la consecución simultánea de objetivos de bienestar y medio ambientales.
- La participación de las partes interesadas en el desarrollo, la aplicación y la difusión de los conocimientos, a través de talleres regionales y sectoriales de las partes interesadas y plataformas de crowdsourcing, para que contribuyan a analizar, probar y perfeccionar los resultados.
- La comunicación con los responsables de la toma de decisiones (por ejemplo, los expertos en políticas) a lo largo de todo el proceso de desarrollo de conocimientos, no sólo en el producto final y el uso de medios innovadores para comunicar los resultados de la evaluación, con el fin de aumentar su aceptación en la toma de decisiones en materia de políticas y prácticas.

Las vías globales descendentes consideradas en el GEO-6 se basan en una revisión de los trabajos existentes, y pueden agruparse en tres vías potenciales capaces de impulsar el cambio (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency 2012; van Vuuren et al. 2012), a saber:

i. las innovaciones tecnológicas, que pueden servir como razón dominante para el cambio,
ii. los cambios en las elecciones y el comportamiento de los consumidores, y
iii. la innovación descentralizada a favor de actividades más localizadas y comunitarias.

Los enfoques de abajo hacia arriba evaluados en el GEO-6 captan la riqueza de las prácticas, las ideas y las visiones de los futuros globales deseables utilizando una variedad de métodos -los ejemplos incluyen la plataforma Climate CoLab del MIT Center for Collective Intelligence (Malone *et al.* 2017), las iniciativas denominadas "seeds of a good Anthropocene" (Bennett *et al.* 2016), y los proyectos de vías patrocinados por el Séptimo Programa Marco de la Comisión Europea (Kok *et al.* 2015; véase el Capítulo 23). El enfoque combinado ofrece el potencial de desarrollar el análisis basado en la ciencia que resulta necesario para la implementación exitosa de los ODS, junto con el de otros acuerdos ambientales multilaterales (European Commission 2016; Patterson *et al.* 2017).

19.4 El papel de la escala

La escala desempeña un papel fundamental en las evaluaciones medio ambientales (Gibson, Ostrom y Ahn 2000; Cash *et al.* 2006; Vervoort *et al.* 2012) porque la mayoría de los problemas medio ambientales trascienden una amplia gama de niveles, es decir, a nivel local, nacional, regional y mundial. La idea es que los amplios cambios sociales, que se describen como a nivel del paisaje, pueden crear oportunidades para que las prácticas y tecnologías no convencionales y radicales en el nivel del nicho sustituyan a las antiguas prácticas sociales y tecnológicas convencionales en el nivel del régimen, el *statu quo* en un dominio específico de la actividad social y tecnológica (Geels y Schot 2007). Muchas otras teorías de la transformación aplicadas a los sistemas socioecológicos comparten esta idea general de que una cierta interacción entre el cambio de abajo hacia arriba creado por las prácticas de nicho y los cambios de arriba hacia abajo creados por los amplios cambios sociales, de las políticas y las actividades económicas, conducen a la transformación (Feola 2015; Patterson *et al.* 2017).

Esto puede ilustrarse en el caso del cambio climático y sus impactos. En primer lugar, el proceso biofísico se desarrolla a diferentes niveles: global (concentración de CO_2), continental (patrones meteorológicos) y local (interacciones tierra-clima). En segundo lugar, los niveles también desempeñan un papel clave en cuanto a las soluciones. Por ejemplo, la política climática internacional se negocia a nivel mundial, pero debe aplicarse a nivel nacional y local. Así, las conexiones entre niveles deben ser una consideración importante en las evaluaciones y perspectivas medio ambientales, y en las políticas y acciones recomendadas (Zurek y Henrichs 2007). Los desajustes entre los niveles de los sistemas construidos por el hombre y los naturales pueden provocar impactos ambientales negativos, por ejemplo, cuando una cuenca fluvial cae bajo jurisdicciones nacionales que compiten entre sí (Cumming, Cumming y Redman 2006).

La integración entre escalas desempeña un papel importante en la identificación de políticas y acciones sinérgicas y eficaces (Palazzo *et al.* 2017). Por ejemplo, la identificación de recomendaciones políticas concretas debería considerar qué condiciones políticas hay que crear (por parte de los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y otros) para permitir que los procesos innovadores de abajo hacia arriba florezcan extendiéndose a niveles superiores y profundizando en futuras evaluaciones (Moore, Riddell y Vocisano 2015; Mason-D'Croz et al. 2016). Esto implica que los responsables de la toma de decisiones en los diferentes sectores reciban información útil para formular e implementar políticas, estrategias e inversiones que faciliten el cambio transformador en su sector y área de interés.

Las características complementarias de los enfoques descendentes o de arriba hacia abajo y ascendentes o de abajo hacia arriba que se utilizan en la Parte C permiten considerar las escalas y sus interacciones en la evaluación de los escenarios y las estrategias, maximizando las sinergias y, en la medida de lo posible, minimizando las compensaciones entre ellos respecto a las posibles vías para lograr los ODS y otros acuerdos ambientales multilaterales.

19.5 Hoja de ruta para la Parte C del GEO-6

Sobre la base de las evaluaciones anteriores, en particular del GEO-5 (United Nations Environment Programme [UNEP] 2012), el enfoque del GEO-6 ha pasado a ser una combinación de las preguntas sobre el "qué" y el "cómo", y sobre los enfoques necesarios para evaluar el estado de los conocimientos científicos sobre los desafíos y las oportunidades asociados a los objetivos y metas mundiales. En la actualidad se dispone de una agenda universal, transformadora e integrada para el desarrollo sostenible contenida en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (sin que sea explícita al respecto), la cual permite aunar de forma más coherente los objetivos de una amplia gama de marcos y acuerdos multilaterales. La Parte C trata de abordar las sinergias (co-beneficios) y las compensaciones (aspectos en competencia) en la consecución de los múltiples objetivos y metas de estos marcos y acuerdos (por ejemplo, los ODS, las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, las metas de biodiversidad de Aichi), en lugar de analizar cómo lograr sus numerosos indicadores individuales por separado. Las preguntas orientadoras son:

- ¿Cómo podemos alcanzar la dimensión medio ambiental de los ODS y los acuerdos medio ambientales multilaterales relacionados?
- ¿Qué estrategias a mediano y largo plazo son necesarias para lograr una sostenibilidad duradera?

El objetivo de los capítulos de perspectivas del GEO-6, incluidos en la parte C de este informe, es abordar estas preguntas mediante la combinación de un análisis de escenarios descendentes, basado en escenarios modelo, con la información resultante de iniciativas de abajo hacia arriba y participativas (véase la Sección 19.2). Adicionalmente, se busca ilustrar cómo pueden utilizarse conjuntamente para satisfacer las necesidades de información de los responsables de la toma de decisiones a nivel nacional y subnacional, así como regional y mundial.

Los capítulos siguientes abordarán los elementos clave que se exponen a continuación:

- Formular una visión cuantitativa a largo plazo para 2050, consistente en los objetivos medio ambientales principales de los ODS y los acuerdos medio ambientales multilaterales que se relacionen (Capítulo 20)
- Evaluar las tendencias a largo plazo y debatir las posibles deficiencias de aplicación (Capítulo 21)
- Identificar posibles vías para alcanzar la visión a largo plazo, centrándose específicamente en las numerosas interrelaciones entre la amplia gama de objetivos evaluados (Capítulo 22)
- Evaluar las iniciativas innovadoras y los cambios de juego en el contexto de las vías futuras (Capítulo 23)
- Debatir el camino a seguir para avanzar hacia el tema del GEO-6 de un planeta sano para gente sana (Capítulo 24).

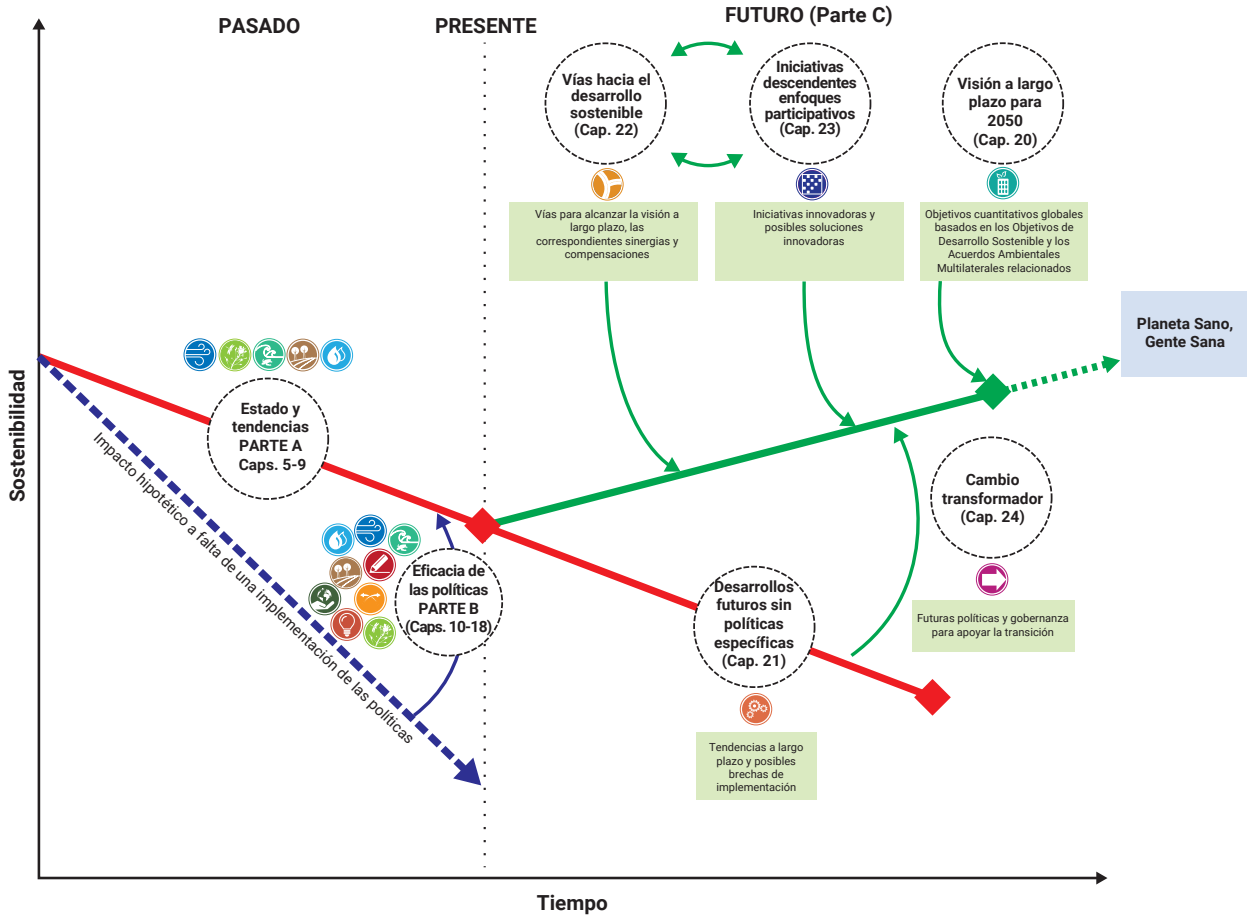
El Capítulo 20 traduce la visión a mediano y largo plazo de los ODS y algunos acuerdos medio ambientales multilaterales relacionados en una formulación más concisa y cuantitativa de las metas, centrándose en el nexo entre alimentos, agua y energía. Esto incluye extraer la información disponible de estos marcos y acuerdos, seleccionar algunas prioridades clave relacionadas con el medio ambiente en relación con de un planeta sano, para gente sana y la identificación de indicadores y niveles de objetivos cuantitativos para seguir el progreso. En los Capítulos 21 y 22 se evalúa la literatura sobre escenarios basados en modelos, es decir, el descendente, para analizar las tendencias actuales de los sistemas Tierra-Hombre y las vías para alcanzar la visión a largo plazo, respectivamente. El análisis y la evaluación se basan en los escenarios existentes, por ejemplo, las vías socioeconómicas compartidas, lo cual hizo que no fuera necesaria la creación de nuevos escenarios. En el Capítulo 21, el análisis de los escenarios se centra en las tendencias actuales e identifica las posibles deficiencias de aplicación entre estas y los objetivos identificados en el Capítulo 20. El Capítulo 22, en cambio, identifica las vías que pueden alcanzar la selección de objetivos de forma complementaria y holística. En conjunto, los tres capítulos ofrecen una perspectiva basada en soluciones, incluyendo posibles compensaciones y sinergias para las vías identificadas.

El Capítulo 23 se centra en la brecha existente entre las tendencias actuales y las vías sostenibles basadas en enfoques de base comunitaria y participativos que involucran a las partes interesadas y a los ciudadanos, es decir, el enfoque de abajo hacia arriba. Al

igual que en los escenarios basados en modelos, se identifica una combinación de iniciativas existentes y futuras y de buenas prácticas que podrían ayudar a alcanzar los ODS, tanto específicos como combinados, así como sus metas. Un punto fuerte de este enfoque es que toma en cuenta el papel de los diferentes actores. Este tipo de análisis puede llevarse a cabo utilizando los escenarios descendentes para enmarcar las iniciativas ascendentes. Dicho encuadre ayudará a superar los principales retos relacionados con las denominadas estrategias de cambio de juego y descendentes, que suelen ser específicas de zonas geográficas y/o sectores, para evaluar su viabilidad y beneficios a nivel global.

Por último, el Capítulo 24 presenta la información resultante de los enfoques integradores y holísticos propuestos que se examinan en la Parte C y que pueden contribuir al desarrollo y la aplicación de políticas y prácticas eficaces para lograr los ODS y los acuerdos ambientales multilaterales de forma sinérgica. En resumen, cómo pueden contribuir a las vías de desarrollo transformadoras para lograr un planeta sano para personas sanas.

Figura 19.1: Marco conceptual de los capítulos de la Parte C del GEO-6, cómo se relacionan y cómo contribuyen a un análisis y evaluación holística de los sistemas Tierra-Hombre para identificar vías de desarrollo transformadoras



Fuente: Adaptado de van Vuuren *et al.* 2015.

Referencias

Arts, J., Runhaar, H.A.C., Fischer, T.B., Jha-Thakur, U., Laerhoven, F.V., Driessen, P.P.J. *et al.* (2012). The effectiveness of EIA as an instrument for environmental governance reflecting on 25 years of EIA practice in the Netherlands and the UK. *Journal of Environmental Assessment, Policy and Management* 14(4). https://doi.org/10.1142/S1464333212500251

Bennett, E.M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A.V., Olsson, P. *et al.* (2016). Bright spots: Seeds of a good Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14(8), 441-448. https://doi.org/10.1002/fee.1309

Cash, D.W., Adger, W.N., Berkes, F., Garden, P., Lebel, L., Olsson, P. *et al.* (2006). Scale and cross-scale dynamics: Governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society* 11(2). http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art8/.

Cumming, G.S., Cumming, D.H.M. y Redman, C.L. (2006). Scale mismatches in social-ecological systems: Causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society* 11(1), 14. http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art14/.

Dye, C. (2018). Expanded health system for sustainable development: Advance transformative research for 2030 agenda. *Science* 359(6382), 1337-1339. https://doi.org/10.1126/science.aaq1081.

European Commission (2016). *Exploring Transition Pathways to Sustainable, Low Carbon Societies.* https://cordis.europa.eu/project/rcn/111082_en.pdf.

Feola, G. (2015). Societal transformation in response to global environmental change: A review of emerging concepts. *Ambio: A Journal of the Human Environment* 44(5), 376-390. https://doi.org/10.1007/s13280-014-0582-z.

Fischer, T.B. y He, X. (2009). Differences in perceptions of effective sea in the UK and China. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 11(4), 471-485. https://doi.org/10.1142/S1464333209003452.

Geels, F.W. y Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36(3), 399-417. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003.

Gibson, C.C., Ostrom, E. y Ahn, T.K. (2000). The concept of scale and the human dimensions of global change: A survey. *Ecological Economics* 32(2), 217-239. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00092-0.

Ho, C.S., Matsuyoka, Y., Chau, L.W., Teh, B.T., Simson, J.J. y Gomi, K. (2013). Blueprint for the development of low carbon society scenarios for Asian regions- case study of Iskandar Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 16(012125). https://doi.org/10.1088/1755-1315/16/1/012125.

Jabbour, J. y Flachsland, C. (2017). 40 years of global environmental assessments: A retrospective analysis. *Environmental Science and Policy* 77 (193-202). https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.001.

Kok, K., Pedde, S., Jäger, J. y Harrison, P. (2015). *European Shared Socioeconomic Pathways.* http://impressions-project.eu/getatt.php?filename=IMPRESSIONSReport_EuropeanSSPs_13773.pdf.

Kok, M.T.J., Kok, K., Peterson, G.D., Hill, R., Agard, J. y Carpenter, S.R. (2017). Biodiversity and ecosystem services require IPBES to take novel approach to scenarios. *Sustainability Science* 12(1), 177-181. https://doi.org/10.1007/s11625-016-0354-8.

Kowarsch, M., Jabbour, J., Flachsland, C., Kok, M.T.J., Watson, S.R., Haas, P.M. *et al.* (2017). A road map for global environmental assessments. *Nature Climate Change* 7(6), 379-382. https://doi.org/10.1038/nclimate3307

Mahboubi, P., Parkes, M.W. y Chan, H.M. (2015). Challenges and opportunities of integrating human health into the environmental assessment process: The Canadian experience contextualized in international efforts. *Journal of Environmental Assessment, Policy and Management* 17(4). https://doi.org/10.1142/S1464333215500349.

Malone, T.W., Nickerson, J.V., Laubacher, R.J., Fisher, L.H., de Boer, P., Han, Y. *et al.* (2017). Putting the pieces back together again: Contest webs for large-scale problem solving. *ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing.* Portland, OR, 25 February-1 March 2017 http://mitsloan.mit.edu/shared/ods/documents/?DocumentID=2711

Mason-D'Croza, D., Vervoort, J., Palazzo, A., Islam, S., Lord, S., Helfgott, A. *et al.* (2016). Multi-factor, multi-state, multi-model scenarios: Exploring food and climate futures for Southeast Asia. *Environmental Modelling and Software* 83, 255-270. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.05.008.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis.* Washington D.C.: Island Press. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf.

Moore, M., Riddell, D. y Vocisano, D. (2015). Scaling out, scaling up, scaling deep: Strategies of non-profits in advancing systemic social innovation. *Journal of Corporate Citizenship* (58), 67-84. https://www.ingentaconnect.com/contentone/glbj/jcc/2015/00002015/00000058/art00009.

Palazzo, A., Vervoort, J.M., Mason-D'Croz, D., Rutting, L., Havlík, P., Islam, S. *et al.* (2017). Linking regional stakeholder scenarios and shared socioeconomic pathways: Quantified West African food and climate futures in a global context. *Global Environmental Change* 45, 227-242. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.002.

Patterson, J., Schulz, K., Vervoort, J., van der Hel, S., Widerberg, O., Adler, C. *et al.* (2017). Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 24, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.09.001.

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2012). *Roads from Rio+20: Pathways to Achieve Global Sustainability Goals By 2050.* The Hague. https://goo.gl/1vX3FC.

Reid, W.V. y Mooney, H.A. (2016). The millennium ecosystem assessment: Testing the limits of interdisciplinary and multi-scale science. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 19, 40-46. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.11.009.

Simson, J.J. (2012). *Study on Sustainable Low Carbon Society in Malaysian Regional Development.* Kyoto University https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/157521/2/D_SIMSON_Janice%20Jeevamalar.pdf

United Nations Environment Programme (2012). *Global Environment Outlook 5: Environment for the Future We Want.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/GEO5_report_full_en.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

van Vuuren, D.P., Kok, M., Lucas, P.L., Prins, A.G., Alkemade, R., van den Berg, M. *et al.* (2015). Pathways to achieve a set of ambitious global sustainability objectives by 2050: Explorations using the IMAGE integrated assessment model. *Technological Forecasting and Social Change* 98, 303-323. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.005.

van Vuuren, D.P., Kok, M.T.J., Girod, B., Lucas, P.L. y de Vries, B. (2012). Scenarios in global environmental assessments: Key characteristics and lessons for future use. *Global Environmental Change* 22(4), 884-895. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.06.001.

Vervoort, J.M., Rutting, L., Kok, K., Hermans, F.L.P., Veldkamp, T., Bregt, A.K. *et al.* (2012). Exploring dimensions, scales, and cross-scale dynamics from the perspectives of change agents in social–ecological systems. *Ecology and Society* 17(4), 24. https://doi.org/10.5751/ES-05098-170424.

Zurek, M.B. y Henrichs, T. (2007). Linking scenarios across geographical scales in international environmental assessments. *Technological Forecasting and Social Change* 74(8), 1282-1295. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.11.00

Capítulo 20

Visión a largo plazo para el 2050



©Unsplash/Casey Horner

Autor coordinador principal: Paul Lucas (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency)
Autores principales: Mark Elder (Institute for Global Environmental Strategies), Detlef van Vuuren (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency),
Autores contribuyentes: Fintan Hurley (Institute of Occupational Medicine)

Resumen ejecutivo

Para evaluar los futuros avances hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (MEA, por su sigla en inglés) conexos, las metas subyacentes a estos deben traducirse en un conjunto de objetivos más concisos y cuantitativos (bien establecido). Los ODS abarcan una amplia gama de temas, en los que el medio ambiente se encuentra presente en la mayoría de ellos, incluso en los objetivos no ambientales. Con miras a evaluar el progreso futuro, la interpretación de las metas de los ODS y de los correspondientes MEA plantea una serie de retos. En primer lugar, a fin de enfocar la evaluación, es necesario identificar una serie de objetivos, los cuales deben ser cuantitativos, mediante el uso de indicadores claros acompañados de valores meta. {20.2; 20.3}

Los ODS pueden estructurarse en grupos en función de cómo abordan el bienestar humano, el consumo, la producción sostenible y la base de recursos naturales (*establecido, pero incompleto*). La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible hace hincapié en que los objetivos y las metas están integradas, son indivisibles y tienen por objeto contribuir a la adopción de políticas de sostenibilidad coherentes. La Agenda 2030 no muestra cómo se pueden aplicar los ODS de forma sinérgica, sin embargo, para revelar las posibles compensaciones y sinergias entre la consecución de múltiples ODS y para señalar las formas en que se pueden gobernar estas interrelaciones, es posible agrupar los objetivos en función de su perspectiva social o, más ampliamente, del bienestar humano; así como también en función de los objetivos que abordan el consumo y la producción sostenibles con respecto al uso, el acceso a los recursos y los objetivos que abordan la protección y la gestión de los recursos naturales. Estos grupos están conectados bidireccionalmente en el sentido que el medio ambiente proporciona los recursos naturales sobre los que se construye el desarrollo humano y, en última instancia, el bienestar humano, que también incluye la salud humana. El uso insostenible de los recursos puede tener un impacto negativo tanto en las personas como en el planeta, lo que exige políticas centradas específicamente en el consumo y la producción sostenibles, así como en la distribución equitativa de los recursos naturales y sus beneficios. Por lo tanto, los beneficios para la salud humana dependen de los ODS en su conjunto y no sólo de aquellos relacionados explícitamente con la salud o el bienestar. {20.3}

Los objetivos de los ODS relacionadas con el medio ambiente pueden cuantificarse aún más sobre la base de las metas acordadas internacionalmente en los MEA y en la literatura científica (*establecido, pero incompleto*). Aunque muchas de las metas de los ODS se han formulado en términos claros y cuantitativos, en el caso de las relacionadas con el medio ambiente es mucho menos cierto, no solo en términos cuantitativos, sino también cualitativos. Para varias temáticas, como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, los objetivos de los MEA son más concretos, de ahí que la cuantificación de las metas de los ODS puede basarse en los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente que le son conexos. Cuando no hay objetivos medio ambientales acordados internacionalmente, se pueden utilizar los llamados objetivos basados en la ciencia cuyo fundamento son los límites biofísicos establecidos en la literatura científica. {20.4}

La evaluación de escenarios del GEO-6 se centra en el nexo entre alimentos, agua y energía, asociado a los cinco temas medio ambientales definidos en dicho informe y a los temas multidimensionales de pobreza y salud que se relacionan. La selección de objetivos para la evaluación de los escenarios del GEO-6, resalta el uso de los recursos naturales, centrándose en los desafíos abordados por los ODS, relacionados con la alimentación y la agricultura (ODS 2), el agua (ODS 6) y la energía (ODS 7). El uso de los recursos naturales está vinculado, por un lado, a los objetivos sociales de acceso de las personas a los alimentos, al agua y a la energía y, por otro, a los efectos sobre la salud (ODS 3). Por otra parte, el uso de los recursos naturales está vinculado a la calidad y la cantidad de recursos naturales que son necesarios para ese uso o que se ven afectados por él (ODS 13, ODS 14 y ODS 15). Este enfoque y su posterior cuantificación proporcionan una perspectiva integrada de la dimensión medio ambiental de los ODS y los acuerdos relacionados. El conjunto de objetivos resultante no es una alternativa a lo acordado a nivel mundial, sino un subconjunto, y a veces una aproximación, que se utilizará para en el análisis de los capítulos siguientes. {20.4}

20.1 Introducción

Un análisis de las vías hacia el desarrollo sostenible necesita una visión a largo plazo, la cual, idealmente, se resume en un conjunto cuantitativo de objetivos o metas clave acordados a nivel mundial. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada en septiembre de 2015, conceptualiza el desarrollo sostenible a través de 17 ODS y se hace operativa a través de 169 metas y 232 indicadores (United Nations 2015a; véase el Anexo 4-1). Esta Agenda formula una visión ambiciosa y transformadora para 2030. Los ODS abordan una amplia gama de problemáticas, como la erradicación de la pobreza, la transformación hacia sociedades sostenibles y resilientes y la protección y gestión de los recursos naturales. Más aún, los ODS y sus metas están relacionados con varios Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (MEA, por su sigla en inglés). En conjunto, los ODS y los MEA relacionados proporcionan un conjunto de objetivos acordados a nivel mundial para guiar la transformación hacia la sostenibilidad a largo plazo.

En este capítulo, definimos la visión utilizada para el análisis de escenarios del GEO-6, adoptando una perspectiva a largo plazo, posterior al 2030. Esta visión utiliza los ODS como un conjunto global e integrado de objetivos y metas como punto de partida, seleccionando objetivos clave relacionados con el medio ambiente y, cuando sea pertinente, cuantificándolos con objetivos de los MEA conexos o de la literatura científica. Esta visión a largo plazo aborda el tema del GEO-6 -Planeta Sano, Gente Sana- centrándose en los objetivos medio ambientales globales relacionados con los cinco temas tratados en la Parte A (Estado del Medio Ambiente Mundial), y los objetivos multidimensionales relacionados con la pobreza y la salud. En los Capítulos 21 y 22 presentamos una evaluación de la bibliografía existente sobre ciertos escenarios, que permite debatir la evolución futura de estos objetivos y las vías para alcanzarlos.

20.2 La dimensión medio ambiental de los ODS

En 1972, en el marco de la países de todo el mundo acordaron que había que salvaguardar los recursos naturales y que la contaminación no debía superar la capacidad del medio ambiente para autolimpiarse (United Nations 1972). Desde ese mismo año, una proliferación de conferencias, cumbres y acuerdos internacionales de las Naciones Unidas han establecido objetivos para la protección del medio ambiente y el desarrollo humano sostenible (Jabbour *et al.* 2012). Los años 2015 y 2016 fueron un hito para el multilateralismo medio ambiental, gracias en gran parte a la formulación y adopción de cinco marcos mundiales, entre ellos el Acuerdo de París (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] 2015) y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (United Nations 2015a).

Esta última es explícita en cuanto al carácter integrado de sus objetivos y metas. Los ODS abarcan una amplia gama de cuestiones medio ambientales (véase la Sección 1.5), estando el medio ambiente representado en la mayoría de ellos (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] 2015; United Nations Environment Programme [UNEP] 2015; Lucas *et al.* 2016; Reid *et al.* 2017), así como también aquellos objetivos ajenos al medio ambiente (Elder y Olsen 2019).

Más de la mitad de los ODS se centran en el medio ambiente y/o abordan la sostenibilidad respecto al uso de los recursos naturales, al tiempo que la mayoría incluyen al menos una meta relativa a la sostenibilidad medio ambiental (United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme [UNEA] 2016). Estas metas están relacionadas con la calidad del entorno físico, ya sea directamente, es decir, el aire, el clima, la biodiversidad, los océanos, la tierra y el agua dulce; o, indirectamente, por ejemplo, a través de la salud, la educación, la agricultura, el agua potable y el saneamiento, la energía, la gobernanza y las instituciones. Doce ODS promueven el bienestar humano a través del uso sostenible de los recursos naturales, pero diez de ellos solo pueden alcanzarse si se mejora, sustancialmente, la eficiencia del uso de los recursos naturales (UNEP 2015). Sin embargo, aunque muchas metas de los ODS se han formulado en términos claros y cuantitativos, muchas que están relacionadas con el medio ambiente no lo están (Gupta y Vegelin 2016; Elder y Olsen 2018), lo cual hace que sea más difícil definir un conjunto de objetivos relacionados con el medio ambiente para ser evaluados en un análisis cuantitativo de escenarios.

20.3 Una visión integrada de los ODS

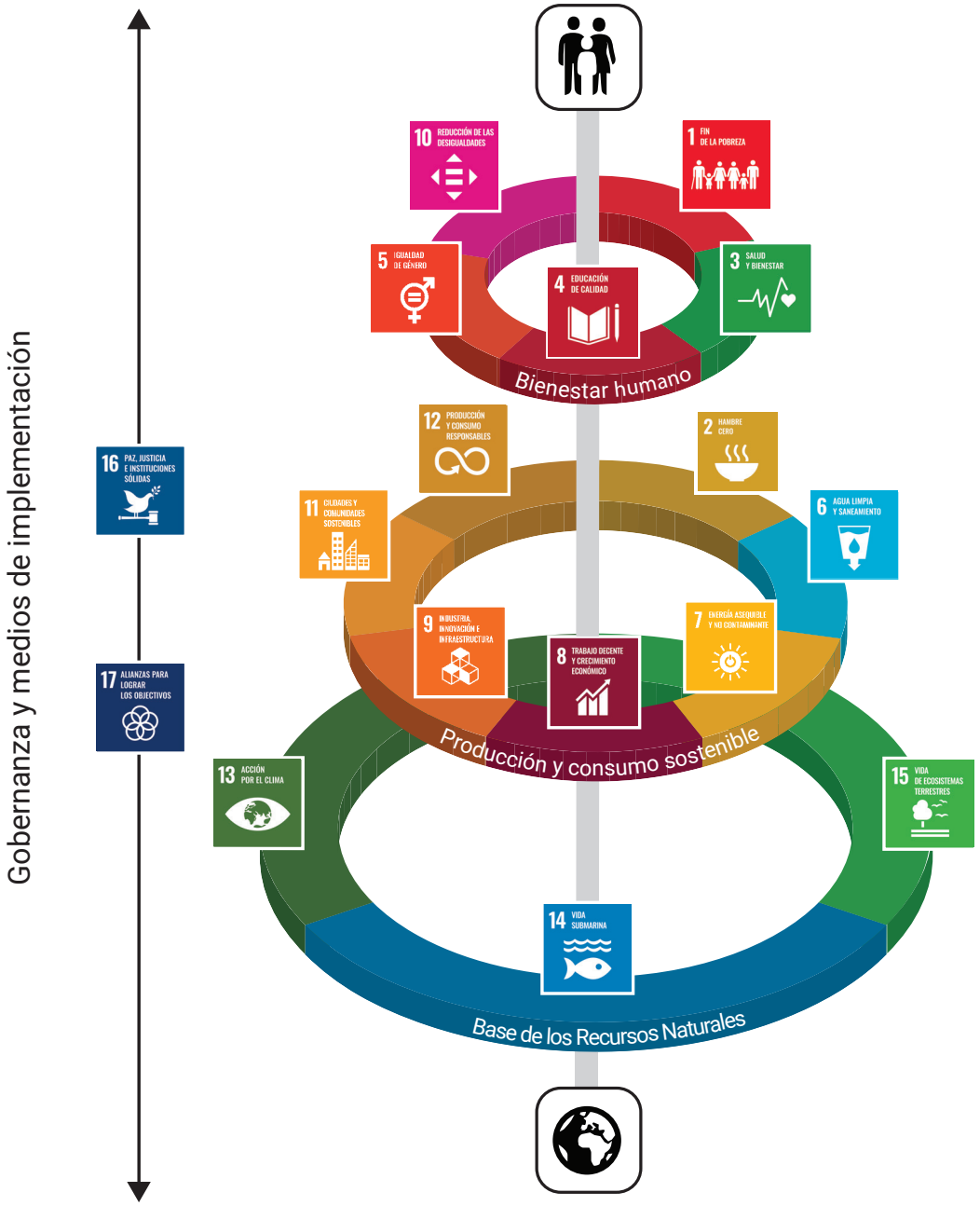
La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible hace hincapié en que los objetivos y las metas están integrados, son indivisibles, e intentan contribuir a unas políticas de sostenibilidad coherentes (United Nations 2015a), lo que significa una interdependencia entre ellos en diferentes formas (Nilsson, Griggs y Visbeck 2016). Una mayor atención a las interrelaciones y sinergias entre los ODS podría mejorar la eficacia de su aplicación y reducir la carga total y el costo de perseguir los objetivos y las metas individualmente (Elder, Bengtsson y Akenji 2016; UNEA 2016). Sin embargo, aunque los ODS y sus metas asociadas son bastante simples, su integración no resulta evidente en la Agenda 2030 (International Council for Science y International Social Science Council 2015), así como tampoco resultan fáciles de comprender las propiedades sistémicas de un enfoque integrado y holístico (Weitz *et al.* 2017). No obstante, la comunidad científica en general urge por un enfoque integrado para la implementación de los ODS (Weitz, Nilsson y Davis 2014; United Nations 2015b; Boas, Biermann y Kanie 2016; Lucas *et al.* 2016; Yillia 2016; Stafford-Smith *et al.* 2017). Distintos marcos se han propuesto con el fin de mapear y puntuar las interacciones entre los objetivos y las metas (Nilsson *et al.* 2016; Nilsson, Griggs y Visbeck 2016; International Council for Science 2017; Weitz *et al.* 2017; Zhou, Moinuddin y Xu 2017; Singh *et al.* 2018).

De la misma forma, haciendo uso de diferentes perspectivas y metodologías, varios estudios han analizado las interrelaciones entre los objetivos y las metas, considerándolos a ambos como una red en la cual se presentan enlaces de los primeros a través de los segundos, los cuales a su vez se refieren a otros múltiples objetivos (International Science Council e International Social Science Council 2015; Le Blanc 2015; UNEP 2015; Zhou y Moinuddin 2017), y que a su vez están basados en modelos cuantitativos (United Nations 2015b; van Vuuren *et al.* 2015; Collste, Pedercini y Cornell 2017). Además, los investigadores han creado marcos para estructurar los objetivos, revelar posibles compensaciones y sinergias, y señalar las formas en que podrían gobernarse sus interacciones (Griggs *et al.* 2013; Nilsson, Lucas y Yoshida 2013; Lucas *et al.* 2014; Waage *et al.* 2015a; Waage *et al.* 2015b; Elder, Bengtsson y Akenji 2016; Folke *et al.* 2016; Gupta y Vegelin 2016; Reid *et al.* 2017).

En general, estos marcos revelan una estructura agrupada de objetivos (**Figura 20.1**). Algunos se centran en objetivos sociales, relacionados con las vidas y los medios de subsistencia o el bienestar humano (ODS 1, 3, 4, 5, 10); otros abordan el consumo y la producción sostenible desde la perspectiva del uso de los recursos o la seguridad (ODS 2, 6, 7) o de forma más amplia, como en el contexto de la industria o las ciudades (ODS 8, 9, 11, 12); y algunos objetivos abordan los bienes públicos mundiales desde una perspectiva medio ambiental o desde la base de al recursos naturales (ODS 13, 14, 15). Por último, estos objetivos están respaldados por un objetivo sobre la gobernanza (ODS 16) y otro sobre los medios de aplicación (ODS 17).

La forma de estructurar los enlaces con el tema central del GEO-6, ubica a la Gente Sana en la parte superior (como componente del bienestar humano) y Planeta Sano en la parte inferior (la base de recursos naturales). Los grupos de los ODS están conectados bidireccionalmente en el sentido que un planeta sano es la base de la economía, del desarrollo humano y, en última instancia, del bienestar humano, incluyendo allí a las personas sanas. El uso insostenible de los recursos, los residuos y la contaminación pueden tener un impacto negativo tanto en la base de recursos naturales como en el bienestar humano. Por lo tanto, los objetivos intermedios, que abordan la producción y el consumo sostenibles y la distribución equitativa de bienes y servicios, desempeñan un papel fundamental.

Figura 20.1: Un marco para la clasificación y agrupación de los ODS



Fuente: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2017).

La estructura de la **Figura 20.1** sigue a grandes rasgos las cinco áreas de importancia crítica mencionadas en el preámbulo de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: las personas, la prosperidad y el planeta, sustentados en el fortalecimiento de la paz y la colaboración (United Nations 2015a). También muestra similitudes con el modelo de la dona propuesto por Raworth (2012; 2017), área en forma de rosquilla que se encuentra entre dos límites: un piso social (el bienestar humano) y un límite medio ambiental (la base de los recursos naturales). El modelo de la dona destaca la dependencia entre el bienestar humano de un medio ambiente sano y subraya la necesidad de mejorar la equidad en los ingresos y el uso de los recursos, y una mayor eficiencia de este último (Raworth 2017). Finalmente, la estructuración también se relaciona con el triángulo o pirámide propuesto originalmente por Herman Daly, el cual se mueve desde una base de medios últimos a una punta de fines últimos, e integra el bienestar humano, el desarrollo económico y el estado de los recursos naturales en un marco holístico (Daly 1973; Meadows 1998; Pinter *et al.* 2014). Según este marco, los medios últimos se refieren a la base de los recursos naturales subyacentes y al sistema de apoyo a la vida del planeta (equivalente al círculo inferior de la **Figura 20.1**, la base de los recursos naturales); los medios intermedios incluyen a la economía material (círculo central, consumo y producción sostenibles); los fines intermedios representan las capacidades de los individuos, la condición y el funcionamiento de las instituciones (círculo superior; bienestar humano); y los fines últimos indican el bienestar o la felicidad humana (Pinter *et al.* 2014).

Cabe señalar que la mayoría de los ODS pueden clasificarse dentro de diferentes grupos, ya que cada uno de estos es puesto en práctica mediante múltiples metas. El ODS 2, por ejemplo, incluye metas relacionadas con el bienestar humano (como la reducción del hambre y la malnutrición), con el uso sostenible de los recursos (como la promoción de la agricultura sostenible) y con la base de los recursos naturales (como el mantenimiento de la biodiversidad agrícola). La estructuración de los ODS en la **Figura 20.1** se desprende de una interpretación desde la perspectiva medio ambiental. En el caso del ODS 2, se trata de la agricultura sostenible.

Aunque no está explícitamente establecido, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los ODS sugieren que el desarrollo sostenible es el objetivo general, al tiempo que hacen hincapié en la erradicación de la pobreza (Elder, Bengtsson y Akenji 2016). Como tal, muchos ODS son medios o pasos intermedios para el logro de dicho objetivos, entre ellos, la salud, el bienestar y la seguridad de las personas. Por lo tanto, el círculo superior contiene los objetivos sociales o centrados en las personas que pretenden proporcionar bienestar individual y colectivo a través de la mejora de la salud y la educación, garantizando una distribución equitativa dentro y entre los individuos y los países (Waage *et al.* 2015a). Estos objetivos pueden considerarse normas mínimas para el bienestar humano, aunque también existen oportunidades sinérgicas para su aplicación, entre estas la educación, la salud y la igualdad de género, por ejemplo.

La consecución de estos objetivos centrados en las personas depende en gran medida de la realización de objetivos que aborden el consumo y la producción sostenibles, la distribución equitativa de bienes y servicios, incluidos los alimentos, el agua y la energía, y más ampliamente la economía, las infraestructuras, las ciudades y las industrias. La seguridad alimentaria, hídrica y energética son recursos importantes y necesarios para alcanzar objetivos sociales como la reducción de la pobreza y la buena salud. Los objetivos que abordan estas necesidades de recursos abarcan dos aspectos distintos (i) el acceso a los recursos, relevante para la reducción de la pobreza y (ii) el uso sostenible de los mismos, relevante para la seguridad del suministro a largo plazo. Al mismo tiempo, la producción de alimentos, agua y energía están altamente interrelacionados, por ejemplo, el agua es necesaria para la producción de alimentos y energía, y la energía es necesaria para producir agua y alimentos. Este es el llamado nexo alimento-agua-energía (Hoff 2011; (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2014)). Estos objetivos relacionados con los recursos van acompañados de objetivos centrados en la economía que abordan la producción de bienes y servicios de forma más amplia para lograr objetivos sociales. Estos últimos objetivos se centran en el sistema económico (crecimiento económico y empleos), la infraestructura y la industrialización sostenible, los asentamientos humanos y el consumo y la producción sostenible en general. Desde una perspectiva medio ambiental, estos objetivos abordan la disociación de los esfuerzos por mejorar el bienestar humano de los efectos negativos sobre los recursos naturales basados en diferentes contextos.

La realización de estos objetivos económicos y de recursos de segundo nivel depende de las condiciones de los sistemas biofísicos o de la base de los recursos naturales, incluidos el clima, los océanos, la tierra y la biodiversidad (partes del ODS 6 sobre el agua dulce también encajan aquí). Estos objetivos abordan la protección, la conservación, la restauración y el uso sostenible de partes críticas del sistema Tierra. Estos están directamente relacionados con los límites biofísicos que garanticen la sostenibilidad medio ambiental a largo plazo o los límites planetarios (Rockström *et al.* 2009; Steffen *et al.* 2015).

Los objetivos del círculo central conectan temas medio ambientales (como la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la acidificación de los océanos) y sociales (como la salud, la igualdad de oportunidades y las condiciones laborales) con actividades económicas, productos y mercados. El reto de estos objetivos es aprovechar las sinergias y reducir las posibles compensaciones entre los objetivos que pretenden erradicar la pobreza y mejorar el bienestar humano, frente a los que abordan la base de los recursos naturales. En otras palabras, la mejora del bienestar humano no debe lograrse a expensas de los recursos naturales, mientras que la salvaguarda del planeta debe beneficiar a todas las personas y no interferir con la erradicación de la pobreza. Asimismo, estos objetivos ubicado en el centro enfrentan la competencia por los recursos necesarios para servir a otros múltiples objetivos, por ejemplo, la tierra, el agua y los recursos energéticos. Para hacer frente a estos retos es necesaria una gran transformación hacia un consumo y una producción más sostenibles. Desde el punto de vista de la producción, esto requiere desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, incluyendo procesos de producción más limpios y una mayor eficiencia sobre los recursos y la responsabilidad de las empresas. Desde la perspectiva del consumo, requiere cambios en los estilos de vida, las preferencias de consumo y el comportamiento de los consumidores (Bizikova *et al.* 2015).

20.4 Una visión a largo plazo: metas e indicadores seleccionados

La interpretación de las metas de los ODS y de los indicadores correspondientes en relación con sus valores plantea una serie de retos. Evaluar la evolución futura y las posibles vías para alcanzar todas las metas de los ODS no es posible debido a la limitación de datos y de tiempo. Además, un análisis de este tipo se encuentra limitado por el alcance de la literatura de escenarios existente y los modelos de evaluación integrados en los que se basan estos estudios (véase el Capítulo 21). De ahí que resulte necesario realizar una selección de metas. Además de la dificultad de su selección, muchas de las metas de los ODS relacionadas con el medio ambiente se definen en términos generales o se expresan en términos no cuantitativos (Lucas *et al.* 2016). A fin de evaluar las vías para alcanzar la dimensión medio ambiental de los ODS, las metas seleccionadas deben ser cuantitativas, lo que requiere indicadores claros acompañados de valores objetivo.

Con el fin de seleccionar y organizar los las metas de los ODS se utilizó la agrupación de los mismos usada en la **Figura 20.1**. En aquellos casos en los cuales resultó pertinente, las metas cuantitativas de los MEA y de la literatura científica (metas basados en la ciencia) fueron usadas para cuantificar cuantificar estas metas. La selección se centra en el llamado nexo entre alimentos, agua y energía, centrándose en los retos que abordan los ODS relativos a la alimentación y la agricultura (ODS 2), el agua (ODS 6) y la energía (ODS 7). La selección sitúa el uso de los recursos naturales en el centro (*consumo y producción sostenibles*), vinculado con los objetivos sociales relacionados con el acceso de las personas a estos recursos y los impactos de salud relacionados (*bienestar humano*), y los objetivos ambientales relacionados con la calidad y la cantidad de los recursos ambientales necesarios para el uso humano o afectados por él (*base de los recursos naturales*). Las metas de los ODS seleccionadas para el *bienestar humano* (**Tabla 20.1**) y la *base de los recursos naturales* (**Tabla 20.2**) son metas finales, encaminados al logro de un planeta sano con personas sanas. Las metas de los ODS seleccionadas para el *consumo y la producción sostenibles* (**Tabla 20.3**) son metas relacionadas con esfuerzos o actividades relevantes para lograr las metas finales.

Las metas seleccionadas que abordan la base de los recursos naturales están vinculadas a los cinco temas ambientales tratados en la Parte A del GEO-6 (aire, biodiversidad, océanos, tierra y agua dulce), complementados por el cambio climático. Además, los objetivos están relacionados con una serie de temas transversales del GEO-6 (véase el Capítulo 4), entre los que destacan la salud, el cambio climático, la energía y los sistemas alimentarios. Los productos químicos, los residuos y aguas residuales son otros dos temas transversales del GEO-6, identificados como cuestiones de interés mundial y abordados en múltiples ODS. Sin embargo, hay una falta general de estudios y escenarios de flujos futuros de productos químicos y residuos en la literatura científica (véase el **Recuadro 21.1**). Por lo tanto, los productos químicos, los residuos y las aguas residuales no se discuten como cuestiones separadas. Cabe esperar un análisis más profundo de estas dos cuestiones en el contexto de los ODS en las próximas Perpectivas de los Productos Químicos a Nivel Mundial II y Perspectivas mundiales de la gestión de los Residuos del PNUMA, que se publicarán en 2019.

Para cada meta seleccionada, se eligió un indicador (o dos, en aquellos casos en que resultara pertinente, par continuar con el progreso. En el contexto de los ODS, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó un marco de indicadores de los ODS que consta de 232 indicadores (United Nations 2017). Cada indicador se está desarrollando con el fin de proporcionar datos precisos y confiables desde ahora hasta por lo menos 2030. El PNUMA es el organismo encargado de custodiar varios indicadores de los ODS relacionados con el agua (ODS 6), el consumo y la producción sostenibles (ODS 12), la conservación y el uso sostenible de los recursos oceánicos (ODS 14) y de los ecosistemas terrestres (ODS 15) (United Nations 2018). Además de ser el organismo a cargo de estos indicadores de los ODS, el PNUMA se ocupa de la mayoría de los demás indicadores de los ODS que tienen una dimensión ambiental. Los indicadores seleccionados se vinculan en la medida de lo posible con estos indicadores acordados a nivel mundial.

Cabe señalar que los indicadores seleccionados están pensados para hacer un seguimiento del progreso a nivel mundial y que no siempre son relevantes a escala nacional o subnacional. Además, muchos indicadores, especialmente los relacionados con el *consumo y la producción sostenibles* y la *base de los recursos naturales*, únicamente cubren una parte de lo que los objetivos y las metas intentan conseguir. En el caso de la calidad del aire en las ciudades, por ejemplo, el indicador propuesto solo registra el progreso de un tipo de contaminante atmosférico (es decir, el material fino particulado [MP] de diámetro inferior a 2.5 µm y 10 µm; $MP_{2.5}$ y MP_{10}), aun así hay varios más, y algunos terminan interactuando entre sí, por ejemplo, el ozono, los compuestos orgánicos volátiles, el dióxido de azufre, etc. En lo que respecta a la salud, solo se seleccionó el indicador correspondiente a la tasa de mortalidad de los menores de cinco años, el cual refleja de forma parcial la interconectividad que existe con el planeta, la sociedad y la salud humana que los ODS y el GEO-6 intentan reproducir. Por lo tanto, centrarse en un solo indicador para seguir el progreso de estos objetivos debe hacerse con cuidado. Sin embargo, para mantener el análisis centrado, se ha seleccionado un conjunto limitado de objetivos para cubrir, en la medida de lo posible, el nexo entre alimentos, agua y energía, mientras que los indicadores seleccionados se basan principalmente en el conjunto oficial de indicadores

Junto a los niveles de indicadores y objetivos presentados en las **Tablas 20.1**, **20.2** y **20.3**, se utilizan indicadores adicionales en los Capítulos 21 y 22 para discutir el desarrollo futuro de las respectivas metas, incluyendo los desarrollos subyacentes relevantes, así como para discutir el potencial de las medidas específicas y las importantes sinergias y compensaciones entre estas medidas y las metas seleccionadas.

20.4.1 Bienestar humano

Para el *bienestar humano*, se han seleccionado cinco metas de los ODS (**Tabla 20.1**). En general, los ODS muestran un fuerte compromiso, tanto cuantitativo como cualitativo, con la erradicación de la pobreza y la mejora del bienestar humano. Entre otras cuestiones relevantes, pretenden poner fin a todas las formas de pobreza, incluyendo detener el hambre y lograr un acceso generalizado al agua potable, a un saneamiento adecuado, a servicios energéticos modernos, a atención sanitaria, a educación, trabajo y a vivienda, entre otros.

A pesar de la importancia de la salud humana en el tema del GEO-6 "Planeta Sano, Gente Sana", únicamente se ha seleccionado una meta (3.2) y un indicador (3.2.1, tasa de mortalidad de menores de cinco años) para el análisis de escenario. La mortalidad de los menores de cinco años que, en general, suele considerarse como un buen indicador de la calidad de vida, está condicionada por numerosas determinantes ambientales y está fuertemente relacionada con otras metas seleccionadas para el bienestar humano. Adicionalmente, para 2030, los ODS han establecido una meta cuantitativa. En la literatura científica también existen, aunque de forma limitada, proyecciones de escenarios que relacionan la evolución futura de la mortalidad de los menores de cinco años con los factores de riesgo ambientales subyacentes (véase la Sección 21.3.6). Sin embargo, la tasa de mortalidad de menores de cinco años también ha tenido importantes limitaciones. Por ejemplo, excluye

Tabla 20.1: Objetivos e indicadores seleccionados para el bienestar humano

Meta de los ODS	Meta en el GEO-6	MEA relacionado	Indicador*	Nivel deseado de la meta	Basado en	Agrupación en los Capítulos 21 y 22
2.1 Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad, incluidos los niños menores de 1 año, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año	Acabar con el hambre	–	2.1.1 Prevalencia de la subalimentación	0 en 2030	ODS	Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad
3.2 Para 2030, poner fin a las muertes evitables de recién nacidos y niños menores de 5 años, con el objetivo de que todos los países reduzcan la mortalidad neonatal a un mínimo de 12 por cada 1.000 nacidos vivos y la mortalidad de los menores de 5 años a un mínimo de 25 por cada 1.000 nacidos vivos	Acabar con las muertes evitables de niños menores de 5 años	–	3.2.1 Tasa de mortalidad de menores de 5 años	< 25 en 2030	ODS	Salud humana
6.1 Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable segura y asequible para todos	Lograr el acceso universal al agua potable y a un saneamiento adecuado	–	6.1.1 Proporción de la población que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura	100% en 2030	ODS	Agua dulce
6.2 Para 2030, lograr el acceso a un saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y de las personas en situación de vulnerabilidad		–	Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura (6.2.1)	100% en 2030	ODS	Agua dulce
7.1 Para 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos	Lograr el acceso universal a servicios energéticos modernos	–	7.1.1 Proporción de la población con acceso a la electricidad	100% en 2030	ODS	Energía, aire y clima
		–	7.1.2 Proporción de la población con dependencia primaria de combustibles y tecnologías limpias	100% en 2030	ODS	Energía, aire y clima

* Los indicadores que difieren del indicador oficial de los ODS se muestran en cursiva y los indicadores de los ODS relacionados se muestran entre paréntesis
MEA = acuerdo ambiental multilateral

las medidas de morbilidad, incluidos los aspectos psicosociales del bienestar infantil, como pueden ser la sensación de seguridad y de ser querido, y otros aspectos de la salud infantil que pueden afectar la salud y la supervivencia en etapas posteriores de la vida (véase la Sección 4.2.1). Sin embargo, estos últimos datos no se han podido recopilar de forma rutinaria y confiable en todo el mundo, mucho menos para ser incluidos en el contexto de escenario. Por último, al estar limitada por la edad, la tasa de mortalidad de menores de cinco años no tiene en cuenta otras poblaciones vulnerables, como las personas mayores o las mujeres embarazadas. En consecuencia, la mortalidad infantil solo representa de forma parcial el efecto sobre la salud humana de las numerosas y variadas políticas y medidas, ya sean las habituales o los escenarios transformadores, que se analizan en los siguientes capítulos.

La meta 3.9 de los ODS es más específica en cuanto a los factores de riesgo para la salud relacionados con el medio ambiente, ya que se propone reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la contaminación del aire, el agua y el suelo. Los indicadores específicos asociados a este objetivo son la tasa de mortalidad atribuible a la contaminación del aire doméstico y ambiental, las muertes debidas a la insalubridad del agua, el saneamiento y la higiene y la mortalidad por envenenamiento no intencionado. Estos índices son en gran medida un reflejo de los propios niveles de contaminación. En efecto, el control de la mortalidad implica el control de la propia contaminación, que es el énfasis de varias de estas metas, así como el de varias de las metas de los ODS seleccionadas para la base de los recursos naturales. Por lo tanto, el logro de todas estas metas es una parte esencial de la visión del GEO-6 de "Planeta Sano, Gente Sana".

20.4.2 Base de recursos naturales

Para la *base de los recursos naturales*, se han seleccionado nueve metas de los ODS relacionadas con la calidad y la cantidad de los recursos ambientales, es decir, el aire, el clima, la biodiversidad, los océanos, la tierra y el agua dulce (**Tabla 20.2**). En comparación con el bienestar humano, ninguno de estos objetivos tiene niveles cuantitativos claros que puedan utilizarse en un análisis de escenario. Cada uno de ellos pretende "detener" o "combatir" un tipo específico de degradación medio ambiental y "restaurar" el sistema natural en la medida de lo posible.

Varias metas relacionadas con los recursos naturales se vinculan explícita o implícitamente a los MEA determinados que tienen metas cuantitativas más claros y/o adoptan una perspectiva a más largo plazo, más allá de 2030. Para estas metas, los niveles de las metas esperadas pueden basarse en medidas cuantitativas dadas por los acuerdos. El ODS 13 sobre el cambio climático únicamente incluye metas basadas en procesos o actividades, pero se refiere explícitamente a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como el principal foro intergubernamental internacional para negociar la respuesta mundial al cambio climático. La meta para el cambio climático está basada, por tanto, en la meta acordada mundialmente en el Acuerdo de París el cual se refiere a "[m]antener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2 °C respecto a los niveles preindustriales y continuar con los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C respecto a los niveles preindustriales" (UNFCCC 2015). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció una directriz sobre la calidad del aire de 10 µg/m^3 para las concentraciones medias anuales de $MP_{2,5}$ (WHO 2006), pero también definió metas provisionales de 15 µg/m^3, 25 µg/ m^3 y 35 µg/ m^3. Para este caso, el interés estuvo en centrarse en los efectos a largo plazo del $MP_{2,5}$ y se utilizó el porcentaje de la población expuesta a concentraciones medias anuales de $MP_{2,5}$ por encima del objetivo provisional más alto de 35 µg/ m^3 como indicador para alcanzar el objetivo de calidad del aire. En cuanto a la pérdida de biodiversidad, la meta de los ODS no incluye un año objetivo para poner fin a la pérdida de biodiversidad. Hemos extraído la meta del plan estratégico para la biodiversidad 2011-2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica y, más concretamente, de la meta 5 de Aichi para la biodiversidad: "Para 2020, se habrá reducido por lo menos a la mitad y, donde resulte factible, se habrá reducido hasta un valor cercano a cero, el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques, (...)" (Convention on Biological Diversity 2010). Este objetivo fue traducido por Kok *et al.* (2018, p. 138) en detener "la pérdida de biodiversidad para 2020 en los países desarrollados y a partir de 2030 en los países en desarrollo". Kok *et al.* (2018) utilizan la abundancia media de especies como un indicador de impacto en la biodiversidad a fin de hacer un seguimiento de los avances en este objetivo (Alkemade *et al.* 2009). La abundancia media de las especies mide la integridad de un ecosistema en relación con su estado inalterado. Específicamente, representa el cambio medio en la abundancia de las especies que estaban presentes en el estado original no perturbado. Aunque es diferente del Índice del Planeta Vivo (el indicador de los ODS para la meta 15.5), comparte algunas similitudes conceptuales importantes.

Cuando no existen MEA conexos o se carece de niveles para los objetivos cuantitativos, dicho nivel también podría encontrar fundamento en la literatura científica. El marco de los límites planetarios es un ejemplo (Hoff y Alva 2017; Lucas y Wilting 2018), ya que propone límites cuantitativos globales para la perturbación humana de nueve procesos críticos del sistema Tierra (Rockström *et al.* 2009; Steffen *et al.* 2015). Cruzar cualquiera de los límites a escala global aumenta el riesgo de que se produzcan cambios ambientales a gran escala, así como posibles cambios medio ambientales a gran escala que resultan abruptos o irreversibles. El esquema de los límites planetarios proporciona, por tanto, una cuantificación de los niveles seguros de cambio ambiental mundial, basándose en la ciencia de los sistemas terrestres.

Los límites globales, extraídos de la literatura sobre los límites planetarios, se utilizan para las metas relacionadas con la calidad del agua dulce (de Vries *et al.* 2013; Steffen *et al.* 2015), y la acidificación de los océanos (Steffen et al. 2015). Como ya se ha señalado, la literatura científica carece en gran medida de investigaciones y escenarios para los productos químicos y el flujo de residuos. Por lo tanto, las mets seleccionadas para la calidad del agua dulce y la contaminación marina se centran en las pérdidas de nutrientes (de nitrógeno y fósforo), frente a las cuales la literatura de escenarios, aunque limitada, está disponible. Las pérdidas excesivas de nutrientes a través de la escorrentía y la erosión pueden causar la eutrofización de los ecosistemas de agua dulce y costeros (de Vries *et al.* 2013; Steffen *et al.* 2015). Aunque se reconoce que la distribución regional es fundamental para los impactos, las dos metas de calidad del agua dulce se consideran como promedios globales. Con lo cual, el uso de estos niveles objetivo tiene otras limitaciones que no tienen en cuenta las tendencias futuras en la eficiencia del uso de nutrientes y no incluyen otras fuentes relevantes de contaminación, principalmente, las aguas residuales no tratadas. La acidificación del océano reduce el estado de saturación del aragonito, una forma de carbonato cálcico, lo que dificulta la formación de conchas y esqueletos por parte de los organismos marinos, los cuales además corren el riesgo de disolverse como consecuencia de dicho proceso. Teniendo en cuenta la heterogeneidad geográfica, el objetivo global para la acidificación de los océanos se establece para el nivel medio de saturación de aragonito en la superficie mundial (Steffen *et al.* 2015).

Cabe destacar que los límites planetarios no están respaldados políticamente y son objeto de un debate científico permanente. Al final, definir los niveles seguros de los cambios ambientales globales y conseguir un consenso sobre ellos es un proceso político, que implica elementos subjetivos como la aceptación del riesgo, la solidaridad y la precaución (Lucas y Wilting 2018). Aquí, los límites globales definidos por el marco de los límites planetarios se utilizan como un conjunto de objetivos con base científica. Además, hay que tener en cuenta que existe una gran heterogeneidad geográfica que subyace a estos procesos del sistema terrestre y que también deberían ser objeto de seguimiento.

En el caso de los objetivos seleccionados en relación con la escasez de agua, la contaminación por nutrientes marinos, los recursos oceánicos y la degradación del suelo, no se dispone de un nivel de objetivo cuantitativo acordado a nivel mundial o en materia científica. Por lo tanto, para estas metas no se ha establecido un nivel cuantitativo deseado. El indicador de los ODS para la escasez hídrica se refiere a la extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles (indicador 6.4.2 de los ODS). Como este indicador solo es relevante a nivel local, como indicador se utiliza el total de la población mundial que vive en zonas con escasez hídrica.

Para la contaminación por nutrientes marinos, el indicador de los ODS es un Índice de Eutrofización Costera (ICEP, por su sigla en inglés) y densidad de detritos plásticos flotantes (ambos se encuentran aún en desarrollo). En este caso, la atención se centra en la eutrofización costera, utilizando la escorrentía de nutrientes hacia los océanos (N y P) como indicador para rastrear el progreso. Para la gestión sostenible de los recursos oceánicos, las tendencias de la proporción de poblaciones de peces dentro de los niveles biológicamente sostenibles, se ha considerado como el indicador de los ODS para rastrear el progreso. El indicador de los ODS relativo a la degradación de la tierra es la proporción de tierra degradada sobre la superficie total de la tierra, basada en tres subindicadores, a saber, las tendencias de

Tabla 20.2: Metas e indicadores seleccionados para la base de los recursos naturales

6.3 Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, eliminando los vertidos y minimizando la liberación de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas y aumentando el reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial.	Mejorar la calidad del agua	–	Uso de fertilizantes nitrogenados y fijación biológica del nitrógeno	62 TgN/año	(de Vries *et al.* 2013)	Agua dulce
			Uso de fertilizantes con fósforo	6,2TgP/año	(Steffen *et al.* 2015)	Agua dulce
6.4 Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que la padecen.	Reducir la escasez de agua	–	*Población que vive en zonas con escasez hídrica (6.4.2)*	No cuantificado	-	Agua dulce
11.6 Para 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo	Mejorar la calidad del aire en las ciudades	Directrices de la OMS	*Porcentaje de población expuesta a $MP_{2.5}$ por encima de 35 $\mu g/m^3$ (11.6.2)*	0% en 2050	(World Health Organization [WHO] 2006)	Energía, aire y clima
ODS 13 Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Limitar el calentamiento global	Acuerdo de París	*Aumento de la temperatura media mundial*	2,0/1,5°C de calentamiento para 2100	(UNFCCC 2015)	Energía, aire y clima
14.1 Para 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes	Reducir la contaminación por nutrientes marinos	Metas de biodiversidad de Aichi	*Flujo de N y P de los sistemas de agua dulce a los océanos (14.1.1)*	No se ha cuantificado	-	Océanos
14.3 Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles	Minimizar la acidificación de los océanos	–	*Nivel promedio de saturación de aragonito en la superficie mundial (14.3.1)*	Mantenerse por encima de 2,75 Ωarg	(Steffen *et al.*2015)	Océanos
14.4 Para 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, la pesca no declarada y no reglamentada y las prácticas de pesca destructivas y aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, por lo menos a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas	Sostenibilidad en la gestión de los recursos oceánicos	Meta de Aichi para la Biodiversidad	14.4.1 Proporción de las poblaciones de peces dentro de niveles biológicamente sostenibles	No se ha cuantificado	–	Océanos
15.3 Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras	Lograr la neutralidad de la degradación de la tierra	CNULD y Metas de biodiversidad de Aichi	*Pérdida de carbono orgánico del suelo (15.3.1)*	No se ha cuantificado	–	Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad
15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de biodiversidad y, de aquí a 2020, proteger y prevenir la extinción de las especies amenazadas	Detener la pérdida de biodiversidad	Meta de Aichi para la Biodiversidad	*Pérdida de la abundancia promedio de especies (MSA) (15.5.1)*	Menos del 36% a partir de 2030	(Kok *et al.* 2018)	Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad

* Los indicadores que difieren de los indicadores oficiales de los ODS están en cursiva, y los indicadores de los ODS relacionados se muestran entre paréntesis
MEA = acuerdo ambiental multilateral

la cubierta terrestre, la productividad de la tierra y las reservas de carbono (United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] 2017; van der Esch *et al.* 2017). Este indicador también se encuentra en fase de desarrollo. Reconociendo que los tres subindicadores son importantes para evaluar la degradación de la tierra, se seleccionan las tendencias de las existencias de carbono orgánico del suelo para rastrear el progreso.

20.4.3 Consumo y producción sostenibles

Para el consumo y la producción sostenibles, se han seleccionado cinco metas de los ODS que abordan la disociación entre el crecimiento económico y la degradación del medio ambiente (véase la **Tabla 20.3**): Metas e indicadores seleccionados para el consumo y la producción sostenibles). La mayoría de estas metas de los ODS no son cuantitativas, ya que pretenden aumentar sustancialmente la eficiencia sin definir un nivel específico. Estas abordan esfuerzos o actividades que ayudan a alcanzar las metas finales. Su nivel absoluto depende de los objetivos generales específicos. Las mejoras en el rendimiento, por ejemplo, son importantes para alcanzar las metas sobre el hambre y la biodiversidad (metas 2.1 y 15.5 de los ODS). Las mejoras en el uso eficiente del agua son importantes para alcanzar la meta de estrés hídrico (meta 6.4 de los ODS). Y las mejoras en la eficiencia energética y la cuota de energía renovable son importantes para alcanzar la meta del cambio climático (ODS 13). El nivel de desacoplamiento necesario depende, pues, de estas metas finales. Por lo tanto, para las metas seleccionadas de los ODS relativas

Tabla 20.3: Metas e indicadores seleccionados para el consumo y la producción sostenible

Meta de los ODS	Meta en el GEO-6	MEA relacionado	Indicador*	Nivel esperado de la meta	Basado en	Agrupación en los Capítulos 21 y 22
2.3 Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular el de las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los ganaderos y los pescadores, mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos e insumos de producción y a los conocimientos, los servicios financieros, los mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas	Incrementar productividad agrícola	–	Mejorar el rendimiento	el esfuerzo requerido es resultado del análisis de las vías en el Capítulo 22		Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad
2.4 De aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos e implementar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo	Aumentar un uso eficiente de los nutrientes	–	Aportaciones totales de N al rendimiento de dichos cultivos (2.4.1)	el esfuerzo requerido es resultado del análisis de las vías en el Capítulo 22		Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad
6.4 Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que la padecen.	Aumentar la eficiencia en el uso del agua	–	6.4.1 Cambio en el uso eficiente de los recursos híbridos con el paso del tiempo	el esfuerzo requerido es resultado del análisis de las vías en el Capítulo 22		Agua dulce
7.2 Para 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas	Aumentar la cuota de energía renovable	–	7.2.1 Proporción de energía renovable en el consumo total de energía final	el esfuerzo requerido es resultado del análisis de las vías en el Capítulo 22		Energía, aire y clima
7.3 Para 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética		–	7.3.1. Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el producto interno bruto (PIB)	el esfuerzo requerido es resultado del análisis de las vías en el Capítulo 22		Energía, aire y clima

* Los indicadores que difieren de los indicadores oficiales de los ODS están en cursiva, y los indicadores de los ODS relacionados se muestran entre paréntesis
MEA = acuerdo ambiental multilateral

al *consumo y la producción sostenibles*, no se definen los niveles deseados para las metas cuantitativas. Tampoco para la meta 7.3 de los ODS, "duplicar la tasa mundial de mejora de eficiencia energética". En su lugar, el análisis sobre las vías del Capítulo 22 proporciona rangos sobre los esfuerzos necesarios para alcanzar las metas de los ODS seleccionados que abordan el bienestar humano y la base de los recursos naturales, teniendo en cuenta las interdependencias entre estos esfuerzos.

20.5 Conclusiones

Los ODS y los MEA conexos proporcionan una visión a largo plazo del desarrollo sostenible con el fin de influir en las políticas a nivel mundial, regional, nacional y local. En este capítulo se hace una selección de las metas de los ODS, vinculadas a las metas de los MEA relacionados y a la literatura científica (metas basadas en la ciencia) cuando es pertinente, acompañadas de indicadores claros y valores cuantitativos de las metas, a nivel mundial. El conjunto de metas resultante ofrece un punto de vista integrado sobre la dimensión medio ambiental de los ODS, centrándose en los temas medio ambientales del GEO-6 de la Parte A (aire, biodiversidad, océanos, tierra y agua dulce) y en la pobreza multidimensional relacionada (acceso a los alimentos, al agua y a la energía y mortalidad de los menores de cinco años). A diferencia de los ODS y los MEA relacionados, los objetivos basados en la ciencia (que son seleccionados cuando no hay objetivos cuantitativos acordados a nivel mundial) no se encuentran políticamente respaldados. Estos proporcionan una aproximación a las ambiciones de los ODS. Por último, para algunos objetivos seleccionados no se dispone actualmente de ningún objetivo cuantitativo acordado a nivel mundial o basado en la ciencia.

La selección de objetivos se analiza con más detalle en los capítulos siguientes: En el Capítulo 21 se examina el déficit de aplicación si no se formulan nuevas políticas y en el Capítulo 22 se analizan las vías para alcanzar los objetivos, incluidas las interrelaciones pertinentes (sinergias y compensaciones) entre las distintas medidas y objetivos. Los dos capítulos no abordan las diferencias regionales, nacionales o locales en cuanto a la evolución de estos objetivos y la aplicación de medidas para alcanzarlos. El Capítulo 23 analiza la aplicación desde una perspectiva ascendente, teniendo así en cuenta explícitamente la situación local, los diferentes actores y las perspectivas culturales.

Referencias

Alkemade, R., van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M. and ten Brink, B. (2009). GLOBIO3. A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems* 12(3), 374-390. https://doi.org/10.1007/s10021-009-9229-5.

Bizikova, L., Pinter, L., Huppé, G.A., Schandl, H., Arden-Clarke, C. y Averous, S. (2015). *Sustainable Consumption and Production Indicators for the Future SDGs.* Nairobi: United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8966/-Sustainable_consumption_and_production_indicators_for_the_future_SDGs_UNEP_discussion_paper%2c_March_2015-2015Sustainable-consumption-and-production-.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Boas, I., Biermann, F. y Kanie, N. (2016). Cross-sectoral strategies in global sustainability governance: Towards a nexus approach. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 16(3), 449-464. https://doi.org/10.1007/s10784-016-9321-1.

Collste, D., Pedercini, M. y Cornell, S.E. (2017). Policy coherence to achieve the SDGs: Using integrated simulation models to assess effective policies. *Sustainability Science* 12(6), 921-931. https://doi.org/10.1007/s11625-017-0457-x.

Convention on Biological Diversity (2010). *Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its tenth meeting X/2. The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets*. 29 October. UNEP/CBD/COP/DEC/X/2. 18. https://www.cbd.int/doc/ decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf

Daly, H.E. (1973). *Toward a Steady-State Economy.* San Francisco, CA: W.H. Freeman and Co Ltd. http://www.worldcat.org/title/toward-a-steady-state-economy/oclc/524050.

de Vries, W., Kros, J., Kroeze, C. y Seitzinger, S.P. (2013). Assessing planetary and regional nitrogen boundaries related to food security and adverse environmental impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(3-4), 392-402. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.004.

Elder, M., Bengtsson, M. y Akenji, L. (2016). An optimistic analysis of the means of implementation for sustainable development goals: Thinking about goals as means. *Sustainability* 8(9), 962. https://doi.org/10.3390/su8090962.

Elder M. y Olsen S.H. (2019). The Design of Environmental Priorities in the SDGs. *Global Policy*. Folke, C., Biggs, R., Norström, A.V., Reyers, B. y Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society* 21(3), 41. http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014). *The Water-Energy-Food Nexus: A New Approach in Support of Food Security and Sustainable Agriculture.* Rome. http://www.fao.org/3/a-bl496e.pdf.

Gerten, D., Hoff, H., Rockström, J., Jägermeyr, J., Kummu, M. y Pastor, A. (2013). Towards a revised planetary boundary for consumptive freshwater use: Role of environmental flow requirements. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(6), 551-558. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.001.

Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M.C., Shyamsundar, P. *et al.* (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature* 495, 305-307. http://dx.doi.org/10.1038/495305a.

Gupta, J. y Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 16(3), 433-448. http://dx.doi.org/10.1007/s10784-016-9323-z.

Hoff, H. (2011). Understanding the nexus: Background paper for the Bonn 2011 Nexus Conference. *Bonn 2011 Conference the Water, Energy and Food Security Nexus: Solutions for the Green Economy*. Bonn, 16-18 November 2011. Stockholm Environment Institute http://wef-conference.gwsp.org/fileadmin/documents_news/understanding_the_nexus.pdf

Hoff, H. y Alva, I.L. (2017). *How the Planetary Boundaries Framework Can Support National Implementation of the 2030 Agenda.* SEI Policy Brief. Stockholm: Stockholm Environment Institute. https://www.sei.org/mediamanager/documents/Publications/SEI-2017-PB-Hoff-HowthePlanetary.pdf.

International Council for Science (2017). *A Guide to SDG Interactions: From Science to Implementation.* Griggs, D.J., Nilsson, M. y Stevance, A. (eds.). Paris: International Council for Science. https://www.icsu.org/cms/2017/05/SDGs-Guide-to-Interactions.pdf.

International Council for Science and International Social Science Council (2015). *Review of Targets for the Sustainable Development Goals: The Science Perspective.* Paris: International Council for Science. https://www.icsu.org/cms/2017/05/SDG-Report.pdf.

Jabbour, J., Keita-Ouane, F., Hunsberger, C., Sanchez-Rodrıguez, R., Gilruth, P., Levy, M.A. *et al.* (2012). Internationally agreed environmental goals: A critical evaluation of progress. *Environmental Development* 3, 5-24. http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2012.05.002.

Kok, M.T.J., Alkemade, R., Bakkenes, M., van Eerdt, M., Janse, J., Mandryk, M. *et al.* (2018). Pathways for agriculture and forestry to contribute to terrestrial biodiversity conservation: A global scenario-study. *Biological Conservation* 221, 137-150. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.003.

Le Blanc, D. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. *Sustainable Development* 23(3), 176-187. https://doi.org/10.1002/sd.1582.

Lucas, P., Ludwig, K., Kok, M. y Kruitwagen, S. (2016). *Sustainable Development Goals in the Netherlands: Building Blocks for Environmental Policy for 2030.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-sustainable-development-in-the-Netherlands_1966.pdf.

Lucas P. L. y Wilting H. (2018). *Using Planetary Boundaries to Support National Implementation of Environment-Related Sustainable Development Goals.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/Using%20planetary%20boundaries%20to%20support%20national%20implementation%20of%20environment-related%20Sustainable%20Development%20Goals%20-%202748.pdf.

Lucas, P.L., Marcel, T., Kok, J., Nilsson, M. y Alkemade, R. (2014). Integrating biodiversity and ecosystem services in the post-2015 development agenda: Goal structure, target areas and means of implementation. *Sustainability* 6(1), 193-216. http://dx.doi.org/10.3390/su6010193.

Meadows, D.H. (1998). *Indicators and Information Systems for Sustainable Development.* Hartland, VT: The Sustainability Institute. http://donellameadows.org/wp-content/userfiles/IndicatorsInformation. pdf.

Nilsson, M., Griggs, D. y Visbeck, M. (2016). Policy: Map the interactions between sustainable development goals. *Nature* 534(7607). http://dx.doi.org/10.1038/534320a.

Nilsson, M., Lucas, P. y Yoshida, T. (2013). Towards an integrated framework for SDGs: Ultimate and enabling goals for the case of energy. *Sustainability* 5(10), 4124-4151. http://dx.doi.org/10.3390/su5104124.

Nilsson, M., Griggs, D., Visbeck, M. y Ringler, C. (2016). *A Draft Framework for Understanding SDG Interactions.* Paris: International Council for Science. https://www.icsu.org/cms/2017/05/SDG-interactions-working-paper.pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2015). *Better Policies for Development 2015: Policy Coherence and Green Growth.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/better-policies-for- development-2015_5js0bt7443lr.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2F9789264236813-en&mimeType=pdf.

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2017). *People and the Earth: International Cooperation for the Sustainable Development Goals in 23 infographics.* Kok, M., Sewell, A., de Blois, F., Warrink, A., Lucas, P. y van Oorschot, M. (eds.). The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/People_and_the_Earth_ WEB.pdf.

Pinter, L., Almassy, D., Antonio, E., Hatakeyama, S., Niestroy, I., Olsen, S. *et al.* (2014). *Sustainable Development Goals and Indicators for a Small Planet. Part I: Methodology and Goal Framework.* Singapore: Asia-Europe Foundation. https://www.asef.org/images/stories/publications/ebooks/ASEF_Report_Sustainable-Development-Goals-Indicators_01.pdf.

Raworth, K. (2012). *A Safe and Just Space for Humanity: Can we Live Within the Doughnut.* Oxfam Policy and Practice: Climate Change and Resilience. https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-130212-en.pdf.

Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist.* Chelsea Green Publishing. https://www.chelseagreen.com/product/doughnut-economics/.

Reid, A.J., Brooks, J.L., Dolgova, L., Laurich, B., Sullivan, B.G., Szekeres, P. *et al.* (2017). Post-2015 sustainable development goals still neglecting their environmental roots in the Anthropocene. *Environmental Science and Policy* 77, 179-184. http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.006.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E.F. *et al.* (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 461(7263), 472-475. http://dx.doi.org/10.1038/461472a.

Singh, G.G., Cisneros-Montemayor, A.M., Swartz, W., Cheung, W., Guy, J.A., Kenny, T.A. *et al.* (2018). A rapid assessment of co-benefits and trade-offs among Sustainable Development Goals. *Marine Policy* 93, 223-231. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.030.

Stafford-Smith, M., Griggs, D., Gaffney, O., Ullah, F., Reyers, B., Kanie, N. *et al.* (2017). Integration: The key to implementing the sustainable development goals. *Sustainability Science* 12(6), 911-919. http://dx.doi.org/10.1007/s11625-016-0383-3.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M. *et al.* (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347(6223), 1259855. http://dx.doi.org/10.1126/science.1259855.

United Nations (1972). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment*. A/CONF.48/14/Rev.1. http://www.un-documents.net/aconf48-14r1.pdf

United Nations (2015a). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development.* New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf.

United Nations (2015b). *Global Sustainable Development Report - 2015 Edition Advance Unedited Version.* New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1758GSDR%202015%20Advance%20Unedited%20Version.pdf.

United Nations (2017). *Global Indicator Framework for the Sustainable Development Goals and Targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/71/313. E/CN.3/2018/2. New York https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%20refinement_ Eng.pdf

United Nations (2018). *Tier Classification for Global SDG Indicators*. https://unstats.un.org/sdgs/files/Tier%20Classification%20of%20SDG%20Indicators_15%20October%202018_web.pdf

United Nations Convention to Combat Desertification (2017). *Global Land Outlook.* Bonn: https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf.

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme (2016). *Delivering on the Environmental Dimension of the 2030 Agenda for Sustainable Development: A Concept Note - Information Note by the Executive Director*. UNEP/EA.1/INF/18. http://sdgtoolkit.org/wp-content/uploads/2017/02/Delivering-on-the-Environmental-Dimension-of-the-2030-Agenda-for-Sustainable-Development-%E2%80%93-a-concept-note.pdf

United Nations Environment Programme (2015). *Policy Coherence of the Sustainable Development Goals: A Natural Resource Perspective.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9720/-Policy_Coherence_of_the_Sustainable_Development_Goals_A_Natural_Resource_Perspective-2015Policy_Coherence_of_the_Sustainable_Development_Goals_-_A_N.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). *Adoption of the Paris Agreement*. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. 12 December. https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01. pdf

van der Esch, S., ten Brink, B., Stehfest, E., Bakkenes, M., Sewell, A., Bouwman, A. *et al.* (2017). *Exploring Future Changes in Land Use and Land Condition and the Impacts on Food, Water, Climate Change and Biodiversity: Scenarios for the UNCCD Global Land Outlook.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-exploring-future- changes-in-land-use-and-land-condition-2076b.pdf.

van Vuuren, D.P., Kok, M., Lucas, P.L., Prins, A.G., Alkemade, R., van den Berg, M. *et al.* (2015). Pathways to achieve a set of ambitious global sustainability objectives by 2050: Explorations using the IMAGE integrated assessment model. *Technological Forecasting and Social Change* 98, 303-323. http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.005.

Waage, J., Yap, C., Bel, S., Levy, C., Mace, G., Pegram, T. *et al.* (2015a). Governing the sustainable development goals: Interactions, infrastuctures, and institutions. *The Lancet global health* 3(5), e251–e252. http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X(15)70112-9.

Waage, J., Yap, C., Bell, S.J., Levy, C., Mace, G., Pegram, T. *et al.* (2015b). Governing sustainable development goals: Interactions, infrastructures and institutions. En *Thinking Beyond Sectors for Sustainable Development.* Waage, J. y Yap, C. (eds.). London: Ubiquity Press. 79-88. http://discovery.ucl.ac.uk/1505333/1/Waage_governing-sustainable-development-goals-interactio.pdf

Weitz, N., Carlsen, H., Nilsson, M. y Skånberg, K. (2017). Towards systemic and contextual priority setting for implementing the 2030 Agenda. *Sustainability Science* 13(2), 531-548. http://dx.doi.org/10.1007/s11625-017-0470-0.

Weitz, N., Nilsson, M. y Davis, M. (2014). A nexus approach to the post-2015 agenda: Formulating integrated water, energy, and food SDGs. *SAIS Review of International Affairs* 34(2), 37-50. http://dx.doi.org/10.1353/sais.2014.0022.

World Health Organization (2006). *WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide: Global Update 2005. Summary of Risk Assessment.* Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=F232D7F7BDD673090F5BB2309F58CAA8?sequence=1.

Yillia, P.T. (2016). Water-Energy-Food nexus: Framing the opportunities, challenges and synergies for implementing the SDGs. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 68(3-4), 86-98. http://dx.doi.org/10.1007/s00506-016-0297-4.

Zhou, X. y Moinuddin, M. (2017). *Sustainable Development Goals Interlinkages and Network Analysis: A Practical Tool for SDG Integration and Policy Coherence.* Hayama: Institute for Global Environmental Strategies. https://pub.iges.or.jp/pub_file/igesresearch-reportsdg/download.



Capítulo 21

Desarrollos a Futuro sin Políticas Específicas



© Shutterstock/kwest

Autores coordinadores principales: Paul Lucas (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Steve Hedden (Frederick S. Pardee Center for International Futures), Detlef van Vuuren (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency)

Autores principales: Katherine V. Calvin (Joint Global Change Research Institute/ PNNL), Serena H. Chung (United States Environmental Protection Agency), Mike Harfoot (United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC)), Alexandre C. Köberle (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Jonathan D. Moyer (Frederick S. Pardee Center for International Futures), Yoshihide Wada (International Institute for Applied Systems Analysis)

Autores contribuyentes: Barry B. Hughes (Frederick S. Pardee Center for International Futures), Fintan Hurley (Institute of Occupational Medicine), Terry Keating (United States Environmental Protection Agency)

Asistente GEO: Katrina Lyne (James Cook University)

Resumen ejecutivo

Junto con otras herramientas, el análisis de escenarios basado en modelos proporciona un método útil para explorar si las metas relacionadas con el medio ambiente de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los Acuerdos Multilaterales sobre Medio Ambiente (MEA, por su sigla en inglés) conexos serán alcanzados (bien establecido). Evaluar si las tendencias actuales conducen al cumplimiento de las metas seleccionadas que se describen en el Capítulo 20 es complejo; requiere conocer las interacciones de las diferentes tendencias y sistemas, la inercia y las relaciones entre niveles. Sin dejar de lado las numerosas complejidades, una combinación de argumentos cualitativos y herramientas de escenarios cuantitativos pueden ayudar a explorar las posibles tendencias futuras. Aunque los escenarios nunca podrán pronosticarse, ya que pueden presentarse imprevistos, estos pueden orientar a los responsables de la toma de decisiones sobre las probables implicaciones de las tendencias actuales. {21.2}

Una evaluación de la literatura sobre escenarios concluye que si se mantienen las tendencias actuales es probable que no se alcancen algunas metas de los ODS relacionadas con el medio ambiente y de los MEA (*bien establecido*). **Si bien se prevé una cierta mejora de los indicadores relacionados con el desarrollo humano, que no es lo suficientemente rápida como para cumplir los objetivos, se estima que los relacionados con la base de los recursos naturales seguirán avanzando en la dirección equivocada** (*establecido, pero incompleto*). El crecimiento demográfico previsto y el desarrollo económico implican que la demanda de alimentos, agua y energía aumentará, considerablemente, hacia 2050. Al mismo tiempo, si se mantienen los escenarios habituales, la reducción del hambre, el acceso al agua potable y a un saneamiento adecuado y el acceso a servicios energéticos modernos mejorarán claramente con el tiempo, pero no con la rapidez suficiente para alcanzar las metas de los ODS para el 2030. Además, aunque las mejoras previstas en la eficiencia de los recursos en todos los ámbitos (rendimiento agrícola, eficiencia en el uso de nutrientes, eficiencia en el uso del agua y eficiencia energética) limitarán en cierta medida el impacto del uso de los recursos en el medio ambiente, estas mejoras no son suficientes para reducir la presión sobre los sistemas medio ambientales que ya se encuentran bajo tensión. En consecuencia, se prevé que las tendencias de degradación del medio ambiente continuarán a un ritmo rápido llevando a que los objetivos relacionados no se alcancen. {21.4}

De acuerdo con las tendencias actuales, las presiones ambientales relacionadas con el sistema agrícola y alimentario seguirán aumentando (*bien establecido*). Según las proyecciones, la población mundial y la renta per cápita aumentarán, por lo que se prevé un aumento del consumo de alimentos, tanto por persona, como a nivel general. Al mismo tiempo, se prevé que el número de personas subalimentadas se reduzca de entre 300 y 650 millones en 2030, una cifra que sigue superando, considerablemente, el objetivo de acabar con el hambre en el mundo. Más aún, la producción de alimentos y el uso de la tierra están directamente relacionados con muchos problemas medio ambientales. Se prevé que la demanda agrícola mundial aumente entre un 50% y un 60%. En las últimas décadas, alrededor de cuatro quintas partes del aumento de la demanda de alimentos se satisfizo mediante la intensificación de la agricultura y una quinta parte mediante el aumento de la superficie agrícola. Esta tendencia se espera que continúe de manera más o menos constante. En conjunto, los sistemas de producción de alimentos seguirán contribuyendo a la expansión de la tierra, al aumento de la demanda de agua y de la escorrentía de nutrientes, a la pérdida de biodiversidad y a la degradación de la tierra. Con lo cual, los objetivos relacionados no se alcanzarán. {21.3.2}

En ausencia de nuevas políticas, los objetivos del Acuerdo de París no se alcanzarán (*bien establecido*). Se prevé que el suministro de energía primaria crezca entre un 50% y un 70% entre 2010 y 2050. Además, se prevé que los combustibles fósiles seguirán ocupando un lugar destacado en el sistema energético mundial. En consecuencia, se prevé que el uso de la energía seguirá siendo la principal causa de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, los sistemas agrícolas y el uso de la tierra seguirán contribuyendo con dichas emisiones. Se espera que las políticas climáticas actuales y previstas, formuladas por diferentes países en el marco del Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, conduzcan, en el mejor de los casos, a una estabilización de las emisiones. Esto es considerablemente menos de lo que se necesitaría para alcanzar los objetivos de dicho acuerdo, es decir, mantener la temperatura muy por debajo de los 2°C, y si es posible por debajo de los 1,5°C. La consecución de estos objetivos exigiría una descarbonización casi total del sistema energético. {21.3.3}

Se prevé que la contaminación del aire ambiente seguirá contribuyendo a millones de muertes prematuras en las próximas décadas (*establecido, pero incompleto*). Existen diferentes formas de contaminación atmosférica urbana y regional. Se calcula que la exposición a las partículas finas en el ambiente ($MP_{2,5}$) ha causado, aproximadamente, 4 millones de muertes prematuras en 2016 y puede utilizarse como indicador de los efectos adversos de la contaminación atmosférica en la salud. En ausencia de políticas estrictas de control de la contaminación atmosférica, se prevé que las concentraciones de $MP_{2,5}$ en el ambiente aumenten. La mayoría de los escenarios de tendencias suponen que las anteriores tendencias de políticas más estrictas en materia de contaminación atmosférica, unidas al aumento de los ingresos, se mantendrán en el futuro, es decir, que se aplicarán políticas más estrictas en materia de contaminación atmosférica en los países en desarrollo a medida que aumenten sus ingresos, con lo que se prevé una lenta disminución de las emisiones de $MP_{2,5}$ y de sus precursores en la mayoría de las regiones del mundo. Sin embargo, esta tendencia seguiría sin ser suficiente para reducir las concentraciones de $MP_{2,5}$ por debajo del objetivo de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es menos estricto, en amplias zonas de Asia, Oriente Medio y África, lo que provocaría entre 4,5 y 7 millones de muertes prematuras en todo el mundo a mediados de siglo {21,3,3}.

De igual forma se ha previsto un aumento a nivel mundial en la escasez hídrica, así como en la población afectada por esta (*establecido, pero incompleto*). Adicionalmente, se calcula que, en este siglo, la demanda mundial de agua por parte de los seres humanos aumentará entre un 25% y un 40%. Este aumento se debe, principalmente, al rápido crecimiento de la población y de las actividades industriales (mayor uso de electricidad y energía) en los países en desarrollo. También se prevé un aumento de la superficie de regadío y de la intensidad del riego, pero su efecto se verá probablemente compensado por la mejora de la eficiencia de este en las regiones que tienen un fuerte desarrollo económico. Los cambios en el régimen de lluvias ejercerán una presión adicional sobre la disponibilidad regional de agua. Para 2050, se prevé que la población asiática que vive en zonas expuestas a un grave estrés hídrico aumente cerca del 50% en comparación con los niveles de 2010, lo que supondrá una fuerte presión sobre las reservas de agua subterránea no renovable. {21.3.4}

Los océanos, se estima, que también continuarán contaminados y sobreexplotados (*establecido, pero incompleto*). Los flujos de nutrientes (nitrógeno y fósforo) desde el agua dulce hacia los océanos del mundo superan los niveles sostenibles y, en consecuencia, se prevé que aumente el riesgo de zonas muertas y floraciones de algas tóxicas en las zonas costeras. Esto está relacionado, en gran medida, con el aumento del uso de fertilizantes en la producción agrícola y con los avances en el tratamiento de las aguas residuales, las cuales se encuentran rezagadas en comparación con las mejoras que presenta el acceso al saneamiento. Como consecuencia del aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO_2), está previsto que los océanos se acidifiquen aún más, afectando negativamente la capacidad de los organismos marinos para crear conchas y esqueletos, o incluso provocando su disolución. Cabe decirse que también se espera que la acidificación aumente más rápidamente en las regiones polares. Por último, con las estrategias de pesca actuales, se espera que el aumento previsto de la demanda de pescado reduzca la proporción de las poblaciones de peces que se mantienen en niveles biológicamente sostenibles. {21.3.5}

Se prevé que los riesgos ambientales prevenibles para la salud seguirán siendo importantes en 2030, con los consiguientes efectos negativos en materia de mortalidad infantil (*establecido, pero incompleto*). Casi una cuarta parte de todas las muertes ocurridas en el mundo en 2012 pueden atribuirse a factores ambientales y una parte mayor se produce en poblaciones vulnerables como lo son los niños y los ancianos, y en países en desarrollo. Los principales factores de riesgo ambiental, es decir, la exposición a la contaminación atmosférica y la falta de acceso al agua potable, a un saneamiento adecuado o a servicios energéticos modernos, junto con el hambre en el mundo, se espera que mejoren hacia 2030, pero no lo suficientemente rápido como para alcanzar los objetivos correspondientes en todos los países. Se prevé que la mortalidad infantil mundial disminuya, pero no lo suficiente como para alcanzar las metas de los ODS en muchos países en desarrollo. Especialmente en el África Subsahariana, las tasas de mortalidad infantil siguen siendo elevadas, con una proporción continua, aunque menor, que está relacionada con factores de riesgo ambiental prevenibles. {21.3.6}

21.1 Introducción

El Capítulo 20 ofrece una visión general de los objetivos relacionados con el medio ambiente que la comunidad internacional se comprometió a apoyar, basándose en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y en una serie de Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente (MEA, por su sigla en inglés). En este capítulo se examina la literatura internacional en materia de escenarios para evaluar en qué medida las tendencias actuales, y a largo plazo, están en consonancia con la consecución de estos objetivos, así como para comprender y poner de relieve las posibles brechas de aplicación.

21.2 Escenarios medio ambientales mundiales

Los objetivos medio ambientales y de desarrollo sostenible suelen formularse en un periodo de tiempo, en algún lugar a futuro. En un esfuerzo por informar a los responsables de la toma de decisiones sobre los retos medio ambientales y de sostenibilidad a nivel mundial, las Evaluaciones Ambientales Globales (EAG) exploran posibles futuros, centrándose, especialmente, en la investigación de las consecuencias de las tendencias actuales y en la evaluación de si se van a cumplir los objetivos y metas fijados (Clark, Mitchell y Cash 2006; van Vuuren *et al.* 2012). Esto no es sencillo: está claro que nadie sabe qué camino tomará el mundo en los próximos 40 años y las visiones del mundo influyen en nuestras expectativas sobre este camino. Las evaluaciones abordan el componente de las perspectivas y la incertidumbre que conlleva de diferentes maneras. Algunas utilizan un escenario de referencia que capta un estado futuro probable. Otras utilizan múltiples escenarios que reflejan diferentes historias. En todos los casos, los escenarios son "descripciones plausibles de cómo podría evolucionar el futuro, basándose en un conjunto coherente e internamente consistente de suposiciones ("lógica del escenario") sobre las relaciones clave y las fuerzas motrices, es decir, la interacción entre tecnología, economía y medio ambiente" (Nakicenovic *et al.* 2000). A menudo, una línea argumental se cuantifica dentro de un modelo. Si bien la cuantificación basada en un modelo puede servir para tener en cuenta las numerosas relaciones que existen en distintas escalas, entre regiones, en el tiempo y entre diversos sectores y problemas medio ambientales, los elementos de la línea argumentativa ayudan a garantizar la coherencia de otros elementos que son más difíciles de cuantificar. El principal objetivo de esta metodología de escenarios es ser lo más rigurosa posible desde el punto de vista científico y, al mismo tiempo, proporcionar información relevante para las políticas (van Vuuren *et al.* 2012).

En los últimos años se ha publicado un gran número de informes de evaluación medio ambiental, los cuales, en su mayoría se centran en cuestiones específicas de dicha naturaleza, como el cambio climático (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2014a), la pérdida de biodiversidad (Secretariat of the Convention on Biological Diversity [SCBD] 2014), y la gestión y restauración de los recursos de la tierra (United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] 2017).

Estos pueden garantizar la incorporación de información científica a los procesos de toma de decisiones de las tres convenciones de Río, es decir, la CMNUCC, el CDB y la CNULCD, respectivamente. Otras evaluaciones ambientales se centran menos en procesos de toma de decisiones específicos. Las evaluaciones ambientales más sectoriales abordan las principales fuerzas motrices del cambio ambiental, por ejemplo, el sistema energético mundial (Global Energy Assessment [GEA] 2012; International Energy Agency [IEA] 2017a) y el sistema agrícola mundial (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] y the Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2017). Por último, algunas evaluaciones ambientales examinan más de cerca las interrelaciones entre las cuestiones ambientales y su relación con el desarrollo humano. Algunos ejemplos son la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment [MEA] 2005) y los informes Perspectivas del Medio Ambiente Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (por ejemplo, UNEP 2012).

Curiosamente, un número limitado de escenarios arquetípicos clave, o familias de escenarios, reaparecen en muchas de estas evaluaciones (van Vuuren *et al.* 2012). El término "familia de escenarios" denota un conjunto de escenarios en la literatura que comparten una línea argumental o lógica similar, resultando esto en un tipo de cuantificación similar. Basándose en estos elementos clave, van Vuuren *et al.* (2012) identificaron seis familias de escenarios:

i. optimismo económico-tecnológico/ escenarios de mercados convencionales;
ii. escenarios de mercados reformados;
iii. escenarios de sostenibilidad global;
iv. competencia regional/escenarios de mercados regionales;
v. escenarios de desarrollo sostenible regional; y,
vi. escenarios habituales o tendenciales.

Ninguno de estos escenarios es una predicción o pronóstico del futuro, ya que solo pretenden explorar posibles vías de desarrollo en el largo plazo.

Este capítulo se centra en los escenarios habituales o tendenciales, en los cuales se presume que el funcionamiento de los mecanismos socioeconómicos básicos continúa dándose sin cambios y que la introducción de nuevas políticas explícitas para alcanzar objetivos políticos específicos no se da. Una evaluación sobre la literatura de escenarios fue realizada con el fin de analizar hasta qué punto las tendencias actuales, y a largo plazo, están en consonancia con la consecución de las metas relacionadas con el medio ambiente de los ODS y los MEA conexos (véase la selección de metas en el Capítulo 20), y para comprender y poner de relieve las posibles deficiencias de aplicación. La evaluación del escenario se utiliza como punto de referencia con respecto al cual se evalúan posibles vías a futuro y alternas de desarrollo, que buscan alcanzar los objetivos seleccionados simultáneamente (véase el Capítulo 22).

Recuadro 21.1: Los residuos como causa importante de la degradación del medio ambiente

La Parte A del sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) identificó una serie de problemas constantes de gestión de residuos que preocupan a nivel mundial, especialmente, los residuos alimentarios y los desechos marinos. También llamó la atención la creciente disparidad entre las regiones, ya que las regiones desarrolladas generan alrededor del 56% de los residuos alimentarios, frente al 44% de las regiones en desarrollo. Igualmente, aunque las regiones desarrolladas invierten cada vez más en medidas de economía circular, unos 3.000 millones de personas carecen de acceso a instalaciones controladas de eliminación de residuos, lo que genera tanto riesgos para la salud, como impactos ambientales. Los residuos plásticos son, especialmente, preocupantes. Sin embargo, hay una carencia general de estudios de flujos de residuos futuros y la mayoría de los escenarios de este tipo están ausentes en la literatura. Por ello, en los Capítulos 21 y 22 los residuos no se abordan como una cuestión independiente. No obstante, el problema de la gestión de estos es fundamental para alcanzar varios ODS, por lo cual, las políticas para abordar su creciente problema tendrán que considerar cuidadosamente tanto lo relacionado con la reducción de la demanda, como la reestructuración de la oferta.

Recuadro 21.2: Las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas

Las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por su sigla en inglés) son cinco vías globales distintas que describen la evolución futura de aspectos clave de la sociedad que, en conjunto, implican una serie de retos para la mitigación y la adaptación al cambio climático (O'Neill *et al.* 2017; Riahi *et al.* 2017). Estas han sido desarrolladas en líneas argumentales y medidas cuantitativas para una amplia gama de cuestiones, incluyendo la evolución de la energía y el uso de la tierra y las emisiones de GEI relacionadas, sobre la base de escenarios y otros métodos diversos. Al estar formulados de forma relativamente amplia y abarcar una gran variedad de futuros posibles, también se utilizan ampliamente para otros campos de la investigación y la evaluación medio ambiental. Las cinco SSP son:

i. desarrollo sostenible (SSP1);
ii. desarrollo de término medio (SSP2);
iii. rivalidad regional (SSP3)
iv. desigualdad (SSP4); y,
v. desarrollo con combustibles fósiles (SSP5).

Las SSP no están exentas de políticas. Por el contrario, incluyen todo tipo de supuestos en materia de políticas. Sin embargo, dado que se formularon específicamente para apoyar la investigación y la evaluación sobre el cambio climático, los escenarios de referencia de las SSP están libres de políticas climáticas más allá del año de referencia. De igual forma, las SSP no están exentas de políticas medio ambientales y de desarrollo sostenible. De hecho, los elementos clave en la SSP1, por ejemplo, son el bajo crecimiento de la población, la convergencia económica, el rápido desarrollo de tecnologías respetuosas con el medio ambiente y la introducción de políticas medio ambientales. Por el contrario, la SSP3 correspondiente a la rivalidad regional, conduce a un alto crecimiento de la población, a un lento desarrollo económico y a un enfoque en cuestiones de seguridad, y, por lo tanto, a una escasa prioridad de las cuestiones medio ambientales.

Recuadro 21.3: La necesidad de coordinación entre las evaluaciones medio ambientales

Actualmente existen varias evaluaciones que incluyen un componente de perspectiva y se centran en ODS específicos. Entre ellas se encuentran la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica, la Perspectiva Global de la Tierra, la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas, y la Perspectiva Mundial del Medio Ambiente. Como se destaca en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, está claro que los ODS no pueden alcanzarse sin tener en cuenta importantes sinergias y compensaciones entre estos objetivos (véase también la Sección 22.4.2). Por este motivo, será cada vez más importante coordinar el trabajo de las distintas evaluaciones y comprobar si las principales conclusiones abordan la agenda de los ODS en su conjunto.

No todos los temas relevantes se abordan por igual en la literatura sobre escenarios. Por ejemplo, hay muchos escenarios publicados sobre el cambio climático, mientras que solo unos pocos estudios de esta naturaleza se centran en la contaminación del agua; igualmente, otros temas de interés mundial, como los productos químicos y los residuos, apenas se abordan en la bibliografía sobre escenarios (**véase el Recuadro 21.1**). Por tanto, la bibliografía disponible limita el alcance del análisis. En consecuencia, no todas las cuestiones relevantes que se tratan en la Parte A del GEO-6, como los productos químicos y los residuos, se tratan en el análisis de los Capítulos 21 y 22.

Un conjunto de escenarios muy utilizado es el de las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, **Recuadro 21.2**), las cuales se desarrollaron principalmente para apoyar la investigación climática (van Vuuren *et al.* 2014; Riahi *et al.* 2017), pero también se utilizan ampliamente en otros campos de la investigación y la evaluación medio ambiental, ya que exploran un amplio conjunto de futuros posibles. Dentro de este conjunto, la SSP2 es un escenario que representa la evolución media de las principales fuerzas motrices, como la población, el crecimiento económico y el desarrollo tecnológico. Nuestra evaluación se centra en los escenarios sin cambios, o tendenciales, utilizando el escenario intermedio SSP2 como hilo conductor de los diferentes temas tratados. En los casos en que resulte pertinente, se utilizarán otros escenarios tendenciales. Además, cuando sea posible, los resultados del escenario SSP3 se presentarán para indicar el riesgo de un mayor crecimiento de la población.


© Shutterstock/Wanna Thongpao

21.3 El logro de los ODS y de los MEA conexos en los escenarios tendenciales

Los escenarios sin cambios o tendenciales, tal y como se discutió en la Sección 21.2, se utilizan para evaluar hasta qué punto las tendencias actuales y a largo plazo están en consonancia con la consecución de las metas de los ODS seleccionadas (**véanse las Tablas 20.1 y 20.2**). Estas últimas metas se evalúan en cinco grupos distintos relacionados con cuestiones ambientales estrechamente relacionadas (**véase la Figura 21.1**). Aunque existen vínculos entre estos grupos, su presentación en cinco agrupaciones, facilita un debate más centrado. Cuatro de los cinco grupos están, estrechamente, relacionados con los cinco temas medio ambientales tratados en la Parte A (aire, biodiversidad, océanos, tierra y agua dulce). La biodiversidad y la tierra se agrupan juntas, ya que ambas están fuertemente vinculadas a la evolución de la agricultura. Por otra parte, la salud humana se analiza como un grupo individual.

21.3.1 Fuerzas motrices

Hay varias fuerzas motrices fundamentales del cambio medio ambiental a nivel mundial. Aquí nos centramos en la población, la urbanización y el desarrollo económico. Aunque el cambio climático se discute como fuerza motriz en el Capítulo 2, dado que no se puede influir en él a corto plazo, se evalúa aquí como un reto medio ambiental global, que hace parte del grupo de energía, clima y aire. El papel de la tecnología también se discute dentro de los diferentes grupos, principalmente en el contexto de la eficiencia en el uso de los recursos. Cabe señalar que las prácticas de consumo y producción (in)sostenibles también desempeñan un papel fundamental (véase la Sección 2.5).

Población

Las Perspectivas de la Población Mundial de las Naciones Unidas (United Nations 2017) y los escenarios poblacionales subyacentes a las SSP (Samir y Lutz 2017) son algunos de los que se utilizan principalmente en la literatura (véase la Sección 2.2). Dichos escenarios comparten características importantes: prevén que el crecimiento de la población continuará y se situará cerca de los 8.500 millones para 2030 y de los 9.000 -10.000 millones para 2050 (**véase la Figura 21.2**). Los escenarios de alto crecimiento poblacional, como la SSP3, suelen estar asociados a una lenta mejora del desarrollo humano. Las proyecciones demográficas bajas son el resultado de un descenso relativamente rápido de las tasas de fertilidad. Se prevé que más de la mitad del crecimiento previsto se producirá en África y alrededor del 30% en Asia (principalmente, en el sur). Después de 2050, se prevé que África será la única región que experimente un crecimiento demográfico sustancial.

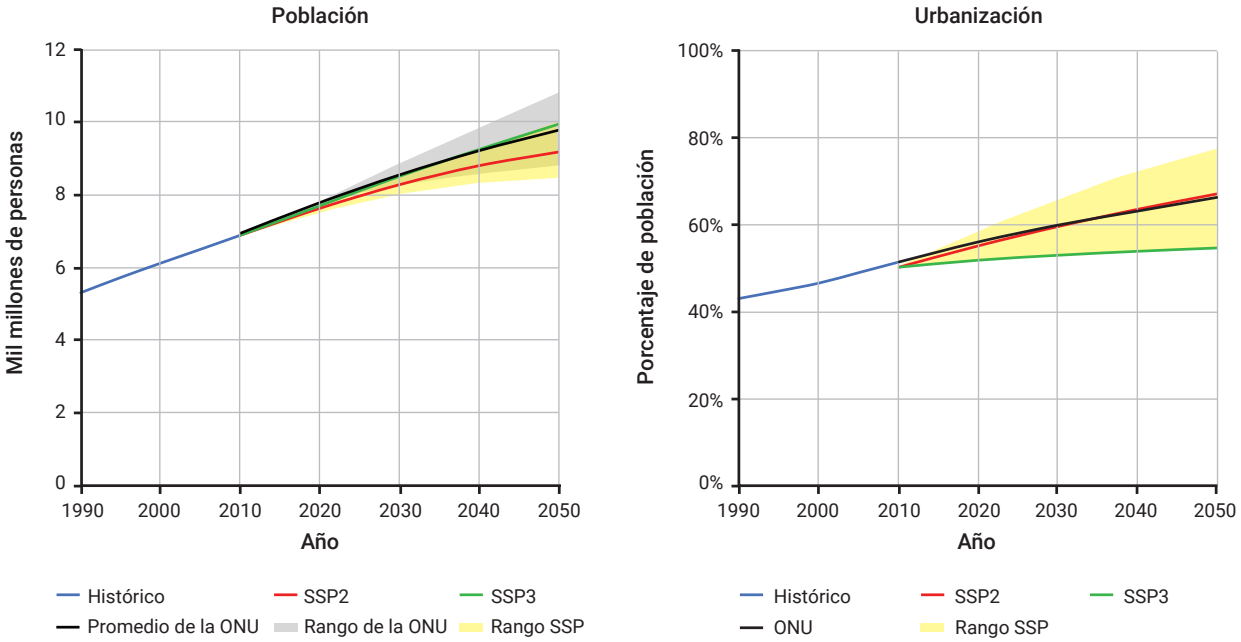
Urbanización

A escala mundial, actualmente hay más personas que viven en zonas urbanas que en zonas rurales (véase la Sección 2.3) Los niveles de urbanización difieren, significativamente, entre las regiones del mundo, con más del 80% de la población viviendo en zonas urbanas en América Latina y el Caribe, y sólo alrededor del 40% en África. Se prevé que la urbanización aumentará en todas las regiones y que los niveles medios de urbanización mundial crecerán hasta alrededor del 60% en 2030 y el 67% en 2050, según las Perspectivas de Urbanización Mundial y la SSP2 de las Naciones Unidas (United Nations 2014; Jiang y O'Neill 2017) (**véase la Figura 21.2**). Junto con el aumento de la población general, se prevé que la población urbana mundial crecerá en más de dos tercios de aquí a

Figura 21.1: Objetivos seleccionados y sus grupos relacionados, según análisis realizado en este capítulo

	Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad	Energía, aire y clima	Agua dulce	Océanos	Salud humana
Salud humana	• Acabar con el hambre	• Lograr el acceso universal a los servicios energéticos modernos	• Lograr el acceso universal al agua potable y a un saneamiento adecuado	• Acabar con el hambre	• Acabar con las muertes evitables de niños menores de 5 años
Consumo y producción sostenibles	• Aumentar la productividad agrícola • Aumentar la eficiencia en el uso de los nutrientes	• Aumentar la eficiencia energética • Aumentar la proporción de energías renovables	• Aumentar la eficiencia en el uso del agua	• Aumentar la productividad agrícola • Aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes	
Base de los recursos naturales	• Lograr la neutralidad de la degradación de la tierra • Detener la pérdida de biodiversidad	• Limitar el calentamiento global • Mejorar la calidad del aire en las ciudades	• Reducir la escasez de agua • Mejorar la calidad del agua	• Gestionar de forma sostenible los recursos oceánicos • Minimizar la acidificación de los océanos • Reducir la contaminación por nutrientes marinos	

Figura 21.2: Proyecciones futuras de la población mundial (izquierda) y de urbanización (derecha)



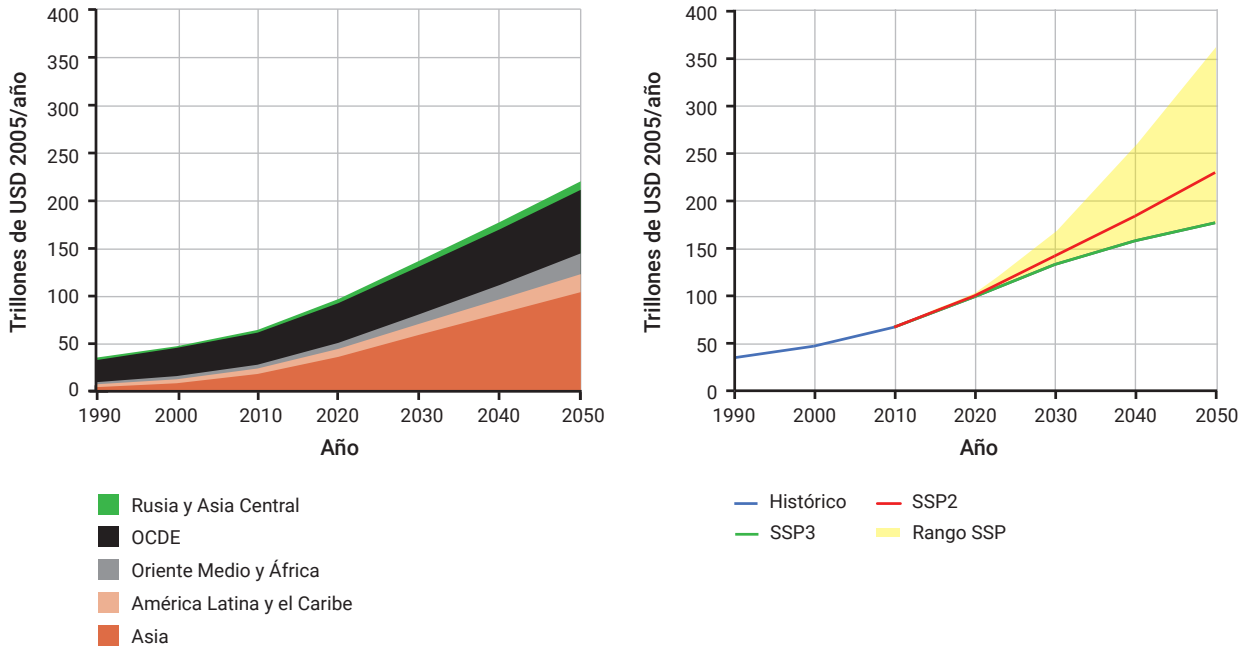
Fuente: Proyecciones sobre SSP (Jiang y O'Neill 2017; Samir y Lutz 2017); Proyecciones de la ONU (United Nations 2014; United Nations 2017).

2050, con un aumento de casi el 90% en África y Asia (United Nations 2014). En el marco de la SSP3, las hipótesis sobre el lento desarrollo económico coinciden con una tasa de urbanización más baja. Aun así, como el crecimiento total de la población es mucho mayor, se prevé que la población urbana aumente considerablemente.

Desarrollo Económico

En los últimos 30 años, la economía mundial ha crecido una media del 3,5% anual, tasa impulsada por el fuerte crecimiento económico de las economías emergentes de Asia (véase la Sección 2.4). La mayoría de los institutos económicos solo publican proyecciones para los próximos diez años o menos.

Figura 21.3: Proyecciones a futuro del PIB total por región según el SSP2 (izquierda) y del PIB mundial según el SSP2 y el SSP3 (derecha)



Fuente: Dellink *et al.* (2017).

De hecho, la mayoría de las proyecciones económicas a largo plazo se elaboran como parte de las evaluaciones ambientales.

Según las proyecciones para las SSP, el crecimiento histórico continuará, cerca del 3,1% anual en la SSP2 y el 2,5% en la SSP3 (Dellink *et al.* 2017). En el caso de los países de la OCDE, el crecimiento económico proyectado es algo inferior a la tasa histórica (1,7% en la SSP2), y el crecimiento anual disminuirá con el tiempo debido al envejecimiento de la población. Por el contrario, se prevé que los países de bajos ingresos crecerán entre el 3% y el 5% anual. Debido a la actual escasez de entradas de capital y a los altos rendimientos de las inversiones de capital, el potencial de crecimiento de la productividad del trabajo y del capital es fuerte. En el caso de los países asiáticos, las tasas de crecimiento previstas son ligeramente inferiores a las rápidas tasas históricas, disminuyendo aún más con el tiempo como consecuencia de la madurez de sus economías, con niveles de productividad que se aproximan a aquellas de los países de la OCDE. Por el contrario, en América Latina y el Caribe, así como en Oriente Medio y el Norte de África, las tasas de crecimiento son más elevadas. Aunque esto implica que, en términos relativos, hay cierta convergencia entre las distintas partes del mundo, las diferencias siguen siendo importantes. En términos de cuotas relativas, estas proyecciones implican un fuerte cambio. Por ejemplo, en el marco de la SSP2, se prevé que la participación actual de los países de la OCDE en la economía mundial se reducirá por lo menos en un tercio (frente a la mitad, aproximadamente, en la actualidad), mientras que se prevé que la participación de Asia crecerá hasta casi el 50%. Las proyecciones económicas también tienen implicaciones en la pobreza. Históricamente, la pobreza absoluta, calculada por el número de personas que viven con menos de 1,90 dólares al día, se redujo de 1.850 millones en 1990 a menos de 800 millones en 2013 (World Bank 2016a). Las proyecciones para 2030 oscilan entre 100 millones y más de mil millones y la mayoría de los estudios sugieren un nivel de 400 a 600 millones de personas (Chandy, Ledlie y Penciakova 2013; Burt, Hughes y Milante 2014). La variación en los escenarios se debe a las grandes diferencias en los supuestos sobre el crecimiento del consumo de los hogares y a los cambios en la distribución de los ingresos.

21.3.2 Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad

La producción de alimentos y el uso de la tierra están, directamente, relacionados con una serie de problemas medio ambientales (véase el Capítulo 8). A medida que se prevé que la población y los ingresos aumenten, también se espera que aumente el consumo de alimentos, tanto per cápita como general (Bijl *et al.* 2017; Popp *et al.* 2017). En 2050, se estima que la producción total de cultivos (alimentos, piensos y biocombustibles) oscilará entre 5.800 millones y 8.300 millones de toneladas anuales, lo que supone un aumento de entre el 50% y el 130% respecto a los niveles de 2010 (Tilman *et al.* 2011; Popp *et al.* 2017), aunque la mayoría de las proyecciones sugieren un aumento del 50% al 60%.

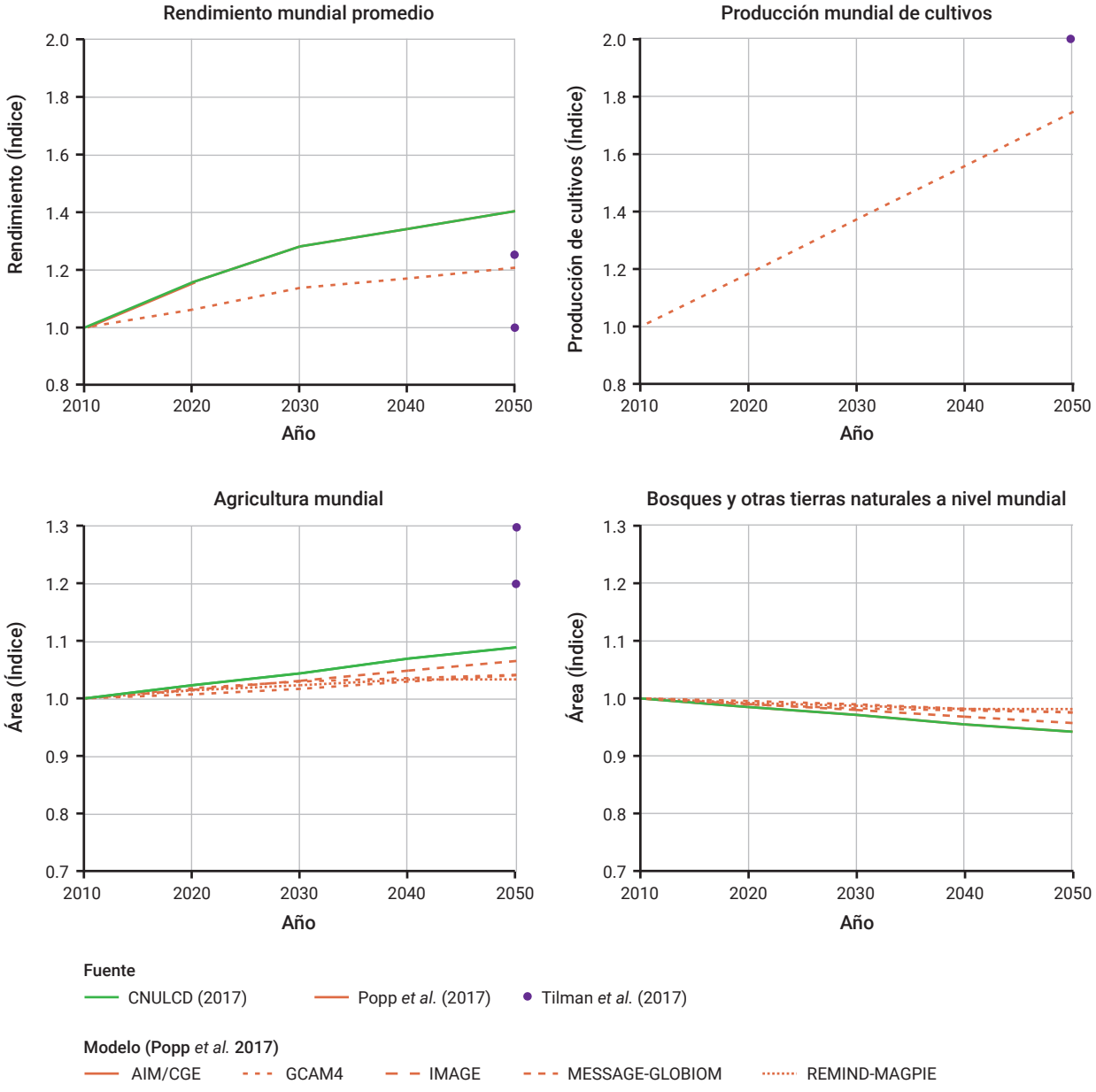
En las últimas décadas, a nivel mundial, alrededor del 80% del aumento de la demanda de alimentos se satisfizo mediante la intensificación de la agricultura (aumento del rendimiento de los cultivos y el tránsito hacia sistemas de cría de animales más intensificados) y el 20% mediante un aumento de la superficie agrícola (Smith *et al.* 2010). Es de esperarse que estos porcentajes se mantengan más o menos a largo plazo. El resultado neto es un aumento de la superficie agrícola total (tierras de cultivo y pastos) en 2050 del 3% al 9% (Popp *et al.* 2017). Dado que, en varias regiones, las tierras más productivas ya han sido utilizadas, la expansión de la tierra tiene lugar en tierras menos productivas, lo que requiere más superficie por tonelada de producción (van der Esch *et al.* 2017). En general, la expansión se produce a expensas de los bosques y las sabanas, las cuales albergan importantes focos de biodiversidad, sumideros de carbono y otros servicios ecosistémicos (CBD 2014).


© Shutterstock/MaciejToporowicz

Recuadro 21.4: Impactos del cambio climático en la agricultura

En los escenarios sin cambios, se espera que la temperatura media mundial aumente más de 2°C en 2050 y 2,5°-6°C en 2100 (IPCC 2014b). Para la agricultura, este cambio climático supondrá riesgos significativos al cambiar los patrones de precipitación estacional, aumentar las temperaturas máximas, aumentar la frecuencia y la gravedad de las sequías, incrementar el riesgo de eventos catastróficos (tormentas) y perturbar los servicios de los ecosistemas destinados a la agricultura. Esto podría tener un claro impacto negativo en la capacidad del sistema agrícola para alcanzar los ODS con respecto al hambre, la agricultura sostenible y la protección de la biodiversidad. Los impactos previstos varían según los cultivos y las regiones y según los distintos escenarios de adaptación. En general, se espera que las regiones tropicales experimenten impactos negativos más graves que las regiones templadas y que lo hagan con niveles de calentamiento más bajos (según el IPCC, en el periodo histórico se han registrado impactos más fuertes en las regiones templadas). Si la adaptación al cambio climático se implementa, los rendimientos pueden aumentar, particularmente en las regiones templadas, a través del efecto combinado del cambio climático y la fertilización con CO_2. Según la evaluación del IPCC, después de 2050 existe un riesgo mayor de que se produzcan impactos más severos. Así, la combinación de la creciente demanda de alimentos y un aumento de la temperatura en el extremo superior de las proyecciones, implica riesgos sustanciales para la seguridad alimentaria a nivel mundial y regional.

Figura 21.4: Proyecciones futuras del rendimiento mundial promedio de los cultivos (arriba a la izquierda), producción de cultivos (arriba a la derecha), superficie agrícola (abajo a la izquierda), y superficie de bosques y otras tierras naturales (abajo a la derecha)



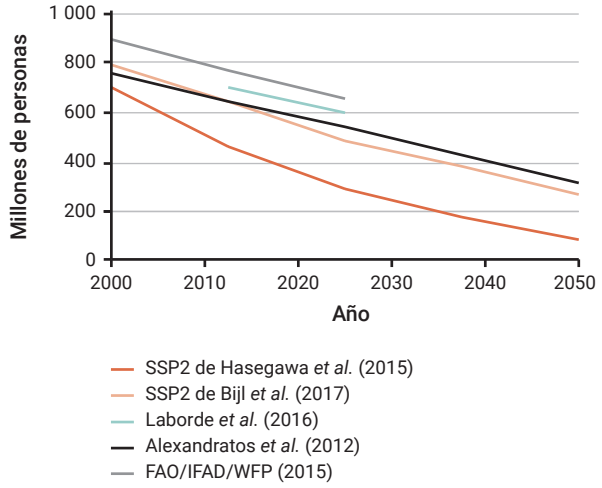
Fuente: Tilman *et al*. 2011; Popp *et al.* 2017; CNULD 2017. Para Popp *et al.*(2017), únicamente los resultados del escenario SSP2 son mostrados. Para Tilman *et al.* (2011), solo se muestra el escenario de "tecnología vigente" con un uso de fertilizantes mayor o igual a los valores actuales.

En general, se prevé que el rendimiento de los cereales aumente entre un 0,4% y un 0,9% anual entre 2010 y 2050 (Alexandratos y Bruinsma 2012; Popp *et al.* 2017), frente al 1,9% anual entre 1961 y 2007 (Alexandratos y Bruinsma 2012). Estos futuros aumentos de rendimiento se lograrán mediante una combinación de cambios en la aplicación de fertilizantes, el uso de la irrigación y otros medios (por ejemplo, la mecanización, la mejora genética), lo que podría aumentar las presiones ambientales.

Tendencias relacionadas con el hambre

Uno de los principales retos de este grupo es acabar con el hambre para 2030 (meta 2.1 de los ODS). Entre 2005 y 2014, el hambre mundial ha disminuido, tanto en términos absolutos como relativos. Sin embargo, desde 2014 el hambre ha ido en aumento y se estima que para 2016 una cantidad de 815 millones de personas se encontraban desnutridas (FAO *et al.* 2017). Los modelos mundiales proyectan una disminución de la población desnutrida hacia 2030, impulsada sobre todo por el aumento de ingresos previsto en las actuales regiones de bajos ingresos (Alexandratos y Bruinsma 2012; Hasegawa *et al.* 2015; Laborde *et al.* 2016; Bijl *et al.* 2017; FAO *et al.* 2017). Estas proyecciones se basan, generalmente, en datos anteriores a 2014, por lo que no incluyen el reciente aumento en los niveles de hambre. Las diferencias en los niveles históricos de hambre suelen estar relacionadas con el año en que se transita de un conjunto de datos históricos a las proyecciones del modelo (en este caso, principalmente 2005 ó 2010). Se prevé que el número de personas subalimentadas en los distintos estudios sea de 300 a 650 millones de personas en 2030 y de 100 a 300 millones en 2050 (**Figura 21.5**). Aunque esto representa una mejora en comparación con las cifras actuales, estos niveles superan, considerablemente, el objetivo de acabar con el hambre para 2030.

Figura 21.5: Proyecciones futuras de la población mundial con desnutrición



Fuente: Alexandratos y Bruinsma 2012; FAO, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola y Programa Mundial de Alimentos 2015; Hasegawa *et al.* 2015; Laborde *et al.* 2016; Bijl *et al.* 2017.

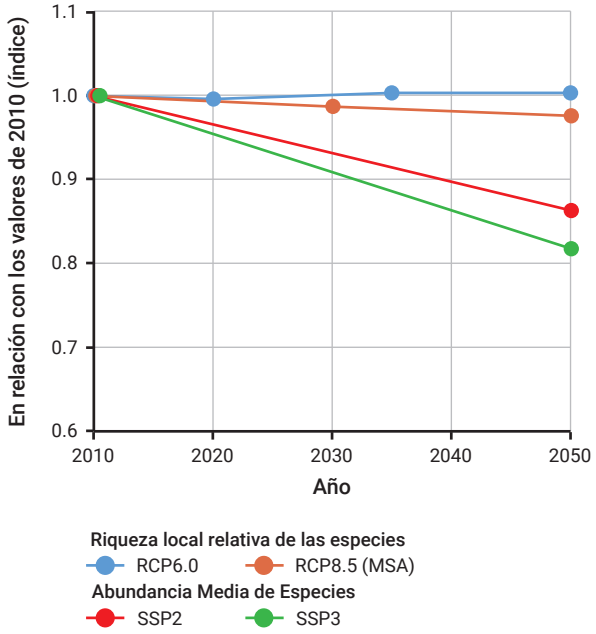
Tendencias relacionadas con la pérdida de biodiversidad.

Tal y como se comentó en el Capítulo 6, la pérdida de biodiversidad tiene varias causas (meta 15.5 de los ODS). La mayoría de los análisis de escenarios han determinado que la pérdida de hábitats naturales ha sido, y sigue siendo, el factor más importante de la pérdida de biodiversidad (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Newbold *et al.* 2015). Sin embargo, las tendencias sobre escasez hídrica, cambio climático, contaminación, así como otras perturbaciones conducen también a un mayor declive de la biodiversidad, en tanto que los escenarios sin cambios muestran que muchos de estos factores probablemente empeorarán en el futuro (SCBD 2014; Kok *et al.* 2018). Se ha proyectado que el cambio climático se convertirá en una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad, ya que las especies se verán afectadas por una serie de factores que incluyen: el aumento de la temperatura, la alteración de los patrones de precipitación y el aumento del nivel del mar. También se prevé que el cambio climático altere la distribución de los biomas a lo largo del próximo siglo, y que entre una décima y la mitad de la superficie terrestre mundial será muy vulnerable a los cambios de bioma producto del cambio climático (González *et al.* 2010).

Los bosques boreales pueden ser especialmente vulnerables (González *et al.* 2010; Gauthier *et al.* 2015), pero las proyecciones también muestran que entre el 5% y el 6% de la superficie terrestre de América Latina podría sufrir cambios en el bioma como consecuencia del cambio climático para finales de siglo (Boit *et al.* 2016). La combinación de fuerzas motrices antropogénicas podría llevar a algunos sistemas socioecológicos regionales más allá de los puntos de inflexión, haciéndolos transitar a estados con una biodiversidad y unos servicios ecosistémicos gravemente reducidos (Leadley *et al.* 2014).

Los estudios publicados después de la cuarta edición de la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (Global Biodiversity Outlook-4) ofrecen un mayor consenso sobre el hecho de que la biodiversidad seguirá disminuyendo en los escenarios sin cambios. Por su parte, las proyecciones de los modelos sugieren cambios en una serie de dimensiones diferentes a la biodiversidad, como por ejemplo. La Perspectiva Mundial de la Tierra ofrece proyecciones sobre la Abundancia Media de Especies (MSA, por su sigla en inglés), una medida que refleja la integridad de los ecosistemas y que proyecta un nuevo aumento en la pérdida de dicho indicador: del 34% en 2010 al 43% y al 46% en 2050, bajo la SSP2 y la SSP3, respectivamente (van der Esch *et al.* 2017; **Figura 21.6**). Utilizando escenarios de cambio de uso de la tierra que sean coherentes con la Trayectoria de Concentración Representativa (RCP) 8.5 del IPCC, Newbold *et al.* (2015) proyectaron una caída de la riqueza de especies locales del 3,4% para 2100 (véase **Figura 21.6**). Se prevé que la combinación del uso de la tierra y el cambio climático para el mismo escenario RCP conduzca a una pérdida acumulada del 38% de especies de las comunidades de vertebrados (Newbold 2018). Muchos

Figura 21.6: Proyecciones futuras de la riqueza relativa de especies locales para una serie de escenarios de estabilización climática y de la abundancia media de especies (MSA) para los usos del suelo SSP2 y SSP3



Fuente: Riqueza relativa de las especies de Newbold *et al.* 2015; Abundancia Media de Especies de van der Esch *et al.* 2017

de los efectos se concentrarán en países biodiversos, pero económicamente desfavorecidos (Newbold *et al.* 2015) y en praderas y sabanas tropicales (Newbold 2018). Además, una extrapolación del Índice Planeta Vivo (IPV), por medio del cual se miden los cambios en poblaciones de vertebrados terrestres, marinos y de agua dulce, sugiere que para 2020 las poblaciones habrán disminuido un 67%, en promedio, en comparación con su tamaño poblacional en 1970 (World Wide Fund for Nature [WWF] 2016). También se prevé que el tamaño de las poblaciones de mamíferos carnívoros y ungulados disminuirá con el uso futuro de la tierra y el cambio climático (Visconti *et al.* 2016). Las proyecciones indican un descenso de entre el 18% y el 35% para 2050 en un índice similar al del IPV, basado en la capacidad de dispersión de las especies. Estas disminuciones de la abundancia se asocian con un aumento del 8%-23% del riesgo de extinción (Visconti *et al.* 2016).

Tendencias relacionadas con la degradación de la tierra

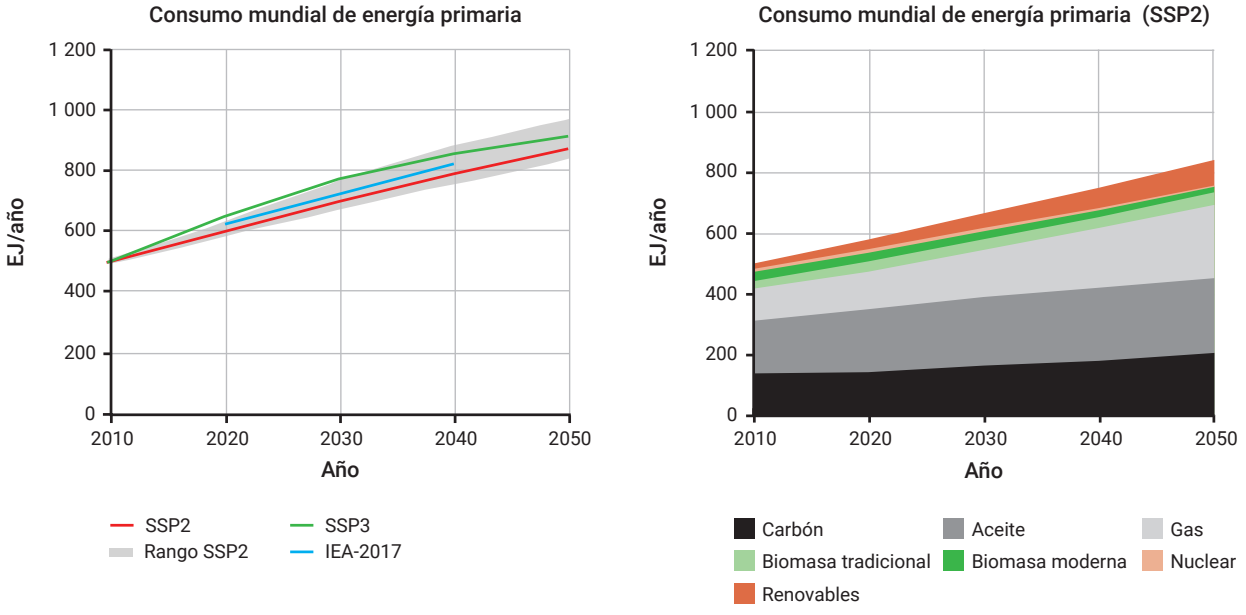
La degradación de la tierra (meta 15.3 de los ODS) es un problema importante en todo el mundo y está relacionada con la inseguridad alimentaria, la vulnerabilidad al cambio climático y la pobreza, así como con la mitigación de las emisiones de GEI (UNCCD 2017; van der Esch *et al.* 2017). Las estimaciones del número de personas afectadas por la degradación de la tierra varían entre un rango bajo de 1.300 a 1.500 millones (Bai *et al.* 2008; Barbier y Hochard 2016; véase el Capítulo 8) y estimaciones mucho más elevadas de 3.200 millones (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES] 2018). Aunque una proporción importante de los afectados son habitantes rurales pobres que viven en tierras marginales, la degradación de la tierra también se produce en tierras agrícolas de primera calidad debido a la mala gestión y/o al sobrepastoreo. Por ejemplo, en Brasil, más de la mitad de los pastos se encuentran en un estado avanzado de degradación, lo que provoca una importante pérdida de productividad (Strassburg *et al.* 2014; Assad *et al.* 2015). De hecho, la expansión y las prácticas insostenibles en la agricultura y la ganadería son las fuerzas motrices directas más importantes de la degradación de la tierra (IPBES 2018).

A nivel mundial, entre 1982 y 2010, una vez corregidos los efectos del clima, se observa una tendencia a la disminución de la productividad primaria neta (PPN) cercana al 12% de las tierras agrícolas y alrededor del 5% de las tierras naturales (Schut *et al.* 2015; van der Esch *et al.* 2017). A nivel regional, la Federación Rusa/Asia Central y África Subsahariana tienen, aproximadamente, el doble de proporción de tierra agrícola con una PPN en descenso (Schut *et al.* 2015; van der Esch *et al.* 2017). En comparación con un estado no perturbado, se estima que la PPN actual es, significativamente, menor en 28 millones de km^2, o el 23%, de la superficie terrestre mundial, lo que corresponde a una pérdida de, aproximadamente, el 5% de la PPN mundial (Smith *et al.* 2016; van der Esch *et al.* 2017). La degradación del suelo implica, entre otras cosas, su erosión y la pérdida de carbono orgánico. Históricamente, ya se han perdido alrededor de 176Gt de carbono orgánico del suelo (8%) como resultado de los cambios en el uso de la tierra, incluyendo la conversión de tierras naturales a la agricultura y el sobrepastoreo en los pastizales (Stoorvogel *et al.* 2017a; Stoorvogel *et al.* 2017b). Como consecuencia de la continua conversión de tierras y de la gestión insostenible de las mismas, se prevé que se pierdan 27Gt adicionales de carbono orgánico del suelo entre 2010 y 2050, lo que afectará los rendimientos agrícolas por la reducción de la capacidad de retención hídrica y la pérdida de nutrientes (van der Esch *et al.* 2017). Además, las pérdidas de carbono orgánico del suelo tendrán efectos más amplios sobre la biodiversidad, la hidrología y las emisiones de carbono. Es de esperarse que se produzca una mayor degradación de la tierra en función de las tendencias de uso del suelo (**véase la Figura 21.4**), el cambio climático y la creciente presión sobre los recursos terrestres e hídricos. La degradación de la tierra es, especialmente, preocupante en las tierras áridas, donde, para 2050, se prevé que la población humana aumente entre un 40% y un 50% en el escenario SSP2, lo que es mucho mayor que el aumento del 25% previsto para las tierras no secas (van der Esch *et al.* 2017). En general, estas tendencias muestran que, sin políticas específicas, un mundo neutral en cuanto a la degradación de la tierra no se logrará.

21.3.3 Energía, aire y clima

El sistema energético desempeña un papel crucial en la consecución del desarrollo sostenible, en donde el uso de la energía se considera como un requisito previo para el bienestar humano. Al mismo tiempo, los actuales modelos de consumo y producción de energía contribuyen en gran medida al cambio climático y a la

Figura 21.7: Proyecciones futuras del consumo mundial de energía primaria (panel izquierdo) y por vector energético en el escenario



Fuente: SSP Public Database 2016; AIE 2017a; Riahi *et al.*2017.

contaminación atmosférica. En las próximas décadas, se espera que la demanda de energía aumente aún más, impulsada por el crecimiento de la población y las actividades humanas relacionadas. En general, la mayoría de los escenarios proyectan un aumento del 50%-70% en la demanda de energía primaria durante el periodo 2015-2050. Esto es así a pesar de que se espera una disminución de la intensidad energética de alrededor del 1%-2,5% anual, similar a la alcanzada históricamente (por ejemplo, van Vuuren *et al.* 2016; Riahi *et al.* 2017). Aunque las energías renovables son, sin duda, la forma de energía de más rápido crecimiento, los combustibles fósiles siguen aportando la mayor parte del suministro total de energía en los escenarios sin nuevas políticas. En la mayoría de los escenarios sin cambios, la cuota de energía renovable aumenta del 15% en 2015 a alrededor del 20%-30% en 2050 (rango completo 10%-30%) (van Vuuren *et al.* 2016). Las energías renovables empezaron con una pequeña cuota en 2015, logrando sustituir a los combustibles fósiles, especialmente, en el sector eléctrico, el cual constituye una parte importante, pero limitada del consumo total de energía. Los estudios de escenarios que examinan, específicamente, el impacto de las políticas formuladas por los países como parte de sus compromisos en el marco del Acuerdo de París suelen tener una demanda de energía algo menor y un crecimiento más rápido de energía no fósil, sin embargo, en el mejor de los casos se traduce en una estabilización de la demanda de combustibles fósiles.

Tendencias relacionadas con el acceso a los servicios energéticos modernos

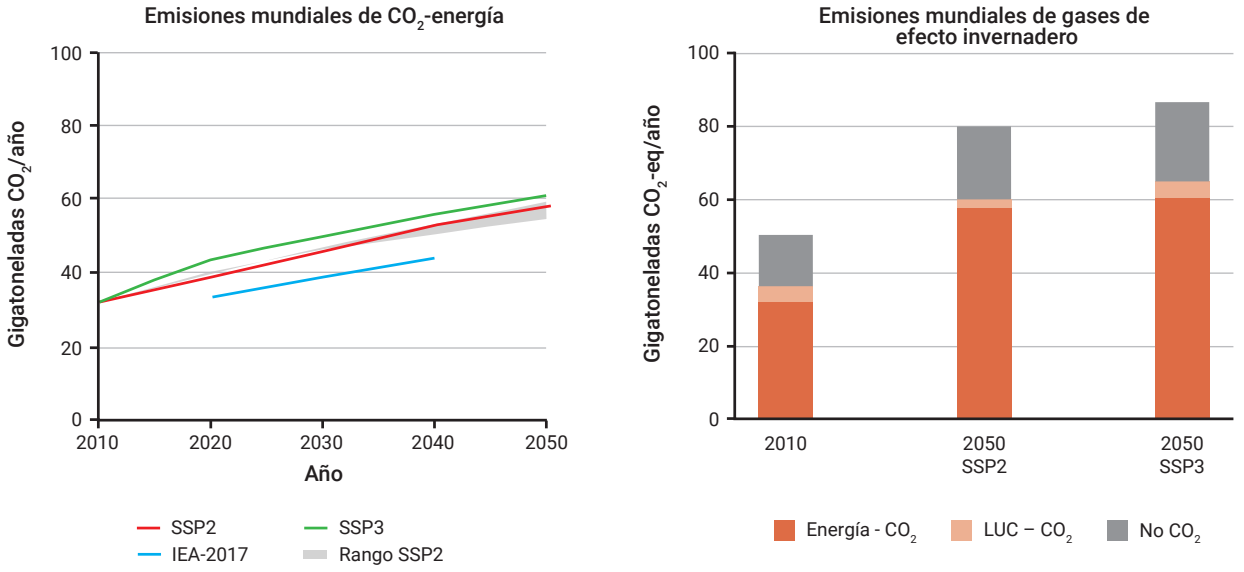
El acceso a los servicios energéticos modernos (meta 7.1 de los ODS) es un importante prerrequisito para el desarrollo humano (IEA 2017b). Actualmente, alrededor de 2.800 millones de personas en todo el mundo dependen de la biomasa tradicional, el queroseno y el carbón (combustibles que no se consideran limpios), mientras que 1.100 millones de personas no tienen acceso a la electricidad (IEA 2017b). La exposición a la contaminación del aire en los hogares, causada por el uso de la biomasa tradicional en fuegos abiertos o estufas tradicionales, puede provocar mortalidad y morbilidad infantil y adulta. En general, en 2015, la contaminación del aire en los hogares fue responsable de casi 3 millones de muertes en todo el mundo, incluidas 250.000 muertes infantiles (GBD 2016 SDG Collaborators 2017).

Desde el año 2000, se han hecho progresos en todas las regiones, especialmente en Asia, mientras que en el África Subsahariana el crecimiento de la población superó ampliamente los progresos realizados y se prevé que estas tendencias continúen hacia 2030 (Lucas *et al.* 2015; Dagnachew *et al.* 2017; IEA 2017b; Lucas, Dagnachew y Hof 2017). En general, se ha previsto que la población sin acceso a combustibles limpios para cocinar se reducirá a unos 2.300 millones de personas en 2030, con mayores mejoras en las zonas urbanas que en las rurales (IEA 2017b). Según los supuestos del SSP2, se estima que en 2030 morirán alrededor de 140.000 niños menores de cinco años al año como consecuencia de la contaminación del aire en los hogares (Lucas *et al.* 2018). Las proyecciones de los modelos también muestran un descenso de la población sin acceso a la electricidad en torno a los 700 millones en 2030, con la mayoría de las regiones alcanzando un acceso casi universal, excepto el África Subsahariana (IEA 2017b). Aunque entre 2010 y 2030 se prevé que más de 550 millones de personas adicionales tendrán acceso a la electricidad en el África Subsahariana, 500 millones de personas seguirían sin tener acceso a esta en 2030, estando muchas de ellas ubicadas en zonas rurales (Dagnachew *et al.* 2017).

Tendencias relacionadas con el cambio climático

El aumento en el uso de combustibles fósiles implica un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero y de la temperatura media global relacionada (ODS 13). Para el periodo 2010-2050, se prevé que las emisiones de GEI aumenten entre un 30% y un 70% (Riahi *et al.* 2017; IEA 2017a; **Figura 21.8**), encontrándose la mayor parte de este aumento en los países de bajos ingresos. No obstante, las emisiones per cápita siguen siendo las más elevadas en los países de la OCDE. No sólo se espera que las emisiones de gases de efecto invernadero aumenten debido a estas tendencias relacionadas con la energía, sino también se espera que contribuyan con otras actividades. Entre ellas se encuentran las emisiones de CO_2 derivadas del cambio de uso de la tierra (LUC, por su sigla en inglés), la cual disminuye lentamente con el tiempo, y las emisiones no relacionadas con el CO_2, pero sí derivadas de la energía y la agricultura. Se espera que la suma de las emisiones no relacionadas con el CO_2 siga aumentando con el tiempo, impulsada sobre todo por las tendencias de la agricultura.

Figura 21.8: Aumento previsto de las emisiones mundiales de CO_2 (izquierda) y de las emisiones totales de GEI (derecha)



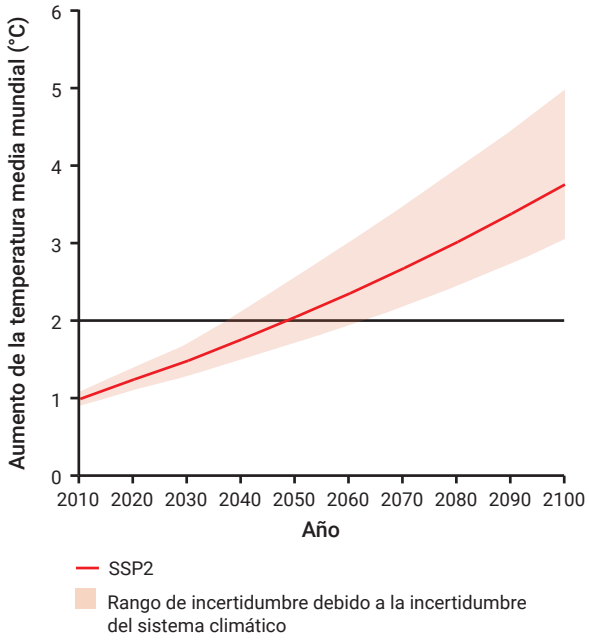
Fuente: Los resultados se muestran para el SSP2 (promedio entre los diferentes modelos que componen este escenario y el más bajo y el rango más bajo y más alto, Riahi *et al.*2017) y SSP3 (promedio de los modelos; Riahi *et al.* 2017), así como el escenario de la AIE (IEA 2017a, caso de referencia).

Como resultado de este aumento global de las emisiones, se espera que la temperatura global incremente alrededor de 1°C por encima de los niveles preindustriales en 2016 (Visser *et al.* 2018) a cerca del 4°C en 2100 en el SSP2, superando muy probablemente el objetivo de 2°C del Acuerdo de París antes de 2050 (IPCC 2014b; véase la **Figura 21.9**). Existen diferencias sustanciales en el aumento de la temperatura en las distintas zonas del mundo. Normalmente, el aumento de la temperatura es mayor en las latitudes más altas, así como en las zonas templadas y en las regiones polares. Además de los cambios de temperatura, se prevé que se produzcan cambios considerables en las precipitaciones, ya que algunas regiones se volverán más secas y otras más húmedas. Sin embargo, estos patrones detallados de las variables del cambio climático son todavía muy inciertos. En muchos lugares, el calentamiento previsto superaría el aumento de la temperatura media mundial (que se define como el aumento de la temperatura sobre la tierra y los océanos). Utilizando los cambios proyectados en la temperatura, el IPCC ha evaluado los impactos asociados al cambio climático (IPCC 2014b). Para un calentamiento tan elevado como el de los escenarios sin cambios proyectados aquí, los impactos se evalúan como graves, respecto a todas las categorías. Esto incluye la subida del nivel del mar, los impactos negativos en la agricultura a nivel mundial (véase el **Recuadro 21.4**), los impactos negativos en la biodiversidad y el riesgo de cambios irreversibles en el sistema climático en su totalidad.

Tendencias relacionadas con la contaminación del aire

Desde una perspectiva de salud pública, las partículas en suspensión y el ozono troposférico son los contaminantes atmosféricos más importantes (meta 11.6 de los ODS), siendo la exposición al $MP_{2.5}$ la que más contribuye a las muertes prematuras (véase el Capítulo 5).

Figura 21.9: Aumento de la temperatura media mundial



Fuente: Base de datos SSP2, rangos tomados de los escenarios de referencia del IPCC (2014b).

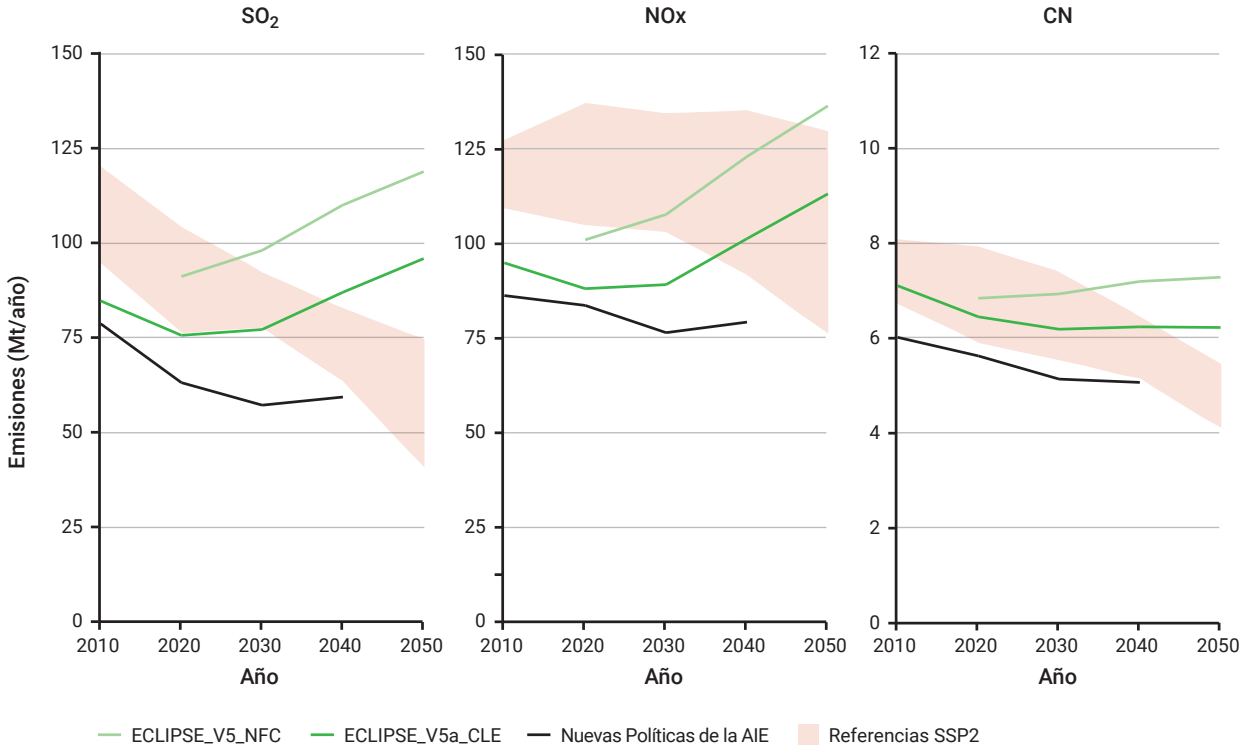
El estudio de la Carga Global de Morbilidad estimó que la exposición al $MP_{2.5}$ ambiental fue el quinto factor de riesgo de mortalidad en 2015, contribuyendo a, aproximadamente, 4 millones de muertes y la pérdida de 103 millones de años de vida saludable (Cohen *et al.* 2017).

En los últimos años se han realizado varias proyecciones sobre la futura contaminación atmosférica (Stohl *et al.* 2015; IEA 2016; OECD 2016; Klimont *et al.* 2017; Rao *et al.* 2017; UNEP 2017). Muchas proyecciones se han construido utilizando los factores de emisión de las sucesivas versiones del modelo de Interacciones y Sinergias entre Gases de Efecto invernadero y la Contaminación Atmosférica (GAINS, por su sigla en inglés) (Amann *et al.* 2011; Klimont *et al.* 2017). Además de la evolución de estos factores de emisión subyacentes, las proyecciones futuras difieren en sus hipótesis sobre la oferta y la demanda de energía, y en el grado de aplicación de las políticas de control de la contaminación atmosférica en el futuro.

Los escenarios más pesimistas muestran una situación en la que no se aplican políticas adicionales de control de la contaminación atmosférica. Un ejemplo es el estudio de la OCDE (2016), que proyecta un aumento significativo de las emisiones de contaminación atmosférica para 2060 debido al aumento de la actividad económica y de la demanda energética. Escenarios más realistas contemplan la mejora prevista en la legislación sobre contaminación atmosférica. Por ejemplo, el Escenario de las Nuevas Políticas de la AIE (IEA 2016) proyecta un futuro más optimista en el que se aplican las políticas anunciadas recientemente, incluidas las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN), en el marco del Acuerdo de París, lo que conduce al uso de tecnologías de control de emisiones y facilita el cambio a fuentes de energía más limpias. Estas nuevas políticas conducirán a un lento descenso de las emisiones mundiales de contaminantes atmosféricos de aquí a 2040, aunque es probable que las regiones de rápido desarrollo sigan experimentando un aumento de las emisiones de contaminantes atmosféricos (IEA 2016; UNEP 2017). En los países de ingresos altos, se espera que las emisiones disminuyan como resultado de unas normas de emisión de contaminantes atmosféricos cada vez más estrictas para las centrales eléctricas y los vehículos, así como el cambio a fuentes de baja emisión de carbono para la generación de electricidad y una mayor eficiencia energética. En las regiones en desarrollo, se espera que el crecimiento de la actividad económica y de la demanda de energía siga superando los esfuerzos en el control de la contaminación hasta que el nivel de ingresos llegue a cierto punto. Sin embargo, las emisiones de $MP_{2.5}$, principalmente de carbono orgánico (OC) y carbono negro (CN) y la exposición puede disminuir debido a un mayor acceso a fuentes de energía limpia para cocinar, calentar e iluminar (IEA 2016). El proyecto ECLIPSE (Stohl *et al.* 2015; Klimont *et al.* 2017), el cual ha sido utilizado más ampliamente por la comunidad de investigación atmosférica (por ejemplo, en el Informe sobre la Brecha de Emisiones 2017 (UNEP 2017)), incluye un escenario de legislación actual (CLE, por su sigla en inglés) que se encuentra entre las trayectorias de la OCDE y de la AIE. Los escenarios de emisiones de contaminación atmosférica se desarrollaron para cada uno de los SSP basándose en conjuntos de suposiciones sobre el rigor y la aplicación de futuros controles de emisiones de contaminación atmosférica coherentes con las líneas argumentales del escenario general (Rao *et al.* 2017). Estos escenarios también utilizaron los factores de emisión del modelo GAINS. Hasta 2040, la gama de escenarios de emisiones de contaminantes atmosféricos de la SSP recogerá los escenarios más pesimistas de crecimiento continuado sin políticas adicionales (OECD 2016) y los escenarios más optimistas de las nuevas políticas (IEA 2016).

En general, aquellos escenarios que carecen de nuevas políticas muestran un pequeño descenso o aumento de las emisiones de contaminantes atmosféricos. Según los datos de la Carga Mundial de Morbilidad (GBD 2016 Risk Factors Collaborators 2017), en 2016, aproximadamente, el 95% y el 58% de la población mundial vivía en zonas donde las concentraciones medias anuales de $MP_{2.5}$ superaban la directriz de 10µg/m y el objetivo provisional menos estricto de 35µg/m^3, respectivamente, lo que contribuyó a que se produjeran, aproximadamente, 4 millones de muertes prematuras (Health Effects Institute 2018). Utilizando los datos

Figura 21.10: Proyecciones futuras de las emisiones de los contaminantes atmosféricos SO_2, NOx y CN



Fuente: ECLIPSE_V5_NFC y ECLIPSE_V5a_CLE representan los escenarios de ECLIPSE "sin control adicional" y "legislación actual" (Stohl *et al.*2015; Klimont *et* al.2017). Las Nuevas Políticas de la AIE representa el escenario de nuevas políticas de la AIE que incluye las CDN del Acuerdo de París (AIE 2016). Para el escenario SSP2, el sombreado representa el rango para todos los modelos (Rao *et al.*2017).

de las emisiones como input, el modelo fuente-receptor TM5-FASST (van Dingenen *et al.* 2018) puede utilizarse para estimar las concentraciones anuales de $MP_{2,5}$, las cuales pueden mapearse en las proyecciones de la población futura para estimar las personas expuestas a niveles específicos de $MP_{2,5}$, así como el número de muertes prematuras. Para 2050, los valores proyectados para las poblaciones expuestas a concentraciones de $MP_{2,5}$ superiores a 10µg/m y 35µg/m^3 son del 63% y el 9%, respectivamente, para el escenario poblacional SSP2 (Rao *et al.* 2017), y del 81% y el 40%, respectivamente, para el escenario ECLIPSE V5a "legislación actual" (Stohl *et al.* 2015; Klimont *et al.* 2017). Esto implica que la contaminación atmosférica seguirá contribuyendo a millones de muertes prematuras anuales, con la estimación del Escenario de Nuevas Políticas de la AIE de 4,5 millones de muertes prematuras para 2040 (IEA 2016), y la estimación del escenario ECLIPSE V5a de 7 millones de muertes prematuras para 2050 (Stohl *et al.* 2015; Klimont *et al.* 2017) rango que abarcan en la literatura. Las pérdidas económicas mundiales debidas a la disminución de la productividad del trabajo, el aumento de los costos de la atención sanitaria y la disminución del rendimiento de los cultivos podrían ascender al 1% del producto interno bruto (PIB) mundial en 2060 (OECD 2016). Existen grandes diferencias entre las regiones, ya que algunas experimentan una pérdida de hasta el 3% del PIB (OECD 2016).

21.3.4 Agua dulce

Los problemas ambientales relacionados con el agua dulce están estrechamente vinculados a la evolución del grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad (véase la Sección 21.3.2) y al grupo de energía, aire y clima (véase la Sección 21.3.3), tanto por ser un recurso natural como por ser un sumidero de contaminación. El agua dulce es esencial para la salud humana (agua potable y saneamiento), así como para la agricultura y la producción de energía, con lo cual, un desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua dulce puede conllevar a una grave escasez de agua. Además, las pérdidas excesivas de nutrientes (nitrógeno y fósforo) en los ecosistemas acuáticos a través de la escorrentía y la erosión pueden provocar la eutrofización de lagos y ríos.

Tendencias relacionadas con el agua potable y el saneamiento

En 2015, casi 2.100 millones de personas carecían de acceso a los servicios de agua potable gestionados de forma segura (meta 6.1 de los ODS), y de ellas, 800 millones carecían incluso de una fuente mejorada (World Health Organization [WHO] y United Nations Children's Fund [UNICEF] 2017). Además, 4.500 millones de personas carecen de acceso a servicios de saneamiento gestionados de forma segura (meta 6.2 de los ODS), mientras que 2.300 millones de ellas carecen incluso de una fuente mejorada (WHO y UNICEF 2017). En general, las intervenciones en materia de agua potable, saneamiento y lavado de manos (WASH, por su sigla en inglés) fueron responsables alrededor de 1,5 millones de muertes, incluyendo 410.000 muertes infantiles, principalmente debido a enfermedades diarreicas (GBD 2016 SDG Collaborators 2017). Lucas *et al.* (2018) calculan que, para 2030, más de 30 millones de niños seguirán viviendo sin acceso a servicios mejorados de agua potable y unos 150 millones carecerán de acceso a servicios mejorados de saneamiento, según los supuestos del ODS 2.

Esto se traduce en 400 millones de personas que viven sin acceso a servicios mejorados de agua potable y unos 2.000 millones sin acceso a servicios mejorados de saneamiento. El reto del saneamiento básico es especialmente acuciante. Entre 2015 y 2030, alrededor de 5.600 millones de personas necesitarán de un saneamiento gestionado de forma segura y alrededor de 1.300 millones necesitarán cambiar la defecación al aire libre, por la defecación en puntos fijos (Mara y Evans 2018). La mejora del acceso al saneamiento gestionado de forma segura conlleva una reducción significativa del número de niños que padecen enfermedades relacionadas. Sin embargo, según los supuestos del SSP2, para 2030 se prevé que alrededor de 220.000 niños menores de cinco años mueran como consecuencia de la falta de agua potable e instalaciones de saneamiento (Lucas *et al.* 2018).

Tendencias relacionadas con la calidad del agua

La contaminación del agua dulce incluye diferentes tipos de sustancias químicas, pero también la carga excesiva de nutrientes (nitrógeno y fósforo) de los ecosistemas acuáticos a través de la escorrentía y la erosión y la disminución de las concentraciones de sílice. Dado que los estudios de escenarios relacionados con las sustancias químicas están en gran medida ausentes de la literatura científica (véase el **Recuadro 21.3**), el análisis de las tendencias para este objetivo se centrará en la contaminación por nutrientes.

Los fertilizantes de nitrógeno (N) y fósforo (P) han desempeñado un papel importante en la producción de alimentos, pero también se han colado en casi todas las masas de agua del mundo, provocando la eutrofización de ríos, lagos y embalses (meta 6.3 de los ODS). La fuente antropogénica más importante de nitrógeno en los ecosistemas de agua dulce es la fijación de N relacionada con la agricultura (uso de fertilizantes nitrogenados y fijación biológica de los cultivos). En cuanto al fósforo, las principales fuentes antropogénicas son el uso de fertilizantes de fósforo y las aguas residuales. La fijación actual de N en la agricultura se estima en 116-127TgN/año (Bouwman *et al.* 2017). Alexandratos y Bruinsma (2012) proyectan un aumento del uso de N sintético a 138TgN/año en 2050, mientras que Mogollón *et al.* (2018a) proyectan un aumento a 185 y 260TgN/año en 2050 bajo un escenario SSP2 y SSP3, respectivamente, lo que ilustra la incertidumbre en las proyecciones futuras. Se prevé que los aportes globales de fósforo a las tierras de cultivo aumenten de 14,5TgP/año en 2010 (Bouwman *et al.* 2017) a 26 y 27TgP/año en 2050 en un escenario SSP2 y SSP3, respectivamente (Mogollón *et al.* 2018b).

Las proyecciones futuras del uso de fertilizantes de N dependen en gran medida de la evolución en la eficiencia en el uso de N (NUE, por su sigla en inglés), la cual disminuyó de 0,42 en 1970 a 0,35 en la década de 1980 y luego volvió a aumentar a 0,42 en 2010 (Bouwman *et al.* 2017). La tendencia a la baja en la década de 1980 se debió al aumento del uso de fertilizantes en los países de bajos insumos, lo que inicialmente provocó una aparente disminución de la eficiencia, mientras que el aumento posterior fue en gran medida el resultado de la mejora de las prácticas agrícolas y de la legislación medio ambiental en las regiones desarrolladas (Bouwman *et al.* 2017; Rao *et al.* 2017). Se prevé que estas tendencias continuarán en el futuro, y que la NUE prevista para el SSP2 aumente a 0,55 en 2050 (Mogollón *et al.* 2018a). La eficiencia en el uso del P (PUE, por su sigla en inglés) disminuyó de 0,51 en 1970 a valores algo más bajos en la década de 1980, y luego a 0,6 en 2010 (Mogollón *et al.* 2018b). Los valores futuros de la PUE dependen en gran medida de la acumulación de fósforo (baja PUE) en las reservas residuales del suelo o de su agotamiento (alta PUE), lo que puede considerarse como una contribución a la producción futura.

Está claro que el uso actual y previsto de nitrógeno y fósforo en la agricultura supera, significativamente, los niveles objetivo de 62TgN/año y 6,2TgP/año. Al mismo tiempo, la construcción de presas y el desarrollo de embalses para el almacenamiento de agua y la generación de energía hidroeléctrica provocan el atrapamiento de sílice (Si) (e.g. Mavaara, Dürr y van Cappellen2014; Ran *et al.* 2018). La distorsión de la estequiometría de los nutrientes (aumento de N:P, aumento de N:Si) puede conducir a la proliferación de algas nocivas, siendo este un problema global ya que su floración se presenta de forma cada vez más frecuente, en más lugares y con una extensión cada vez mayor y con más toxinas (Glibert 2017).

Las aguas residuales son otra fuente importante de nutrientes en los sistemas de agua dulce. La mejora del saneamiento se centra en aspectos de salubridad y los sistemas de saneamiento están diseñados para separar, higiénicamente, los excrementos del contacto humano. Sin embargo, sin el tratamiento de las aguas residuales, los sistemas de saneamiento crean emisiones directas de nutrientes y residuos orgánicos a las aguas superficiales (van Puijenbroek *et al.* 2015). Aunque se prevé que el acceso al saneamiento aumente, la expansión del tratamiento de las aguas residuales se verá superada por el crecimiento de la población y las tendencias de urbanización en los países en desarrollo (van Puijenbroek, Beusen y Bouwman 2019). Como resultado, se prevé que las emisiones mundiales de nutrientes procedentes de las aguas residuales no tratadas aumenten de 10TgN/año en 2010 a 17TgN/año en 2050, y de 1,5TgP a 2,4TgP según los supuestos del SSP2 (van Puijenbroek, Beusen y Bouwman 2019).

Tendencias relacionadas con la escasez de agua

En la actualidad, más de 2.000 millones de personas en todo el mundo viven en cuencas fluviales con un exceso de estrés hídrico (meta 6.4 de los ODS), es decir, la proporción de la extracción total de agua dulce con respecto al total de agua dulce renovable supera un umbral del 40% (Oki y Kanae 2006; Veldkamp *et al.* 2015; Liu *et al.* 2017). En algunos países de África y Asia, la proporción supera el 70% (Economic and Social Council 2017).

Se prevé que la demanda humana mundial de agua, es decir, la extracción de agua, aumente en todos los escenarios tendenciales. Algunos escenarios muestran aumentos bastante grandes, es decir, de unos 4.000 km^3 $anuales^{-1}$ en la actualidad a 5.500 km^3 $anuales^{-1}$ en 2050 (38%) en el escenario SSP2 (Wada *et al.* 2016; Satoh *et al.* 2017). Otros muestran un aumento menor, basado en las mejoras de eficiencia previstas. Por ejemplo, Bijl *et al.* (2018) proyectan un aumento del 26% en la demanda total de agua para 2050 bajo un escenario SSP2. Para el escenario de alta demanda, se prevé que el uso consuntivo de agua aumente de los 2.000 km^3 $anuales^{-1}$ en la actualidad a 2.500 km^3 $anuales^{-1}$ para el año 2050 (25%) bajo el SSP2 (Wada y Bierkens 2014). Bajo el SSP3 se espera un aumento adicional del 10% en el uso del agua (Wada *et al.* 2016).

Igualmente, está previsto que la mejora de la eficiencia en el uso del agua varíe según los distintos sectores (agricultura, industria y hogares), situándose entre el 0,3% y el 1,0% anual en el escenario SSP, que sigue en su mayor parte la evolución histórica (Flörke *et al.* 2013; Wada *et al.* 2016). Además, se espera que la mejora de la eficiencia varíe sustancialmente entre las distintas regiones, dependiendo de las infraestructuras disponibles y de las inversiones económicas. Los mayores incrementos en la demanda total de agua se esperan en África, muchas partes de Asia, el oeste de Estados Unidos, México y América Latina (Hanasaki *et al.* 2013a; Hanasaki *et al.* 2013b; Wada *et al.* 2016) y será en gran medida el resultado del rápido crecimiento de la población y del aumento de las actividades industriales (mayor uso de electricidad y energía) en los países actualmente en desarrollo (Hanasaki *et al.* 2013a; Hanasaki *et al.* 2013b; Bijl *et al.* 2016; Wada *et al.* 2016; Satoh *et al.* 2017).

El aumento de la futura demanda de agua para la agricultura se debe, principalmente, a la expansión de las zonas de regadío y

al cambio climático previsto, que aumenta la demanda de evaporación de los cultivos de regadío (Hanasaki *et al.* 2013a; Hanasaki *et al.* 2013b; Wada y 2014; Assad *et al.* 2016).

En comparación con el sector doméstico e industrial, la demanda de agua de riego proyectada muestra un aumento mucho menor, del 20% al 30%, para finales de este siglo (Elliot *et al.* 2014), aunque algunos proyectan una duplicación de las extracciones de agua de riego entre 2010 y 2050 (Chaturvedi *et al.* 2015). Aunque se proyectan cambios modestos en la eficiencia media mundial del riego (Hanasaki *et al.* 2013a; Hanasaki *et al.* 2013b), es probable que esto compense el aumento de las zonas de regadío y de la intensidad del mismo (Wada *et al.* 2013), con diferencias significativas en las eficiencias entre regiones (Chaturvedi *et al.* 2015). Hay que tener en cuenta que el aumento de las concentraciones atmosféricas de CO_2 puede mejorar el crecimiento de los cultivos y reducir su transpiración, mientras que, simultáneamente, el aumento del uso de la biomasa podría compensar las ganancias en la transpiración de los cultivos (Wada *et al.* 2013).

Las tendencias en los escenarios de demanda de agua media y alta (SSP2 y SSP3) suponen un aumento en la escasez de agua. Por ejemplo, bajo distintos escenarios de SSP, ciertos estudios prevén un gran aumento en la escasez de agua que oscila entre el 74% y el 86% de la superficie total de Asia, del cual al menos el 20% estará probablemente sometido a un grave estrés hídrico para 2050 (Wada y Bierkens 2014; Satoh *et al.* 2017). Es importante señalar que, debido al cambio climático, se prevé una grave reducción de los recursos hídricos en muchas partes de las regiones áridas y semiáridas debido al cambio climático (Schewe *et al.* 2014). En la actualidad, más de 1.000 millones de personas en Asia viven en regiones con grave estrés hídrico, lo que representa casi un tercio de la población asiática (Liu *et al.* 2017). Para 2050, se espera que la población asiática expuesta a condiciones de estrés hídrico severo aumente entre un 42% y un 75%, dependiendo del escenario que se considere (SSP1-3), pudiendo llegar a los 2.000 millones de personas en el escenario de alta demanda de agua SSP3 (Satoh *et al.* 2017). A nivel mundial, el número de personas que viven en zonas de estrés hídrico severo muestra una tendencia similar, aumentando de 2.000 millones de personas en la actualidad a entre 2.800 y 3.400 millones de personas en 2030, según los escenarios SSP2 y SSP3, respectivamente (Hanasaki *et al.* 2013a; Hanasaki *et al.* 2013b). El aumento del estrés hídrico puede dañar los recursos renovables de agua dulce hasta hacerlos incapaces de soportar las actividades humanas y cumplir sus funciones ecológicas (Satoh *et al.* 2017; Greve *et al.* 2018). Las consecuencias del estrés hídrico también tienen afectación en la agricultura, la salud y los ingresos. Los estudios demuestran que el estrés hídrico podría provocar una reducción del 7% al 10% del PIB en Asia Central y Oriental para 2050 (World Bank 2016b; Satoh *et al.* 2017).

Al mismo tiempo, se prevé que la cantidad de extracción de agua subterránea no renovable se duplique para casi todos los principales usuarios de agua subterránea en los escenarios SSP2 y SSP3. La proporción de agua no renovable con respecto a la extracción total de agua subterránea es de esperarse que aumente del 30% al 40%, lo que indica una creciente dependencia del uso humano de recursos hídricos subterráneos no renovables (Elliot *et al.* 2014; Wada y Bierkens 2014). En algunas zonas, la capa freática puede descender demasiado, lo que llevaría a un agotamiento del acuífero o del río y con ello, a un aumento por la preocupación de la seguridad alimentaria, la energía, las ciudades y los ecosistemas (Vanham *et al.* 2018).

21.3.5 Océanos

Los problemas medio ambientales relacionados con los océanos están estrechamente vinculados a los desarrollos del sector de la agricultura, la alimentación, la tierra y la biodiversidad (véase la Sección 21.3.2) y del sector de la energía, el aire y el clima (véase la Sección 21.3.3), en tanto recurso natural, así como sumidero de contaminación. Los océanos son una fuente importante de alimentos y nutrición para miles de millones de personas y, aunque no se trata en esta sección, también son importantes para las energías renovables, como los parques eólicos en alta mar y la energía mareomotriz. En cuanto a la contaminación, el exceso de carga de nitrógeno y fósforo asociado a las actividades antropogénicas, incluidas la agricultura y las aguas residuales, puede causar zonas muertas y floraciones de algas tóxicas en las aguas interiores y costeras, mientras que el aumento de las emisiones de CO_2, generadas en su mayor parte por el sistema energético, exacerba la acidificación de estos.

Tendencias relacionadas con la contaminación por nutrientes marinos

Las principales amenazas derivadas del enriquecimiento de nutrientes y del cambio de las proporciones de nutrientes son el desarrollo de zonas muertas y la proliferación de algas tóxicas en las aguas interiores y costeras. Las proporciones Si:N y Si:P en los ríos han disminuido constantemente durante el último siglo (Billen, Lancelot y Meybeck 1991). Esto se debe a las elevadas cargas de N y P asociadas a las actividades antropogénicas (Beusen *et al.* 2016), mientras que el suministro a los ríos de Si disuelto (principalmente procedente de la meteorización de las rocas) está disminuyendo debido a la mayor retención de Si en los embalses (Conley 2002). Como consecuencia, las estructuras comunitarias cambian, ya que las algas silíceas (diatomeas) requieren Si en equilibrio con N y P (Si:N ≈ 1; Si:P ≈ 16). Las amenazas de la contaminación por nutrientes marinos (meta 14.1 de los ODS) se producen cuando el N y el P se encuentran en exceso en relación con el Si y las comunidades de fitoplancton están dominadas por no diatomeas, proliferando con frecuencia las algas tóxicas y las cianobacterias (Anderson, Glibert y Burkholder 2002).

Las estimaciones de exportación de N de los ríos a nivel mundial oscilan entre 37Tg de N/año (Beusen *et al.* 2016) a 43Tg N/año (Seitzinger *et al.* 2010) para el año 2000. En cuanto a la exportación de P de los ríos a nivel mundial, las estimaciones oscilan entre 4Tg N/año (Beusen *et al.* 2016) a 9Tg N/año (Seitzinger *et al.* 2010). Se prevé que el aumento de los aportes de la agricultura y de las aguas residuales provoque un incremento de la exportación mundial de nitrógeno fluvial de 40Tg N/año en 2006 a 47Tg N/año en 2050, mientras que se prevé que las exportaciones de P aumenten de 4Tg P/año en 2006 (según Beusen *et al.* 2016) a 5Tg P/año en 2050, según el escenario SSP2 (Ligtvoet *et al.* 2018). Aunque existen considerables incertidumbres en las estimaciones históricas del flujo de fósforo desde los sistemas de agua dulce hacia el océano, las tendencias futuras van en la dirección equivocada.

Tendencias relacionadas con la acidificación de los océanos

El aumento de las concentraciones de CO_2 provoca un incremento de la acidez de los océanos (meta 14.3 de los ODS) y una disminución de la productividad oceánica. En un escenario de emisiones elevadas (RCP 8,5), se prevé que el nivel medio de acidez oceánica (pH) mundial disminuya, aproximadamente, en un 0,2 para 2060 (Palter *et al.* 2018) y en 0,33 para 2090 (Bopp *et al.* 2013), en comparación con los años 90. Los niveles de pH más bajos (mayor acidez) reducen la concentración de iones de carbonato, los cuales son necesarios para que los organismos marinos creen conchas y esqueletos. Una mayor acidez significa que el estado medio global de saturación de carbonato cálcico ($CaCO_3$) del agua

de mar con respecto al aragonito (un tipo de $CaCO_3$ producido por los organismos marinos, cuyo estado de saturación se denota: Ωarg) en la columna de agua superior disminuiría a niveles que están significativamente por debajo del nivel objetivo seleccionado de 2,75Ωarg - de 2,94Ωarg en 2010 a alrededor de 1,8Ωarg en 2100 (Zheng y Cao 2014).

Los descensos en el estado de saturación de carbonatos dificultan la formación de caparazones y esqueletos de los organismos marinos, de igual forma pueden provocar su disolución y aumentar la mortalidad natural o disminuir el crecimiento somático y la viabilidad de los huevos (Cattano *et al.* 2018). A nivel regional, se prevé que la acidificación aumente con mayor rapidez en las zonas polares, así como también, que las concentraciones de iones de carbonato caigan por debajo de los niveles de saturación de aragonito en el Océano Ártico a partir de 2048 y en el Océano Austral hacia 2067 (Bopp *et al.* 2013; Ciais *et al.* 2013). Hay que tener en cuenta que la escorrentía de nitrógeno y fósforo hacia el océano procedente de la agricultura y de fuentes industriales puede provocar un aumento local de su acidificación (Billé *et al.* 2013).

Tendencias relacionadas con los recursos oceánicos

La protección de los recursos oceánicos (meta 14.4 de los ODS) es fundamental, ya que los océanos son fuentes de alimentación y nutrición para miles de millones de personas, especialmente en las zonas costeras de bajos ingresos, en donde una parte importante de la nutrición y de los ingresos proviene de la pesca. Además de ser una fuente directa de alimentación humana, el pescado también contribuye, indirectamente, en esta misma cuando se utiliza como harina de pescado en la acuicultura y en la alimentación del ganado. Históricamente, la demanda de pescado per cápita ha aumentado significativamente, pasando de 6 kg/año en 1950 a 20,3 kg/año en 2016 (FAO 2018), con otras estimaciones que abarcan el rango de 18,8-21,4 kg/año en 2011 (Troell *et al.* 2014; Béné *et al.* 2015). Al mismo tiempo, se ha producido una tendencia hacia el consumo humano de pescado de piscifactoría, el cual, desde 2014, ha incrementado superando los niveles de consumo frente al del pescado salvaje (FAO 2016). Las proyecciones de la FAO sugieren que la demanda de pescado seguirá creciendo hacia el futuro (FAO 2018). Sin embargo, los estudios indican que un aumento sostenible de las capturas de peces silvestres será difícil si se mantienen las estrategias de pesca actuales (García, Rice y Charles 2016; FAO 2018). Aunque en la actualidad continúan existiendo grandes incertidumbres (Laufkötter *et al.* 2015), sí se ha considerado como una preocupación importante el que las proyecciones de la productividad primaria marina, que sustenta toda la pesca de esta naturaleza y, en última instancia, toda la vida marina, sugieren un descenso hasta el año 2100 en un escenario RCP 8,5 (Bopp *et al.*2013; Fu, Randerson y Moore 2016). Actualmente, no hay proyecciones disponibles en la literatura relacionadas con la "proporción de las poblaciones de peces dentro de los niveles biológicamente sostenibles" (indicador oficial de los ODS). Como aproximación, las proyecciones de las pesquerías mundiales bajo un escenario sin cambios y un escenario de gestión actual, sugieren que, la proporción de las poblaciones de peces en o por debajo de una biomasa objetivo que puede someterse a la recuperación, aumentaría del 53% actual al 88% en 2050 (Costello *et al.* 2016). Sin embargo, ya existe una amplia gama de medidas de gestión mejoradas. En la mayoría de los países que están financiando adecuadamente la ciencia y la gestión (Melnychuk *et al.* 2017), las perspectivas de sostenibilidad reflejan una mejoría significativa (Costello *et al.* 2016). Se prevé que el potencial de capturas disminuirá en un promedio del 7,7% para 2050, así como los ingresos los cuales pueden disminuir en un 10,4% durante el mismo período (Lam *et al.* 2016).

21.3.6 Salud humana

En 2012, el 23% de las muertes en el mundo se debieron a factores ambientales modificables - "aquellos razonablemente susceptibles de ser gestionados o cambiados dados los conocimientos y la tecnología actual, los recursos y la aceptabilidad social" (Prüss-Üstün *et al.* 2016), presentándose una mayor parte en poblaciones vulnerables (niños y ancianos) y en países en desarrollo (Prüss-Üstün *et al.* 2016). El medio ambiente afecta la salud humana dentro de los hogares a través, por ejemplo, del agua insalubre, el saneamiento y la higiene, y la contaminación del aire interior; en las comunidades, por ejemplo, la contaminación del aire exterior; y, a escala mundial, por ejemplo, con el cambio climático (Smith y Ezzati 2005; Hughes *et al.* 2011).

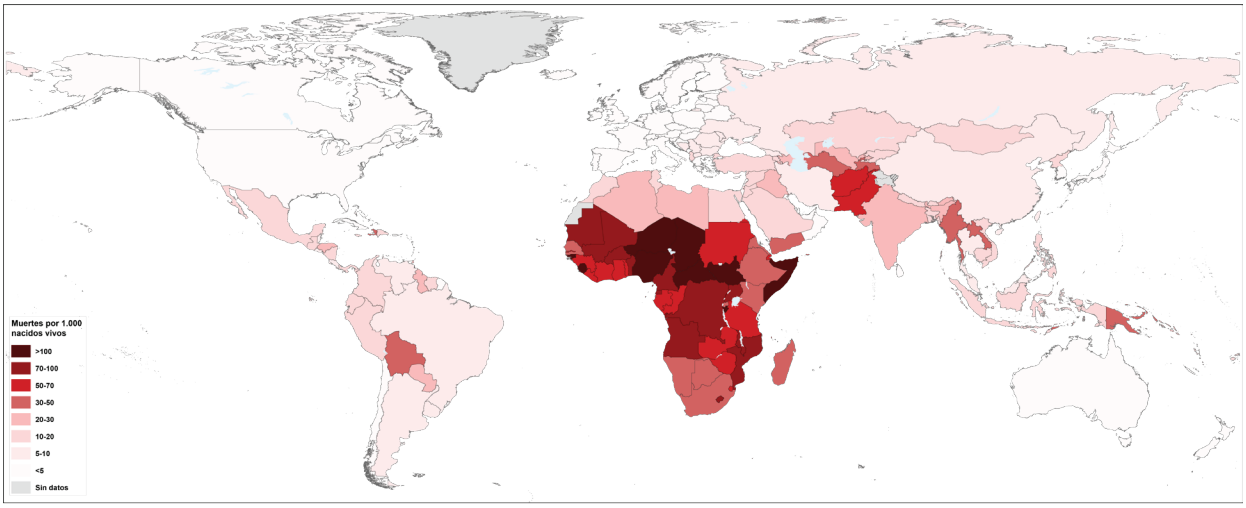
La proporción de la población con acceso a agua potable, saneamiento e instalaciones higiénicas, así como a instalaciones para cocinar limpias, ha ido aumentando de forma significativa, con lo cual se han reducido los impactos sanitarios relacionados con las enfermedades transmisibles. Se prevé que estas tendencias continúen hasta 2050 (véanse las Secciones 21.3.3 y 21.3.4). Por ejemplo, los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) a nivel mundial, es decir, el número de años perdidos por una enfermedad o por muerte prematura producto de la contaminación del aire en los hogares debido al uso de combustibles sólidos, se redujo del 9,2% del total de AVAD en 1990 al 6,8% en 2016 (Institute for Health Metrics y Evaluation 2016), y se prevé que siga disminuyendo hasta situarse por debajo del 3% en 2024 (Kuhn *et al.* 2016). Hughes *et al.* (2011) también proyectan descensos significativos en la mortalidad por enfermedades transmisibles, en gran medida relacionados con el fuerte desarrollo económico. Sin embargo, aunque los niveles de mejora de un acceso adecuado al agua potable y saneamiento mejorados y a instalaciones de cocina limpias varían mucho según la región, se prevé que para 2030 muchas personas vivirán sin estos factores de riesgo. Además, los riesgos para la salud asociados a la contaminación del aire exterior y al cambio climático han ido en aumento (WHO 2014; Forouzanfar *et al.* 2015; Cohen *et al.* 2017). El impacto de la contaminación por partículas en el ambiente seguirá contribuyendo a millones de muertes prematuras anuales en las próximas décadas (véase Sección 21.3.3). Asimismo, se prevé que el cambio climático tendrá importantes repercusiones negativas sobre la salud en las próximas décadas, entre ellas la exposición al calor, las inundaciones costeras, la diarrea, la malaria y la desnutrición (Hughes *et al.* 2011; WHO 2014).

Desde 1990, los factores de riesgo ambiental a nivel doméstico han ido disminuyendo, mientras que los mismos a nivel comunitario y mundial han ido aumentando. Los riesgos para la salud a nivel mundial se han ido alejando de los riesgos ambientales y se han acercado a los riesgos de comportamiento, por ejemplo, el tabaquismo, la desnutrición infantil y el consumo de alcohol, y a los riesgos metabólicos, por ejemplo, la presión arterial alta y el índice de masa corporal elevado (WHO 2009; Forouzanfar *et al.* 2015). Este cambio en los factores de riesgo forman parte de una transición epidemiológica más amplia, que se ha producido en todo el mundo durante los dos últimos siglos: las tasas de mortalidad han ido disminuyendo y se han desplazado hacia los riesgos que afectan a las personas más tarde en la vida (Murray *et al.* 2015).

Tendencias relacionadas con la mortalidad infantil

La mortalidad de menores de cinco años se considera generalmente un buen indicador de la calidad de vida (véase la Sección 20.4.1). Este tipo de mortalidad (meta 3.2 de los ODS) se redujo drásticamente, pasando de 91 muertes por cada mil nacidos vivos en 1990 a 43 por cada mil nacidos vivos en 2015, uno de los logros más importantes de los Objetivos de Desarrollo del Milenio durante el periodo (You *et al.* 2015). Sin embargo, más de 5 millones de niños murieron en 2016 antes de cumplir los cinco años y el 26% de estas muertes se debieron a factores ambientales que están bajo nuestro control (Prüss-Üstün *et al.* 2016). Por orden de impacto en la salud, los cinco principales factores de riesgo ambiental son: la contaminación del aire en los hogares, insalubridad del agua potable, las partículas en el ambiente, el saneamiento insalubre y un insuficiente lavado de manos (WHO 2009; Forouzanfar *et al.* 2015). Además, la desnutrición, incluida

Figura 21.11: Proyección de la tasa de mortalidad de menores de cinco años en 2030



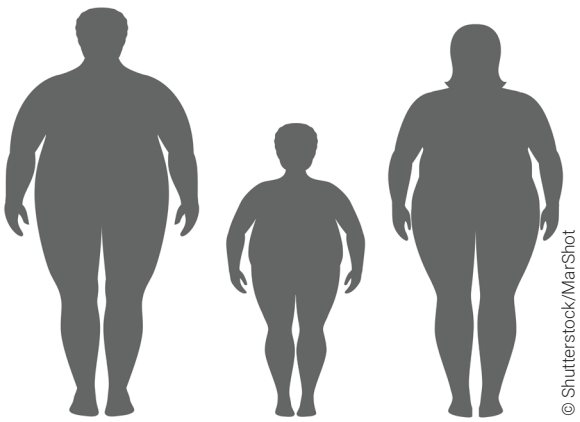
Fuente: Moyer y Hedden (2018).

la restricción del crecimiento fetal, el retraso del crecimiento y la emaciación infantil, las deficiencias de micronutrientes y la lactancia materna subóptima son importantes factores de riesgo para la salud, relacionados con alrededor del 45% de las muertes infantiles en 2011 (Black *et al.* 2013). En 1990, estos cinco principales factores ambientales eran responsables de casi 2,8 millones de muertes de niños menores de cinco años (el 30% del total de muertes de menores de cinco años), que disminuyeron a poco más de 800.000 muertes en 2016 (el 24% del total de muertes de menores de cinco años). Actualmente, 79 países tienen tasas de mortalidad de menores de cinco años superiores a la meta de los ODS de 25 por cada 1.000 nacidos vivos, en parte debido a la persistencia, y a veces incluso al aumento, de los factores de riesgo ambiental en los países de ingresos bajos y medios (GBD 2015 SDG Collaborators 2016).

Se prevé que la mortalidad infantil mundial siga disminuyendo hasta situarse entre 23 y 39 muertes por cada mil nacidos vivos en 2030, cantidad que aún resulta insuficiente para alcanzar la meta de los ODS (Hughes *et al.* 2011; Liu *et al.* 2015; You *et al.* 2015; GBD 2016 SDG Collaborators 2017). Esto significa que un estimado de 47 países no están en camino de alcanzar la meta para 2030, los cuales en su mayoría se encuentran en el África Subsahariana (You *et al.* 2015). Como resultado de la disminución de la mortalidad infantil, se prevé que la esperanza de vida media mundial al nacer aumente a más de 77 años en 2050, frente a los 71 de 2015 (Samir y Lutz 2017; Naciones Unidas 2017). Hay que tener en cuenta que cifras promedio como estas ocultan enormes diferencias en la esperanza de vida, especialmente relacionadas con los diferentes tipos de pobreza dentro y entre los países.

Se espera que la mortalidad infantil, especialmente por diarrea y neumonía, disminuya significativamente, debido a las mejoras previstas en los niveles de reducción del hambre (véase la Sección 21.3.2), el acceso a fuentes modernas de energía (véase la Sección 21.3.3) y el acceso a agua potable y saneamiento (véase la Sección 21.3.4), así como a la mejora de los niveles de desarrollo general (Lucas *et al.* 2018). Sin embargo, para 2030, se prevé que los cinco principales factores de riesgo ambiental, junto con la desnutrición infantil y la malaria, contribuyan a alrededor del 15% del total de muertes infantiles, con una mayor proporción en el África Subsahariana (Lucas *et al.* 2018). Estos impactos en la salud son en gran medida evitables, pero requieren intervenciones dirigidas a garantizar un acceso más limpio y sostenible a los alimentos, el agua y los servicios energéticos. Además, el cambio climático puede exacerbar los riesgos de mortalidad infantil, por ejemplo, a través de los impactos sobre la seguridad alimentaria y sus consecuentes niveles de desnutrición. Incluyendo los impactos del cambio climático sobre la desnutrición infantil en su proyección del escenario base, Hughes *et al.* (2011) proyectan 70.000 muertes infantiles adicionales en 2050, principalmente, en el sur de Asia y África Subsahariana.

Hay que tener en cuenta que los factores ambientales domésticos, comunitarios y mundiales afectan muchos de los indicadores de desarrollo humano más allá de la mortalidad infantil y, a su vez, que la mortalidad infantil se ve afectada por muchos factores distintos a los factores ambientales modificables. Como se ha indicado anteriormente, la transición epidemiológica implica un cambio en el equilibrio de los riesgos atribuibles al medio ambiente, por ejemplo, de las enfermedades transmisibles relacionadas con el agua, a las enfermedades no transmisibles relacionadas, por ejemplo, con la contaminación del aire ambiente. El éxito en el tratamiento de la primera de ellas mostrará beneficios mucho mayores para la mortalidad de los menores de cinco años, que el éxito en el tratamiento de la segunda. Además, otros factores de riesgo para la salud ambiental que afectan a la salud de los menores de cinco años (la desnutrición para algunos, la obesidad para otros) pueden mostrarse como mayores riesgos para la salud y la mortalidad en la vida posterior, en lugar de (o además de) la mortalidad de los menores de cinco años.



© Shutterstock/MarShot

Recuadro 25.1: Logro a nivel de país de determinadas metas de los ODS

La Agenda 2030 es una agenda global de aplicación nacional. Este capítulo evalúa explícitamente la evolución futura de determinadas metas de los ODS relacionadas con el medio ambiente a nivel mundial. El análisis concluye que, si no se mejoran las políticas, es poco probable que se alcancen estas metas. Sin embargo, el nivel de éxito difiere en gran medida entre los países. Moyer y Hedden (2018) exploraron el progreso futuro a nivel de país bajo un escenario SSP2, para ocho metas de los ODS y nueve indicadores relacionados. Estas metas están vinculadas a metas de los ODS seleccionadas para el grupo de bienestar humano, complementadas por metas de los ODS que abordan la erradicación de la pobreza y la educación. Los nueve indicadores, aunque no son exhaustivos, representan múltiples dimensiones del desarrollo humano.

En consonancia con las conclusiones de este capítulo (véase la Tabla 21.2), el estudio concluye que, entre 2015 y 2030, el mundo solo logrará avances marginales en la consecución de los nueve indicadores de los ODS. Respecto a todas las combinaciones de indicadores de países estudiadas (nueve indicadores para 186 países = 1.674 valores de indicadores por año), el 43% ya había alcanzado los valores objetivo en 2015, lo que se prevé que aumente al 53% en 2030.

Se prevé que solo el 17% de los países alcanzará todas las metas de los ODS analizadas en 2030, mientras que el 15% de los países, que en su mayoría se encuentran en el África Subsahariana, no alcanzará ninguna de estas. El análisis destaca la dificultad para alcanzar los valores de las metas relativas al acceso al saneamiento, a la educación secundaria inferior universal y a la reducción de la prevalencia de niños con bajo peso, que representan problemas de desarrollo persistentes. Se prevé que la meta de los ODS relativa a la mortalidad infantil sea alcanzada por el 67% de los países en 2030, mientras que en el África Subsahariana sólo la alcanzará el 8%.

Tabla 21.1: Porcentaje de países por región destinados a alcanzar algunas metas de los ODS para el 2030

	Europa y Rusia	América Latina y el Caribe	Oriente Medio y África del Norte	Asia Pacífico No OCDE	América del Norte	Asia Pacífico OCDE	Asia del Sur	África Subsaha-riana	Mundo
Pobreza extrema	100	68	85	70	100	100	79	21	67
Hambre	95	32	70	26	100	100	43	10	48
Niños con bajo peso	82	48	30	26	100	100	14	0	37
Mortalidad de niños	98	90	90	74	100	50	71	6	67
Finalización de la escuela primaria	100	94	85	78	100	100	86	33	77
Escuela secundaria inferior	89	35	40	48	100	100	50	4	45
Accesso a agua potable	98	94	95	70	100	100	93	17	72
Mejora del saneamiento	80	29	65	43	100	100	43	4	44
Accesso a la electricidad	100	68	90	48	100	100	71	2	60

Fuente: Moyer y Hedden (2018).

21.4 ¿Estamos alcanzando las metas?

La **Tabla 21.2** resume los resultados de la evaluación de escenarios respecto a las metas e indicadores de los ODS seleccionados (véase el Capítulo 20). Ninguna de estas metas se alcanzará para aquellos escenarios examinados que no presentan cambios, sin embargo, existen claras diferencias.

En el caso de las metas agrupadas en el apartado de bienestar humano, las tendencias proyectadas muestran mejoras a lo largo del tiempo, sin embargo, estas son insuficientes para alcanzarlas en 2030. No obstante, se prevé que varios objetivos serán alcanzados a más largo plazo, o que al menos se está relativamente cerca de alcanzarlos, por ejemplo, se prevé que la tasa de desnutrición se reducirá en dos tercios o más en 2050.

Aunque el progreso es lo suficientemente rápido como para compensar el crecimiento de la población mundial, muchas personas seguirán sin tener un acceso adecuado a los alimentos, a los servicios energéticos modernos o al agua potable y al saneamiento. En relación con esto, los impactos en la salud humana relacionados con el medio ambiente están disminuyendo

Tabla 21.2: Tendencias pasadas y futuras relacionadas con las metas seleccionadas (véase la Sección 20.4)

Grupo temático	Meta seleccionada para el GEO-6	Indicador	Nivel para 2010	Valor objetivo	Valor proyectado[1]	Tendencia
Bienestar humano	Acabar con el hambre	Prevalencia de la desnutrición	800-900 millones de personas	0 en 2030	300-500 millones personas en 2030	↘
	Acceso universal a los servicios energéticos modernos	Personas sin acceso a la electricidad y personas sin acceso a combustibles limpios para cocinar	2.8 mil millones 1.1 mil millones	0 en 2030	2.3 mil millones y 700 millones en 2030	↘
	Acceso universal al consumo de agua potable y saneamiento adecuado	Personas que carecen de acceso a un consumo mejorado de agua potable y a un saneamiento mejorado	0.8 mil millones y 2.3 mil millones	0 en 2030	0.4 mil millones y 2 mil millones en 2030	↘
	Acabar con las muertes evitables en menores de 5 años	Tasa de mortalidad de niños menores de 5 años	52 muertes por 1.000 nacidos vivos	<25 muertes por 1.000 nacidos vivos en 2030	23-39 muertes por 1.000 nacidos vivos en 2030	↘
Base de los recursos naturales	Mejorar la calidad del agua	Uso de fertilizantes nitrogenados y fijación biológica del nitrógeno	120TgN/año	< 62TgN/año	185TgN/año en 2050	↗
		Uso de fertilizantes con fósforo	14,5TgP/año	< 6,2TgP/año	26TgP/año en 2050	↗
	Reducir la escasez de agua	Población que vive en zonas con escasez de agua	2.000 millones	-	2.800 millones en 2030	↗
	Mejorar la calidad del aire en las ciudades	Porcentaje de población expuesta a $MP_{2,5}$ por encima de 35µg/m^3	58%	0 % en 2050	9% - 40% en 2050	↘
	Limitar el calentamiento global	Aumento de la temperatura media mundial	1°C en 2016	< 2,0 / 1,5°C para 2100	4°C para 2100	↗
	Reducir la contaminación por nutrientes marinos	El flujo de P de los sistemas de agua dulce hacia el océano	4TgP/año en 2006	-	5TgP/año en 2050	↗
	Minimizar la acidificación	Nivel promedio de saturación mundial de aragonito en la superficie	2,94Ωarg	> 2,75Ωarg	1,8Ωarg en 2100	↗
	Gestión sostenible de los recursos oceánicos	Proporción de poblaciones de peces en la biomasa objetivo o por debajo de esta que pueden experimentar una recuperación	53%.	-	88% en 2050	↗
	Lograr la neutralidad de la degradación de la tierra	Pérdida de carbono orgánico del suelo	176Gt históricamente	-	27GtC entre 2010 y 2050	↗
	Detener la pérdida de biodiversidad	Pérdida en Abundancia media de especies (MSA)	34%	< 36% a partir de 2030	43% en 2050	↗

↗ El objetivo proyectado no se alcanzará; tendencia en dirección contraria o ninguna mejora significativa;
↘ El objetivo proyectado no se alcanzará; tendencia en la dirección correcta;
↓ Objetivo proyectado para ser alcanzado (ninguno).

Fuente: Todos los valores están basados en la Sección 21.3. [1]Los valores proyectados corresponden en su mayor parte a los escenarios SSP2, excepto para el acceso a la energía, la tasa de mortalidad de menores de cinco años, la acidificación de los océanos y las poblaciones de peces por encima de la biomasa objetivo. En el caso de la contaminación atmosférica, también se incluyen los resultados del escenario ECLIPSE debido al amplio rango de incertidumbre.

significativamente, pero están lejos de ser suficientes para alcanzar la meta de los ODS sobre la mortalidad de los menores de cinco años. Los factores de riesgo para la salud relacionados con el medio ambiente siguen siendo especialmente importantes en el África Subsahariana.

Para los objetivos agrupados en la base de recursos naturales, la brecha sigue siendo relativamente grande, y para la mayoría de los objetivos incluso se ha ampliado. Aunque la eficiencia en el uso de los recursos (en términos de rendimiento y uso de nutrientes, eficiencia hídrica y energética) se prevé que mejore, en su mayor parte en línea con las tendencias históricas (**véase la Tabla 21.3**), se proyecta que las tendencias del cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la escasez de agua, la contaminación por nutrientes y la degradación del suelo seguirán avanzando en la dirección equivocada. Sólo se calcula que la proporción de la población expuesta a concentraciones de $MP_{2,5}$ superiores a 35µg/m^3 disminuirá. Aun así, según el escenario SSP2, se prevé que el 63% de la población esté expuesta a $MP_{2,5}$ superiores a 10µg/m^3 en 2050, lo que supone que la contaminación atmosférica seguirá contribuyendo a millones de muertes prematuras en las próximas décadas.

En general, el análisis de escenario muestra que el mundo no está en camino de alcanzar determinadas metas de los ODS y MEA conexos que están relacionadas con el medio ambiente. Se requiere un aumento significativo en la tasa de mejora de la reducción de la mortalidad infantil, el control de la contaminación atmosférica, la erradicación del hambre y el acceso al agua potable, al saneamiento y a las fuentes modernas de energía. Además, la consecución de los objetivos que abordan la base de recursos naturales, incluidos el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la degradación de la tierra, la escasez de agua y la contaminación del agua dulce y de los océanos, requiere una clara ruptura con las tendencias actuales, en la que se desvincule de forma absoluta el desarrollo humano de la degradación medio ambiental.

Tabla 21.3: Tendencia histórica y en un escenario sin cambios en materia de eficiencia en el uso de recursos, consumo y producción sostenibles

Objetivo seleccionado para el GEO-6	Indicador	Evolución histórica	Tendencia en escenarios sin cambios
Aumentar productividad agrícola (Sección 21.3.2)	Mejora del rendimiento en el tiempo (cereales)	1,9%/año (1970-2010)	0,4%-0,9 %/año (2010-2050)
Aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes (Sección 21.3.2)	Aportes totales de N al rendimiento del cultivo N	0,42 en 2010	0,55 en 2050
Aumentar la eficiencia en el uso del agua (Sección 21.3.4)	Cambio en la eficiencia del uso del agua a lo largo del tiempo.	0,2%-1%/año (1970-2010)	0,3%-1%/año (2010-2050)
Aumentar la cuota de energía renovable (Sección 21.3.3)	Cuota de energía renovable en el consumo de energía final	15% en 2010	20%-30% en 2050
Aumentar la eficiencia energética (Sección 21.3.3)	Reducción de la intensidad energética a lo largo del tiempo (medida en términos de energía primaria y PIB)	1%-2%/año (1970-2010)	1%-2,5%/año (2010-2050)

Referencias

Alexandratos, N. y Bruinsma, J. (2012). *World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf.

Amann, M., Bertok, I., Borken-Kleefeld, J., Cofala, J., Heyes, C., Höglund-Isaksson, L. *et al.* (2011). Cost-effective control of air quality and greenhouse gases in Europe: Modeling and policy applications. *Environmental Modelling and Software* 26(12), 1489-1501. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.07.012.

Anderson, D.M., Glibert, P.M. y Burkholder, J.M. (2002). Harmful algal blooms and eutrophication: Nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries* 25(4), 704-726. https://doi.org/10.1007/BF02804901.

Assad, E., Pavão, E., Jesus, M.d. y Martins, S.C. (2015). *Invertendo o sinal de carbono da agropecuária brasileira: uma estimativa do potencial de mitigação de tecnologias do Plano ABC de 2012 a 2023.* São Paulo: Observtório ABC. http://medias.canalrural.com.br/resources/pdf/1/5/1435789855051.pdf

Bai, Z.G., Dent, D.L., Olsson, L. y Schaepman, M.E. (2008). Proxy global assessment of land degradation. *Soil Use and Management* 24(3), 223-234. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2008.00169.x.

Barbier, E.B. y Hochard, J.P. (2016). Does land degradation increase poverty in developing countries? *PLoS One* 11(5), e0152973. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152973.

Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrup-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.I. *et al.* (2015). Feeding 9 billion by 2050 – putting fish back on the menu. *Food Security* 7(2), 261-274. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z.

Beusen, A.H.W., Bouwman, A.F., Van Beek, L.P.H., Mogollón, J.M. y Middelburg, J.J. (2016). Global riverine N and P transport to ocean increased during the 20th century despite increased retention along the aquatic continuum. *Biogeosciences* 13, 2441-2451. https://doi.org/10.5194/bg-13-2441-2016.

Bijl, D.L., Bogaart, P.W., Kram, T., de Vries, B.J.M. y van Vuuren, D.P. (2016). Long-term water demand for electricity, industry and households. *Environmental Science and Policy* 55, 75-86. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.09.005.

Bijl, D.L., Bogaart, P.W., Dekker, S.C., Stehfest, E., de Vries, B.J.M. y van Vuuren, D.P. (2017). A physically-based model of long-term food demand. *Global Environmental Change* 45, 47-62. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.003.

Bijl, D.L., Bogaart, P.W., Dekker, S.C. y van Vuuren, D.P. (2018). Unpacking the nexus: Different spatial scales for water, food and energy. *Global Environmental Change* 48, 22-31. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.005.

Billé, R., Kelly, R., Biastoch, A., Harrould-Kolieb, E., Herr, D., Joos, F. *et al.* (2013). Taking action against ocean acidification: A review of management and policy options. *Environmental Management* 52(4), 761-779. https://doi.org/10.1007/s00267-013-0132-7.

Billen, G., Lancelot, C. y Meybeck, M. (1991). N, P, and Si retention along the aquatic continuum from land to ocean. En *Ocean Margin Processes in Global Change.* Mantoura, R.F.C., Martin, J.M. y Wollast, R. (eds.). New York, NY: John Wiley and Sons. 19-44.

Black, R.E., Victora, C.G., Walker, S.P., Bhutta, Z.A., Christian, P., de Onis, M. *et al.* (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet* 382(9890), 427-451. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60937-X.

Boit, A., Sakschewski, B., Boysen, L., Cano-Crespo, A., Clement, J., Garcia-alaniz, N. *et al.* (2016). Large-scale impact of climate change vs. land-use change on future biome shifts in Latin America. *Global Change Biology* 22(11), 3689-3701. https://doi.org/10.1111/gcb.13355.

Bopp, L., Resplandy, L., Orr, J.C., Doney, S.C., Dunne, J.P., Gehlen, M. *et al.* (2013). Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: Projections with CMIP5 models. *Biogeosciences* 10(10), 6225-6245. https://doi.org/10.5194/bg-10-6225-2013.

Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W., Lassaletta, L., van Apeldoorn, D.F., van Grinsven, H.J.M., Zhang, J. *et al.* (2017). Lessons from temporal and spatial patterns in global use of N and P fertilizer on cropland. Scientific Reports 7(40366). https://doi.org/10.1038/srep40366.

Burt, A., Hughes, B. y Milante, G. (2014). Eradicating Poverty in Fragile States: Prospects of Reaching the "High-Hanging" Fruit by 2030. Policy Research Working Paper7002. Washington, D.C.: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/909761468170347362/pdf/WPS7002.pdf

Cattano, C., Claudet, J., Domenici, P. y Milazzo, M. (2018). Living in a high CO2 world: A global meta-analysis shows multiple trait-mediated fish responses to ocean acidification. Ecological Monographs 88(3), 320-335. https://doi.org/10.1002/ecm.1297.

Chandy, L., Ledlie, N. y Penciakova, V. (2013). The Final Countdown: Prospects for Ending Extreme Poverty by 2030 Policy Paper 2013-04. Washington, D.C.:The Brookings Institution. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/The_Final_Countdown.pdf

Chaturvedi, V., Mohamad Hejazi, M., Edmonds, J., Clarke, L., Kyle, P., Davies, E. *et al.* (2015). Climate mitigation policy implications for global irrigation water demand. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 20(3), 389-407. https://doi.org/10.1007/s11027-013-9497-4.

Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J. *et al.* (2013). Carbon and other biogeochemical cycles. In Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 6. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf

Clark, W.C., Mitchell, R.B. y Cash, D.W. (2006). Evaluating the influence of global environmental assessments. In Global Environmental Assessments: Information and Influence. Mitchell, R.B., Clark, W.C., Cash, D.W. and Dickson, N.M. (eds.). Cambridge: MIT Press, chapter 1. https://sites.hks.harvard.edu/gea/pubs/geavol_info_chap_1.pdf

Cohen, A.J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H.R., Frostad, J., Estep, K. *et al.* (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the global burden of diseases study 2015. The Lancet 389(10082), 1907-1918. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

Conley, D. (2002). Terrestrial ecosystems and the global biogeochemical silica cycle. Global Biogeochemical Cycles 16(4), 68-61-68-68. https://doi.org/10.1029/2002GB001894

Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C.K., Hilborn, R., Melnychuk, M.C. *et al.* (2016). Global fishery prospects under contrasting management regimes. Proceedings of the National Academy of Sciences 113(18), 5125-5129. https://doi.org/10.1073/pnas.1520420113.

Dagnachew, A.G., Lucas, P.L., Hof, A.F., Gernaat, D.E.H.J., de Boer, H.-S. y van Vuuren, D.P. (2017). The role of decentralized systems in providing universal electricity access in Sub-Saharan Africa – A model-based approach. Energy 139, 184-195. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.144.

Dellink, R., Chateau, J., Lanzi, E. y Magné, B. (2017). Long-term economic growth projections in the shared socioeconomic pathways. *Global Environmental Change* 42, 200-214. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.06.004.

Economic and Social Council (2017). *Progress towards the Sustainable Development Goals: Report of the Secretary-General. E/2018/64.* https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/secretary-general-sdg-report-2018--EN.pdf.

Elliott, J., Deryng, D., Müller, C., Frieler, K., Konzmann, M., Gerten, D. *et al.* (2014). Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(9), 3239-3244. https://doi.org/10.1073/pnas.1222474110.

Flörke, M., Kynast, E., Bärlund, I., Eisner, S., Wimmer, F. y Alcamo, J. (2013). Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study. *Global Environmental Change* 23(1), 144-156. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.10.018.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to Food Security and Nutrition for All.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the Sustainable Development Goals.* Rome. http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development and World Food Programme (2015). *The State of Food Insecurity in the World: Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress.* Rome. http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, United Nations Children's Fund, World Food Programme and World Health Organization (2017). *The State of Food Insecurity in the World 2017. Building Resilience for Peace and Food Security.* Rome. http://www.fao.org/3/a-I7695e.pdf

Forouzanfar, M.H., Alexander, L., Anderson, H.R., Bachman, V.F., Biryukov, S., Brauer, M. *et al.* (2015). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990–2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet* 386(10010), 2287-2323. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00128-2.

Fritsche, U.R., Eppler, U., Iriarte, L., Laaks, S., Wunder, S., Kaphengst, T. *et al.* (2015). *Resource-Efficient Land Use – Towards a Global Sustainable Land Use Standard (GLOBALANDS).* Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_82_2015_resource_efficient_land_use.pdf

Fu, W., Randerson, J.T. y Moore, J.K. (2016). Climate change impacts on net primary production (NPP) and export production (EP) regulated by increasing stratification and phytoplankton community structure in the CMIP5 models. *Biogeosciences* 13, 5151-5170. https://doi.org/10.5194/bg-13-5151-2016.

Garcia, S.M., Rice, J. y Charles, A. (2016). Bridging fisheries management and biodiversity conservation norms: Potential and challenges of balancing harvest in ecosystem-based frameworks. *ICES Journal of Marine Science* 73(6), 1659-1667. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv230.

Gauthier, S., Bernier, P., Kuuluvainen, T., Shvidenko, A.Z. y Schepaschenko, D.G. (2015). Boreal forest health and global change. *Science* 349(6250), 819-822. https://doi.org/10.1126/science.aaa9092.

GBD 2015 SDG Collaborators (2016). Measuring the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: A baseline analysis from the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet* 388(10053), 1813-1850. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31467-2.

GBD 2016 Risk Factors Collaborators (2017). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet* 390(10100), 1345-1422. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)32366-8.

GBD 2016 SDG Collaborators (2017). Measuring progress and projecting attainment on the basis of past trends of the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: A baseline analysis from the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet* 390(10100), 1423-1459. https://doi.org/10.1016/ S0140-6736(17)32336-X.

Glibert, P.M. (2017). Eutrophication, harmful algae and biodiversity — Challenging paradigms in a world of complex nutrient changes. *Marine Pollution Bulletin* 124(2), 591 606 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.027.

Global Energy Assessment (2012). Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future. Cambridge: International Institute for Applied Systems Analysis. http://www.cambridge.org/gb/knowledge/isbn/item6852590/?site_locale=en_GB.

Gonzalez, P., Neilson, R.P., Lenihan, J.M. y Drapek, R.J. (2010). Global patterns in the vulnerability of ecosystems to vegetation shifts due to climate change. *Global Ecology and Biogeography* 19(6), 755-768. https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00558.x.

Hanasaki, N., Fujimori, S., Yamamoto, T., Yoshikawa, S., Masaki, Y., Hijioka, Y. *et al.* (2013a). A global water scarcity assessment under Shared Socio-economic Pathways – Part 1: Water use. *Hydrology and Earth System Sciences* 17, 2375-2391. https://doi.org/10.5194/hess-17-2375-2013.

Hanasaki, N., Fujimori, S., Yamamoto, T., Yoshikawa, S., Masaki, Y., Hijioka, Y. *et al.* (2013b). A global water scarcity assessment under Shared Socio-economic Pathways – Part 2: Water availability and scarcity. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(2393-2413). https://doi.org/10.5194/hess-17-2393-2013.

Hasegawa, T., Fujimori, S., Takahashi, K. y Masui, T. (2015). Scenarios for the risk of hunger in the twenty-first century using shared socioeconomic pathways. *Environmental Research Letters* 10(1), 014010. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/1/014010.

Health Effects Institute (2018). *State of Global Air 2018: A Special Report on Global Exposure to Air Pollution and Its Disease Burden.* Boston, MA. https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/soga-2018-report.pdf.

Hughes, B.B., Kuhn, R., Peterson, C.M., Rothman, D.S., Solórzano, J.R., Mathers, C.D. *et al.* (2011). Projections of global health outcomes from 2005 to 2060 using the International Futures integrated forecasting model. *Bulletin of the World Health Organization* 89(7), 478-486. https://doi.org/10.2471/blt.10.083766.

Institute for Health Metrics and Evaluation (2016). *GBD Compare Data Visualization.* https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014a). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Pachauri, R.K. y Meyer, L.A. (eds.). Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014b). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for policymakers.* Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018). *Land Degradation and Restoration Assessment.* Bonn. https://www.ipbes.net/system/tdf/ipbes_6_inf_1_rev.1_2.pdf?file=1&type=node&id=16514.

International Energy Agency (2016). *World Energy Outlook 2016.* Paris. https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2016.

International Energy Agency (2017a). *World Energy Outlook 2017.* Paris. https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2017.

International Energy Agency (2017b). *Energy Access Outlook 2017: From Poverty to Prosperity.* Paris. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport_EnergyAccessOutlook.pdf.

Jiang, L. y O'Neill, B.C. (2017). Global urbanization projections for the shared socioeconomic pathways. *Global Environmental Change* 42, 193-199. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.008.

Klimont, Z., Kupiainen, K., Heyes, C., Purohit, P., Cofala, J., Rafaj, P. *et al.* (2017). Global anthropogenic emissions of particulate matter including black carbon. *Atmospheric Chemistry and Physics* 17(14), 8681-8723. https://doi.org/10.5194/acp-17-8681-2017.

Kok, M.T.J., Alkemade, R., Bakkenes, M., van Eerdt, M., Janse, J., Mandryk, M. *et al.* (2018). Pathways for agriculture and forestry to contribute to terrestrial biodiversity conservation: A global scenario-study. *Biological Conservation* 221, 137-150. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.003.

Kuhn, R., Rothman, D.S., Turner, S., Solórzano, J. y Hughes, B.B. (2016). Beyond attributable burden: Estimating the avoidable burden of disease associated with household air pollution. *PLoS One* 11(3), e0149669. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149669.

Laborde, D., Bizikova, L., Lallemant, T. y Smaller, C. (2016). *Ending Hunger: What Would It Cost?* International Institute for Sustainable Development. http://www.iisd.org/sites/default/files/publications/ending-hunger-what-would-it-cost.pdf.

Lam, V.W.Y., Cheung, W.W.L., Reygondeau, G. y Sumaila, U.R. (2016). Projected change in global fisheries revenues under climate change. *Scientific Reports* 6, 32607. https://doi.org/10.1038/srep32607.

Laufkötter, C., Vogt, M., Gruber, N., Aita-Noguchi, M., Aumont, O., Bopp, L. *et al.* (2015). Drivers and uncertainties of future global marine primary production in marine ecosystem models. *Biogeosciences* 12, 6955-6984. https://doi.org/10.5194/bg-12-6955-2015.

Leadley, P.W., Krug, C.B., Alkemade, R., Pereira, H.M., Sumaila U.R., Walpole, M. *et al.* (2014). *Progress towards the Aichi Biodiversity Targets: An Assessment of Biodiversity Trends, Policy Scenarios and Key Actions.* CBD Technical Series. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-78-en.pdf.

Ligtvoet, W., Bouwman, A., Knoop, J., de Bruin, S., Nabielek, K., Huitzing, H. *et al.* (2018). *The Geography of Future Water Challenges.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-the-geography-of-future-water-challenges-2920.pdf.

Liu, L., Oza, S., Hogan, D., Perin, J., Rudan, I., Lawn, J.E. *et al.* (2015). Global, regional, and national causes of child mortality in 2000–13, with projections to inform post-2015 priorities: An updated systematic analysis. *The Lancet* 385(9966), 430-440. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61698-6.

Liu, J., Yang, H., Gosling, S.N., Kummu, M., Flörke, M., Pfister, S. *et al.* (2017). Water scarcity assessments in the past, present, and future. *Earth's Future* 5(6), 545-559. https://doi.org/10.1002/2016EF000518.

Lucas, P.L., Dagnachew, A.G. y Hof, A.F. (2017). *Towards Universal Electricity Access in Sub-Saharan Africa: A Quantitative Analysis of Technology and Investment Requirements.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-towards-universal-electricity-access-in-sub-saharan-africa-1952.pdf.

Lucas, P.L., Hilderink, H.B.M., Janssen, P., Samir, K.C., Niessen, L.W. y van Vuuren, D.P. (2018). *Future Impacts of Environmental Factors on Achieving The SDG Target On Child Mortality – A Synergistic Assessment.* PBL Working Paper 24. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-future-impacts-of-environmental-factors-on-achieving-the-sdg-target-on-child-mortality.pdf.

Lucas, P.L., Nielsen, J., Calvin, K., McCollum, D., Marangoni, G., Strefler, J. *et al.* (2015). Future energy system challenges for Africa: Insights from integrated assessment models. *Energy Policy* 86, 705–717. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.017.

Lucas, P.L., Dagnachew, A.G. y Hof, A.F. (2017). *Towards Universal Electricity Access in Sub-Saharan Africa: A Quantitative Analysis of Technology and Investment Requirements.* http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-towards-universal-electricity-access-in-sub-saharan-africa-1952.pdf

Mara, D. y Evans, B. (2018). The sanitation and hygiene targets of the sustainable development goals: Scope and challenges. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development* 8(1), 1-16. https://doi.org/10.2166/washdev.2017.048.

Maavara, T., Dürr, H.H. y Van Cappellen, P. (2014). Worldwide retention of nutrient silicon by river damming: From sparse data set to global estimate. *Global Biogeochemical Cycles* 28(8), 842-855. https://doi.org/10.1002/2014GB004875.

Melnychuk, M.C., Peterson, E., Elliott, M. y Hilborn, R. (2017). Fisheries management impacts on target species status. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(1), 178-183. https://doi.org/10.1073/pnas.1609915114.

Meybeck, M. (1982). Carbon, nitrogen and phosphorous transport by world rivers. *American Journal of Science* 282, 401-450.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Washington, D.C: Island Press. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf.

Mogollón, J.M., Lassaletta, L., Beusen, A.H.W., van Grinsven, H.J.M., Westhoek, H. y Bouwman, A.F. (2018a). Assessing future reactive nitrogen inputs into global croplands based on the shared socioeconomic pathways. *Environmental Research Letters* 13(4). https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab212.

Mogollón, J.M., Beusen, A.H.W., van Grinsven, H.J.M., Westhoek, H. y Bouwman, A.F. (2018b). Future agricultural phosphorus demand according to the shared socioeconomic pathways. *Global Environmental Change* 50, 149-163. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.03.007.

Mouratiadou, I., Biewald, A., Pehl, M., Bonsch, M., Baumstark, L., Klein, D. *et al.* (2016). The impact of climate change mitigation on water demand for energy and food: An integrated analysis based on the shared Socioeconomic Pathways. *Environmental Science and Policy* 64, 48-58. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.007.

Moyer, J.D. y Hedden, S. (2018). How achievable are human development SDGs on our current path of development?. [en preparación].

Murray, C.J.L., Barber, R.M., Foreman, K.J., Ozgoren, A.A., Abd-Allah, F., Abera, S.F. *et al.* (2015). Global, regional, and national disability-adjusted life years (DALYs) for 306 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 188 countries, 1990-2013: Quantifying the epidemiological transition. *The Lancet* 386(10009), 2145-2191. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61340-X.

Nakicenovic, N., Alcamo, J., Grubler, A., Riahi, K., Roehrl, R.A., Roger, H.-H. *et al.* (2000). *Special Report on Emissions Scenarios (SRES), A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press. http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/6101/1/emissions_scenarios.pdf.

Newbold, T., Hudson, L.N., Hil, S.L.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A. *et al.* (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520, 45-50. https://doi.org/10.1038/nature14324.

Newbold, T. (2018). Future effects of climate and land-use change on terrestrial vertebrate community diversity under different scenarios. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285(1881). https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0792.

Oki, T. y Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. *Science* 313(5790), 1068-1072. https://doi.org/10.1126/science.1128845.

O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K.L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D.S. *et al.* (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global Environmental Change* 42, 169-180. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2016). *The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/the-economic-consequences-of-outdoor-air-pollution_5jlzg2tj7mvf.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2F9789264257474-en&mimeType=pdf.

Organisation for Economic Co-operation and Development and Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026. Special Focus: Southeast Asia.* Paris. https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2017-2026_agr_outlook-2017-en;jsessionid=q8WsoLO97ujTtcppyvzESJNM.ip-10-240-5-90

Palter, J.B., Frölicher, T.L., Paynter, D. y John, J.G. (2018). Climate, ocean circulation, and sea level changes under stabilization and overshoot pathways to 1.5 K warming. *Earth System Dynamics* 9(2), 817-828. https://doi.org/10.5194/esd-9-817-2018.

Popp, A., Calvin, K., Fujimori, S., Havlik, P., Humpenöder, F., Stehfest, E. *et al.* (2017). Land-use futures in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change* 42, 331-345. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.002.

Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R. y Neira, M. (2016). *Preventing Disease Through Healthy Environments: A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks.* Geneva: World Health Organization. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf?sequence=1.

Ran, X., Bouwman, A.F., Yu, Z. y Liu, J. (2018). Implications of eutrophication for biogeochemical processes in the Three Gorges Reservoir, China. *Regional Environmental Change*, 1-9. https://doi.org/10.1007/s10113-018-1382-y.

Rao, S., Klimont, Z., Smith, S.J., Van Dingenen, R., Dentener, F., Bouwman, L. *et al.* (2017). Future air pollution in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change* 42, 346-358. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.012.

Riahi, K., van Vuuren, D.P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B.C., Fujimori, S. *et al.* (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change* 42, 153-168. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009.

Samir, K.C. y Lutz, W. (2017). The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100. *Global Environmental Change* 42, 181-192. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004.

Satoh, Y., Kahil, T., Byers, E., Burek, P., Fischer, G., Tramberend, S. *et al.* (2017). Multi-model and multi-scenario assessments of Asian water futures: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative. *Earth's Future* 5(7), 823-852. https://doi.org/10.1002/2016EF000503.

Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N.W., Clark, D.B. *et al.* (2014). Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(9), 3245-3250. https://doi.org/10.1073/pnas.1222460110.

Schut, A.G.T., Ivits, E., Conijn, J.G., ten Brink, B. and Fensholt, R. (2015). Trends in global vegetation activity and climatic drivers indicate a decoupled response to climate change. *PLoS One* 10(10), e0138013. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138013.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014). *Global Biodiversity Outlook 4.* Montréal. https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/gbo4-en-hr.pdf.

Seitzinger, S.P., Mayorga, E., Bouwman, A.F., Kroeze, C., Beusen, A.H.W., Billen, G. *et al.* (2010). Global river nutrient export: A scenario analysis of past and future trends. *Global Biogeochemical Cycles* 24(4). https://doi.org/10.1029/2009GB003587.

Smith, K.R. y Ezzati, M. (2005). How environmental health risks change with development: The epidemiologic and environmental risk transitions revisited. *Annual Review of Environment and Resources* 30(1), 291-333. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144424.

Smith, P., Gregory, P.J., van Vuuren, D., Obersteiner, M., Havlík, P., Rounsevell, M. *et al.* (2010). Competition for land. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1554), 2941-2957. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0127.

Smith, P., House, J.I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G. *et al.* (2016). Global change pressures on soils from land use and management. *Global Change Biology* 22(3), 1008-1028. https://doi.org/10.1111/gcb.13068.

SSP Public Database (2016). *SSP Database (Shared Socioeconomic Pathways) - Version 1.1.* https://tntcat.iiasa.ac.at/SspDb/dsd?Action=htmlpage&page=about2018.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M. *et al.* (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. 347(6223). https://doi.org/10.1126/science.1259855 doi: 10.1126/science.1259855.

Stohl, A., Aamaas, B., Amann, M., Baker, L.H., Bellouin, N., Berntsen, T.K. *et al.* (2015). Evaluating the climate and air quality impacts of short-lived pollutants. *Atmospheric Chemistry and Physics* 15(18), 10529-10566. https://doi.org/10.5194/acp-15-10529-2015.

Stoorvogel, J.J., Bakkenes, M., Temme, A.J., Batjes, N.H. y Ten Brink, B.J. (2017a). S-world: A global soil map for environmental modelling. *Land Degradation and Development* 28(1), 22-33. https://doi.org/10.1002/ldr.2656.

Stoorvogel, J.J., Bakkenes, M., Ten Brink, B.J. y Temme, A.J. (2017b). To what extent did we change our soils? A global comparison of natural and current conditions *Land Degradation and Development* 28(7), 1982-1991. https://doi.org/10.1002/ldr.2721.

Strassburg, B.B.N., Latawiec, A.E., Barioni, L.G., Nobre, C.A., da Silva, V.P., Valentim, J.F. *et al.* (2014). When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change* 28, 84-97. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. y Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(50), 20260-20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108.

Troell, M., Naylor, R.L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P.H., Folke, C. *et al.* (2014). Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(37), 13257-13263. https://doi.org/10.1073/pnas.1404067111.

United Nations (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision (ST/ESA/SER.A/366).* New York, NY. https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf.

United Nations (2017). *World Population Prospects: Key Findings and Advance Tables. The 2017 Revision.* New York, NY. ttps://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf.

United Nations Convention to Combat Desertification (2017). *Global Land Outlook.* Bonn. https://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf.

United Nations Environment Programme (2012). *Global Environment Outlook 5: Environment for the Future We Want.* Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/GEO5_report_full_en.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

United Nations Environment Programme (2017). *The Emissions Gap Report 2017: A UN Environment Synthesis Report.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22070/EGR_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

van der Esch, S., ten Brink, B., Stehfest, E., Bakkenes, M., Sewell, A., Bouwman, A. *et al.* (2017). *Exploring Future Changes in Land Use and Land Condition and the Impacts on Food, Water, Climate Change and Biodiversity: Scenarios for The UNCCD Global Land Outlook.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-exploring-future-changes-in-land-use-and-land-condition-2076b.pdf.

van Dingenen, R., Dentener, F., Crippa, M., Leitao, J., Marmer, E., Rao, S. *et al.* (2018). TM5-FASST. A global atmospheric source-receptor model for rapid impact analysis of emission changes on air quality and short-lived climate pollutants. *Atmospheric Chemistry and Physics*. https://doi.org/10.5194/acp-2018-112.

van Puijenbroek, P.J., Bouwman, A.F., Beusen, A.H. y Lucas, P.L. (2015). Global implementation of two shared socioeconomic pathways for future sanitation and wastewater flows. *Water Science and Technology* 71(2), 227-233. https://doi.org/10.2166/wst.2014.498.

van Puijenbroek, P.J.T.M., Beusen, A.H.W. y Bouwman, A.F. (2019). Global nitrogen and phosphate in urban waste water based on the Shared Socio-economic Pathways. *Journal of Environmental Management* 231, 446-456. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.048.

van Vuuren, D.P., Kok, M.T.J., Girod, B., Lucas, P.L. y de Vries, B. (2012). Scenarios in global environmental assessments: Key characteristics and lessons for future use. *Global Environmental Change* 22(4), 884-895. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.06.001.

van Vuuren, D.P., Kriegler, E., O'Neill, B.C., Ebi, K.L., Riahi, K., Carter, T.R. *et al.* (2014). A new scenario framework for climate change research: Scenario matrix architecture. *Climatic Change* 122(3), 373-386. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0906-1.

van Vuuren, D.P., Heleen van, S., Keywan, R., Leon, C., Volker, K., Elmar, K. *et al.* (2016). Carbon budgets and energy transition pathways. *Environmental Research Letters* 11(7), 075002. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/7/075002.

Vanham, D., Hoekstra, A.Y., Wada, Y., Bouraoui, F., de Roo, A., Mekonnen, M.M. *et al.* (2018). Physical water scarcity metrics for monitoring progress towards SDG target 6.4: An evaluation of indicator 6.4.2 "Level of water stress". *Science of the Total Environment* 613-614, 218-232. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.056.

Veldkamp, T.I.E., Wada, Y., de Moel, H., Kummu, M., Eisner, S., Aerts, J.C.J.H. *et al.* (2015). Changing mechanism of global water scarcity events: Impacts of socioeconomic changes and inter-annual hydro-climatic variability. *Global Environmental Change* 32, 18-29. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.02.011.

Visconti, P., Bakkenes, M., Baisero, D., Brooks, T., Butchart, S.H.M., Joppa, L. *et al.* (2016). Projecting global biodiversity indicators under future development scenarios. *Conservation Letters* 9(1), 5-13. https://doi.org/10.1111/conl.12159.

Visser, H., Dangendorf, S., van Vuuren, D.P., Bregman, B. y Petersen, A.C. (2018). Signal detection in global mean temperatures after "Paris": An uncertainty and sensitivity analysis. *Climate of the Past* 14(139-155). https://doi.org/10.5194/cp-14-139-2018.

Wada, Y. y Bierkens, M.F.P. (2014). Sustainability of global water use: Past reconstruction and future projections. *Environmental Research Letters* 9(10). https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/104003.

Wada, Y., Wisser, D., Eisner, S., Flörke, M., Gerten, D., Haddeland, I. *et al.* (2013). Multimodel projections and uncertainties of irrigation water demand under climate change. *Geophysical Research Letters* 40(17), 4626-4632. https://doi.org/10.1002/grl.50686.

Wada, Y., Flörke, M., Hanasaki, N., Eisner, S., Fischer, G., Tramberend, S. *et al.* (2016). Modeling global water use for the 21st century: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its approaches. *Geoscientific Model Development* 9(1), 175-222. https://doi.org/10.5194/gmd-9-175-2016.

World Bank (2016a). *Poverty and Shared Prosperity 2016: Taking on Inequality.* Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/25078/9781464809583.pdf.

World Bank (2016b). *High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy.* Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23665/K8517.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

World Health Organization (2009). *Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks.* Geneva: World Health Organization. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44203/9789241563871_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

World Health Organization (2014). *Quantitative Risk Assessment of the Effects of Climate Change on Selected Causes of Death, 2030s and 2050s.* Hales, S., Kovats, S., Lloyd, S. y Campbell-Lendrum, D. (eds.). Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/134014/9789241507691_eng.pdf?sequence=1.

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2017). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines.* Geneva. https://www.unicef.org/publications/files/Progress_on_Drinking_Water_Sanitation_and_Hygiene_2017.pdf.

World Wide Fund for Nature (2016). *Living Planet Report 2016: Risk and Resilience in A New Era.* Gland. http://awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf.

You, D., Hug, L., Ejdemyr, S., Idele, P., Hogan, D., Mathers, C. *et al.* (2015). Global, regional, and national levels and trends in under-5 mortality between 1990 and 2015, with scenario-based projections to 2030: A systematic analysis by the UN inter-agency group for child mortality estimation. *The Lancet* 386(10010), 2275-2286. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00120-8.

Zheng, M.-D. y Cao, L. (2014). Simulation of global ocean acidification and chemical habitats of shallow- and cold-water coral reefs. *Advances in Climate Change Research* 5(4), 189-196. https://doi.org/10.1016/j.accre.2015.05



Capítulo 22

Vías hacia el Desarrollo Sostenible



© Shutterstock/Andrew Mayovskyy

Autores coordinadores principales: Detlef van Vuuren (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Paul Lucas (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency)

Autores principales: Katherine V. Calvin (Joint Global Change Research Institute/ Pacific Northwest National Laboratory), Serena H. Chung (United States Environmental Protection Agency), Mike Harfoot (World Conservation Monitoring Centre [UNEP-WCMC]), Steve Hedden (Frederick S. Pardee Center for International Futures), Alexandre C. Köberle (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Yoshihide Wada (International Institute for Applied Systems Analysis)

Autores contribuyentes: Lex Bouwman (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Chenmin He (Peking University), Barry B. Hughes (Frederick S. Pardee Center for International Futures), Fintan Hurley (Institute of Occupational Medicine), Terry Keating (United States Environmental Protection Agency), Jonathan D. Moyer (Frederick S. Pardee Center for International Futures), Marco Rieckmann (University of Vechta)

Asistente GEO: Beatriz Rodríguez-Labajos (Universitat Autònoma de Barcelona)

Resumen ejecutivo

El análisis de escenarios a partir de modelos permite identificar formas de alcanzar las metas ambientales de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los acuerdos ambientales multilaterales (MEA) relacionados *(bien establecido).* Los escenarios de búsqueda de objetivos permiten conocer el nivel de esfuerzo necesario, las medidas que resultan interesantes y las posibles sinergias y compensaciones entre estas medidas y una serie de objetivos. La utilidad de los escenarios se ha ilustrado de forma exitosa en la literatura sobre política climática, demostrando que pueden utilizarse para explorar diferentes vías a fin de alcanzar los objetivos a largo plazo y proporcionar información sobre los costos y beneficios de las mismas. Así, existen importantes interrelaciones (sinergias y compensaciones) entre la consecución de los distintos ODS y los MEA relacionados. Esto significa que las estrategias que pretenden alcanzar una serie de objetivos tendrán que tener en cuenta estas interrelaciones. Por el momento, se carece de escenarios que exploren el cumplimiento de un amplio conjunto de metas de ODS simultáneamente. Por lo tanto, la evaluación sobre las posibles vías de acción debe basarse en escenarios más específicos de la literatura, lo cual conlleva un mayor nivel de incertidumbre y algunas claras brechas de conocimiento. {22.2}

En general, la literatura disponible sobre escenarios sugiere que existen diferentes vías para alcanzar los objetivos, pero estas requieren cambios transformadores (*establecido, pero incompleto*). El ritmo de cambio de las vías, aquel necesario para alcanzar los objetivos identificados en el Capítulo 20, indica que las políticas medio ambientales incrementales no serán suficientes. Se necesitan mejoras significativas en la eficiencia de los recursos con respecto a la tierra, el agua y la energía. Esto incluye grandes aumentos de productividad en la agricultura, mejoras significativas en la eficiencia del uso de nutrientes y del agua, casi una duplicación de la tasa de mejora de la eficiencia energética y una introducción más rápida de opciones energéticas "libres de carbono". Del mismo modo, lograr el pleno acceso a los recursos alimentarios, hídricos y energéticos requerirá una clara ruptura con las tendencias actuales. {22.3; 22.4.1}

Alcanzar los objetivos de sostenibilidad requerirá una amplia cartera de medidas basadas en mejoras tecnológicas, cambios en el estilo de vida y soluciones localizadas (*establecido, pero incompleto*). Las vías hacen énfasis en una serie de transiciones clave asociadas a la consecución de patrones de consumo y producción sostenibles de energía, alimentos y agua, con el fin de proporcionar un acceso universal a estos, evitando al mismo tiempo el cambio climático, la contaminación del aire, la degradación de la tierra, la pérdida de biodiversidad, la escasez de agua, la sobreexplotación y la contaminación de los océanos. Estas transiciones incluyen cambios en el estilo de vida, en las preferencias de consumo y en el comportamiento de los consumidores, por un lado, y procesos de producción más limpios, eficiencia y desvinculación de los recursos y responsabilidad empresarial, por otro. {22.3}

Combinar las medidas relacionadas con el consumo, la producción y el acceso a los alimentos con políticas de conservación de la naturaleza permitirá eliminar el hambre, prevenir la pérdida de biodiversidad y detener la degradación de la tierra (*bien establecido*). En la actualidad se han identificado varias medidas que, en conjunto, pueden ayudar a minimizar las compensaciones asociadas, incluyendo la intensificación agrícola sostenible (por ejemplo, el aumento de la eficiencia en el uso del agua y los nutrientes), el cambio a dietas bajas en carne, la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, mejorar el acceso a estos y la gestión de la nutrición, la gestión del paisaje y la expansión de las áreas protegidas. {22.3.1}

Los fuertes vínculos entre la pérdida de biodiversidad y el uso de la tierra hacen necesaria una acción internacional más coordinada (*establecido, pero incompleto*). La literatura sobre escenarios muestra, claramente, que el cumplimiento de los objetivos para detener la pérdida de biodiversidad no sería factible si el uso de la tierra continúa según las trayectorias previstas y sin cambios. Además, para proteger la biodiversidad se necesitan, urgentemente, otras políticas de conservación de la naturaleza que sean ajenas a las tradicionales, como las relacionadas con el desarrollo de infraestructuras y el cambio climático. Por tanto, es importante garantizar una acción política más coordinada a todos los niveles -dentro de los gobiernos nacionales, pero también a nivel internacional-, en particular entre la planificación del uso de la tierra y la protección de la biodiversidad. {22.3.1}

Existen múltiples vías para reducir las emisiones de gases efecto invernadero a niveles compatibles con los establecidos en el Acuerdo de París. Sin embargo, cada una de ellas requiere cambios transformadores que deben ser aplicados con rapidez *(bien establecido).* Las medidas que reducen las emisiones de gases efecto invernadero incluyen cambios en el estilo de vida, por ejemplo, el cambio a dietas bajas en carne un mayor uso de medios de transporte públicos, duplicar el mejoramiento de la eficiencia energética, una introducción más rápida de las tecnologías de baja y nula emisión de carbono (incluidas la energía hidroeléctrica, la solar y la eólica, y la captura y el almacenamiento de carbono), la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO_2 y el uso de opciones de mitigación basadas en la tierra, como por ejemplo, la reforestación y la bioenergía. Las medidas de reducción de emisiones deben aplicarse rápidamente, ya que los presupuestos de carbono para cumplir lo establecido en el Acuerdo de París son muy ajustados. A grandes rasgos, la tasa de disociación de las emisiones de CO_2 del producto interno bruto (PIB) debe aumentar, desde la tasa histórica del 1% al 2% anual hasta del 4% al 6% anual de aquí a 2050, si se quieren alcanzar dichos objetivos. {22.3.2}

Las emisiones de contaminación atmosférica pueden reducirse de forma significativa, pero actualmente no se dispone de vías para cumplir las directrices más estrictas sobre calidad del aire *(establecido, pero incompleto).* La introducción de políticas sobre la contaminación atmosférica no suele ser suficiente para alcanzar normas estrictas de calidad del aire. Sin embargo, la mitigación del cambio climático, por ejemplo, la eliminación progresiva de los combustibles fósiles, también reduce significativamente las emisiones de contaminantes atmosféricos. Por ello, los escenarios que combinan políticas climáticas con políticas estrictas de contaminación atmosférica muestran fuertes reducciones de las emisiones de partículas de diámetro inferior a 2,5 µm ($MP_{2,5}$), lo que conduce a una mejora significativa de la calidad del aire en todas las regiones. En el mejor de los casos, se prevé que menos del 5% de la población esté expuesta a niveles de $MP_{2,5}$ superiores al objetivo provisional más benigno de la Organización Mundial de la Salud, de 35 µg/m^3, aunque se prevé que más de la mitad de la población seguirá expuesta a niveles superiores a la directriz de 10 µg/ m^3. {22.3.2}

Para reducir el estrés hídrico mundial, incluido el agotamiento de las aguas subterráneas, es necesario hacer un uso más eficiente del agua, aumentar su almacenamiento e invertir en la reutilización de las aguas residuales y en la capacidad de desalinización (*establecido, pero incompleto*). Para mantener o incluso reducir el porcentaje de población mundial afectada por la escasez de agua de aquí a 2050 y más adelante, es necesario mejorar la eficiencia de su uso en más de un 20%-50% a nivel mundial. Esto incluye el aumento de la productividad del agua en la agricultura, la mejora de la eficiencia del riego y un uso más

eficiente del agua en los sectores doméstico e industrial. Las estrategias de reutilización de aguas residuales y de desalinización requieren una gran inversión económica y la modernización de las infraestructuras existentes, lo que podría no ser factible para muchos países en desarrollo. Como alternativa, las soluciones basadas en la naturaleza pueden aumentar y/o regular el suministro de agua mitigando su contaminación, al tiempo que limitan las inversiones económicas. {22.3.3}

La consecución de los objetivos medio ambientales relacionados con los océanos requiere políticas coherentes en otros sectores *(bien establecido).* La prevención de la acidificación de estos depende en gran medida de la mitigación del cambio climático (es decir, la reducción de las emisiones de CO_2). Igualmente, la reducción de la contaminación por nutrientes marinos, de hipoxia y las floraciones de algas nocivas que se relacionan, requiere una reducción significativa de la escorrentía de nutrientes, principalmente, por el uso de fertilizantes y de aguas residuales no tratadas {22.3.4}.

Poner fin a la muerte evitable de niños menores de cinco años requiere esfuerzos continuos para reducir los factores de riesgo ambiental, pero también un mayor énfasis en la erradicación de la pobreza, la educación de las mujeres y las niñas, y la atención sanitaria infantil y materna *(establecido, pero incompleto).* Acabar con el hambre y lograr un acceso universal y equitativo al agua potable, a un saneamiento adecuado y a servicios energéticos modernos mejoraría considerablemente la salud, especialmente, la de los niños menores de cinco años. Sin embargo, incluso si para 2030 se alcanzaran todas las metas de los ODS relacionadas con el medio ambiente, no se cumpliría la meta relativa a evitar la mortalidad de los menores de cinco años. Un planeta sano no es suficiente para tener personas sanas. Para alcanzar la meta de los ODS relativa a la mortalidad infantil también es necesario abordar los factores de riesgo no relacionados con el medio ambiente, como la reducción de la pobreza, la educación de las mujeres y las niñas y la atención sanitaria infantil y materna. {22.3.5}

Comprender las interrelaciones entre las medidas y los objetivos es crucial para la aplicación sinérgica y la coherencia de las políticas *(bien establecido).* Cuando las medidas se dirigen generalmente a la consecución de objetivos específicos, o de grupos de objetivos, también pueden terminar afectando a otros objetivos. Los enfoques integrados son necesarios para captar las sinergias y tratar las posibles compensaciones que permitan alcanzar los objetivos medio ambientales simultáneamente. {22.3; 22.4.2}

En general, la literatura revela más sinergias que compensaciones dentro y entre los ODS y sus metas (*establecido, pero incompleto*). Importantes sinergias entre las metas relativas al bienestar humano y a los recursos naturales deben ser aprovechadas. Por ejemplo, reducir la demanda agrícola cambiando los patrones dietéticos hacia un menor consumo de carne y reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos, reduce la presión sobre la tierra y el agua, lo cual reduce a su vez la pérdida de biodiversidad y contribuye a la mitigación del cambio climático. Otros ejemplos tratados en el Capítulo son la educación y la reducción de la contaminación atmosférica. La eliminación progresiva del uso de combustibles fósiles genera importantes beneficios colaterales que repercuten en el logro de los objetivos climáticos y de calidad del aire, compartiendo, estos últimos, sinergias con la mejora de la salud humana, el aumento de la producción agrícola y la reducción de la pérdida de biodiversidad. {22.4.2} El capítulo también identifica varias compensaciones, lo cual podría implicar que dichas medidas sean menos atractivas o que se necesiten políticas adicionales para su mitigación. {22.3}

La mejora del rendimiento y la bioenergía son medidas importantes para abordar la pérdida de biodiversidad y el cambio climático, respectivamente, pero pueden entrar en conflicto con la consecución de otros objetivos *(bien establecido)***.** Aunque casi todos los escenarios coherentes con el Acuerdo de París se basan en medidas de mitigación basadas en la tierra, su uso aumenta su demanda, con los consiguientes impactos sobre la biodiversidad, lo que puede provocar un aumento en el precio de los alimentos. El aumento de los rendimientos agrícolas puede mejorar la disponibilidad general de alimentos y reducir la presión sobre las tierras naturales, pero también podría, debido a los mayores niveles de uso de agua, plaguicidas y fertilizantes y a la mecanización, provocar la degradación de la tierra, la escasez de agua, la hipoxia, las floraciones de algas nocivas y la pérdida de biodiversidad. {22.4.2}

Cubrir un conjunto más amplio de vínculos entre los ODS exige un mayor desarrollo de modelos y análisis de vías (*bien establecido*). La bibliografía sobre escenarios sigue siendo irregular en lo que respecta a la consecución de una amplia gama de objetivos. El cambio climático y las cuestiones relacionadas con el uso de la tierra están bien contempladas, pero faltan escenarios que aborden la degradación de la tierra y muchos retos relacionados con los océanos, pero también con los productos químicos y los residuos. Además, en la literatura se discuten muchas sinergias y compensaciones, pero además de los estudios temáticos, falta una visión general de todas las interrelaciones relevantes. Se necesitan más análisis específicos, incluidas revisiones sistemáticas de la bibliografía existente y modelos de evaluación integrados específicos, en el que se preste especial atención a las interrelaciones que actualmente no han sido suficientemente exploradas. {22.5.1}

22.1 Introducción

De continuar con las tendencias actuales (Capítulo 21), las metas identificadas en el Capítulo 20 y que están asociadas a la dimensión medio ambiental de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los Acuerdos Multilaterales sobre Medio Ambiente (MEA) relacionados, no se alcanzarán. Este capítulo evalúa la literatura de escenarios en busca de posibles vías que permitan alcanzar esos objetivos, cerrando así la brecha de implementación (**Tabla 21.2**). La atención se centra en la pregunta: ¿qué se necesitaría para alcanzar estos objetivos? y ¿cuáles son las sinergias y compensaciones importantes entre las diferentes medidas y aquellos objetivos? La viabilidad social o política de dichas vías no será objeto de discusión en este capítulo. Asimismo, el Capítulo se centra en las medidas, por ejemplo, la mejora de la eficiencia energética o los cambios en el rendimiento, y no en las políticas para su implementación, como pueden ser los impuestos o la regulación. Estas últimas se tratarán con más detalle en el Capítulo 24.

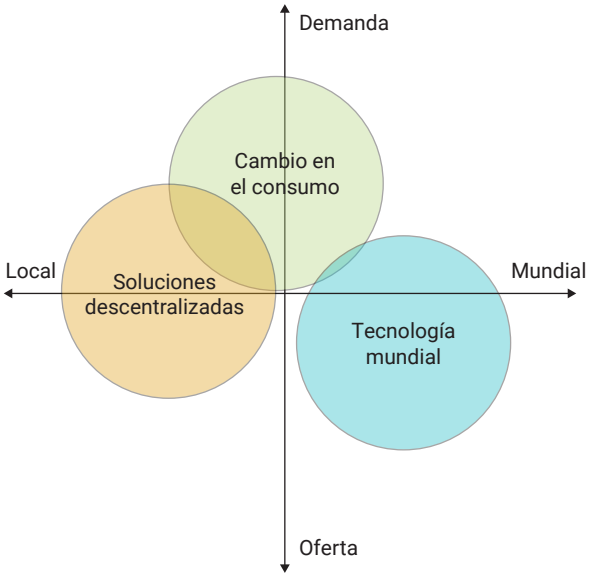
La literatura brinda una serie de escenarios que analizan cómo implementar objetivos específicos, como los relacionados con el cambio climático o el cambio de uso de la tierra (por ejemplo, Global Energy Assessment [GEA] 2012; Clarke *et al.* 2014; Obersteiner *et al.* 2016). Los escenarios que abordan la consecución de múltiples objetivos medio ambientales y/o de desarrollo al mismo tiempo son mucho más escasos, con solo unas pocas excepciones (por ejemplo, van Vuuren *et al.* 2015; The World in 2050 Initiative [TWI2050] 2018). Además, no existe ningún estudio exhaustivo que explore todas las interrelaciones clave entre un amplio conjunto de medidas y las metas de los ODS. Estos estudios son importantes, ya que las metas de los ODS y aquellos relacionados con los MEA dependen unas de otras de diferentes maneras, lo que da lugar tanto a sinergias como a compensaciones en las estrategias de respuesta (Nilsson, Griggs y Visbeck 2016). Esta brecha en la literatura significa que, en nuestra evaluación, las medidas necesarias y las interrelaciones entre los diferentes objetivos deben basarse en la interpretación de los trabajos existentes.

22.2 Definición de las vías

Existe una serie de escenarios diferentes que describen un avance hacia el desarrollo sostenible (véase van Vuuren *et al.* 2012 para una visión general de los diferentes tipos de escenarios). Algunos escenarios exploran las consecuencias de introducir una serie de supuestos sobre las fuerzas motrices más importantes (por ejemplo, población, desarrollo económico y tecnología) que son coherentes con un énfasis en el desarrollo sostenible. A continuación, se examinarán las repercusiones en el desarrollo humano y el medio ambiente. Algunos ejemplos son el escenario SSP1 (Desarrollo Sostenible) de las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por su sigla en inglés) (Riahi *et al.* 2017; van Vuuren *et al.* 2017a; **Recuadro 21.2**); el escenario TechnoGarden de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment 2005); y, los Escenarios de Gran Transición del Grupo de Escenarios Globales (Raskin *et al.* 2002). Todos estos escenarios conducen a una evolución relativamente positiva de los problemas medio ambientales, aunque no suelen alcanzar todos los objetivos introducidos en el Capítulo 20. Otros escenarios aplican un "enfoque de retroalimentación", mostrando caminos para alcanzar un conjunto de objetivos de desarrollo sostenible (por ejemplo, los escenarios del Camino de Río+20; véase el **Recuadro 22.1**). Dos escenarios recientes se centran, específicamente, en el papel del cambio de estilo de vida y las posibles implicaciones para la mitigación del cambio climático (Grubler *et al.* 2018; van Vuuren *et al.* 2018). Los escenarios de desarrollo sostenible difieren de los escenarios sobre tendencias actuales (véase el Capítulo 21) en muchos aspectos, entre los que se incluyen la naturaleza de las actividades económicas y los estilos de vida personales, la disponibilidad y el rendimiento de tecnologías, así como las intervenciones, normativas y políticas que se aplican, lo que da lugar a diferencias en los niveles de esfuerzo asociados, así como a las sinergias y compensaciones que serán necesarias para lograr dicho desarrollo (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency 2012).

Este capítulo evalúa los escenarios disponibles en la literatura. Sin embargo, no se han desarrollado nuevos escenarios. Los escenarios citados aquí deben considerarse como ilustraciones de posibles vías hacia el desarrollo sostenible y no como planos bien definidos. En la medida de lo posible, se utilizan escenarios derivados de la SSP (véase el **Recuadro 21.2**). Más aún, las líneas argumentativas del estudio Caminos a Río+20 se utilizan para mostrar que hay diferentes maneras de fortalecer y dirigir, o reorientar, las tecnologías, las preferencias y los incentivos en la sociedad hacia el desarrollo sostenible (van Vuuren *et al.* 2015; **Recuadro 22.1**). Como tal, las dimensiones subyacentes del mencionado estudio también pueden utilizarse para calificar las medidas analizadas en este capítulo. La primera dimensión distingue entre las opciones que dependen de la cooperación internacional y las que se centran, específicamente, en la situación local (principalmente relacionadas con garantizar la heterogeneidad y la gobernanza local). La segunda dimensión distingue entre las opciones que se centran en la introducción de modelos de producción más sostenibles y las que se centran en modelos de consumo más sostenibles. Los escenarios de Caminos a Rio+20 también pueden ser mapeados en estas dimensiones (**Figura 22.1**). Cabe señalar que, hasta ahora, en el análisis de escenarios basado en modelos, las estrategias basadas en hacer más sostenibles los patrones de producción han recibido más atención, que las estrategias centradas en cambiar los patrones de consumo.

Figura 22.1: Los escenarios del Camino desde el estudio de Río+20



Estos escenarios se basan en un enfoque diferente a lo largo de las intervenciones en las dimensiones globales frente a las locales y de la orientación hacia la producción frente a la orientación hacia el consumo. Los escenarios que se usan en este capítulo ilustran las diferentes estrategias para avanzar hacia el desarrollo sostenible.

22.3 Vías para alcanzar los objetivos

En la **Figura 22.2** se enumeran una serie de medidas identificadas como necesarias para alcanzar los objetivos seleccionados (véase el Capítulo 20).

Recuadro 22.1: Caminos a Rio+20

Con base en el modelo de evaluación integrada IMAGE, el estudio Río+20 examinó las vías basadas en modelos que permitieron alcanzar, simultáneamente, un amplio conjunto de objetivos medio ambientales y de desarrollo a largo plazo (van Vuuren *et al.* 2015), establecidos en los acuerdos internacionales existentes antes de 2012 (SDGs avant-la-lettre). El estudio se centró en dos conjuntos clave de retos relacionados:

i. Erradicar el hambre y detener la pérdida de biodiversidad;
II. Lograr un acceso universal a la energía moderna y la mitigación del cambio climático.

El estudio también abordó las compensaciones con el agua, los nutrientes y la salud. Este introdujo tres posibles vías para alcanzar los objetivos de sostenibilidad: (1) tecnología mundial, (2) soluciones descentralizadas y (3) cambio en el estilo de vida. Las diferentes trayectorias de los escenarios alternativos pueden explicarse por las diferencias en la percepción de la urgencia, la eficacia económica e institucional y la tasa de viabilidad de los cambios en el estilo de vida. Los escenarios pueden caracterizarse como sigue:

- Tecnología mundial: En esta vía, los responsables de la toma de decisiones a nivel internacional y nacional sienten la urgencia de abordar los problemas de sostenibilidad global y consiguen convencer a la mayoría de los ciudadanos de que introduzcan soluciones globales a gran escala para resolver estos problemas. Los problemas y las soluciones se perciben y resuelven, principalmente, como de gran escala y alcance global.
- Soluciones descentralizadas: La creencia de que una calidad de vida sostenible sólo puede realizarse a nivel local o regional recibe más prioridad que los posibles impactos de los problemas a largo plazo. Como resultado, los problemas de sostenibilidad se ven y se resuelven, principalmente, en forma de tecnologías y esfuerzos organizativos a pequeña escala y descentralizados. Las soluciones locales "inteligentes" también pueden entrar en esta estrategia. Se trata de un mundo que evoluciona "de abajo hacia arriba".
- Cambio en el consumo: En parte debido a la creciente sensibilización sobre los temas de sostenibilidad, se producen importantes cambios en el estilo de vida que facilitan la transición hacia actividades menos intensivas en materiales y energía. Los objetivos que aún no se han alcanzado se cubren con las tecnologías adicionales existentes.

Figura 22.2: Medidas seleccionadas y sus grupos relacionados examinados en este capítulo

	Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad	Energía, aire y clima	Agua dulce	Océanos	Salud humana
Bienestar humano	• Manejo de la nutrición • Mejorar el acceso a los alimentos	• Mejorar el acceso a la energía	• Mejorar el acceso al agua, el saneamiento y la higiene		• Alivio de la pobreza • Atención sanitaria infantil y materna • Educación
Consumo y producción sostenibles	• Reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos • Mejorar el rendimiento • Mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes • Cambio dietético • Propiedad de la tierra	• Cambio de comportamiento • Electrificación de consumo final • Tecnologías de baja a cero emisiones • Bioenergía • Mejora de la eficiencia energética • Control de la contaminación atmosférica • Control de emisiones distintas al CO_2	• Mejorar la eficiencia del uso del agua		
Base de los recursos naturales	• Gestión del carbono orgánico del suelo • Protección de los ecosistemas terrestres • Gestión forestal • Planificación del uso de la tierra • Minimizar los daños a la tierra	• Tecnologías de emisiones negativas	• Tratamiento de aguas residuales • Normas de calidad del agua • Desalinización • Gestión integrada de los recursos hídricos	• Protección de los ecosistemas marinos • Pesca sostenible • Regulación de los océanos	

Estas medidas están vinculadas a los cinco grupos de temas medio ambientales, estrechamente, relacionados y a los tres grupos de ODS, lo que se refleja en el esquema de la **Figura 22.1.** Obsérvese que, en consonancia con el Capítulo 21, los objetivos asociados a la producción y el consumo, tales como la tasa de mejora del rendimiento o la mejora de la intensidad energética, se analizan como medios para alcanzar la situación deseada. Estos objetivos se analizan dentro de los distintos grupos y se resumen en la síntesis al final de este capítulo.

En las siguientes secciones se revisa la literatura sobre escenarios para lograr los objetivos dentro de cada grupo, se discuten las medidas necesarias para alcanzarlos y las posibles sinergias y compensaciones entre las diferentes medidas y objetivos dentro de cada grupo.

La Parte A también se identificaron los productos químicos y los residuos, así como las aguas residuales como un importante problema ambiental a nivel mundial. Tal y como se explica en el **Recuadro 21.1,** la literatura de escenarios específicos sobre estos temas es escasa. En el grupo de agricultura, alimentos, tierra y biodiversidad sí se habla de la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos. En los grupos de energía, aire y clima, y agua dulce, prestamos atención al aumento de la eficiencia, que aborda el problema del derroche de energía y agua, así como el tratamiento de las aguas residuales.

22.3.1 Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad

Los objetivos seleccionados para el grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad pueden resumirse en acabar con el hambre en el mundo, así como, detener la pérdida de biodiversidad y lograr la neutralidad de la degradación de la tierra (véase el Capítulo 20). Entre los objetivos seleccionados que contribuyen a alcanzar estas metas finales se encuentran el aumento de la productividad agrícola y el incremento de la eficiencia en el uso de los nutrientes.

Se calcula que, sin la adopción de medidas adicionales, no se logrará alcanzar ninguno de estos tres objetivos (Capítulo 21). Mientras se prevé que cientos de millones de personas seguirán estando desnutridas en 2050, se estima que la superficie agrícola aumentará entre 150 y 425 millones de hectáreas entre 2010 y 2050, lo que provocará una disminución de la superficie natural, incluidos los bosques. Las proyecciones sobre la biodiversidad sugieren una mayor disminución de la riqueza y abundancia de especies una permanente degradación de la tierra. La consecución de los objetivos requiere una gran transformación del sistema de producción, de alimentos, el principal motor del cambio de uso de la tierra inducido por el hombre.

En lo que respecta a poner fin al hambre, se utiliza la definición de seguridad alimentaria de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): "Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades alimenticias y sus preferencias para llevar una vida activa y sana" (FAO 1996). En la práctica, no todos los escenarios incluyen suficiente información para evaluar todos los aspectos de esta definición. Por lo tanto, hemos tomado descripciones cualitativas de los escenarios para evaluar si se cumple el objetivo. En cuanto a la biodiversidad, el objetivo se basa en el plan estratégico del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) para la biodiversidad 2011-2020 (CBD 2010), cuyo objetivo se traduce en detener la pérdida de biodiversidad para el año 2020 en el caso de los países desarrollados y a partir de 2030 en el de los países en desarrollo (Kok *et al.* 2018). Detener la pérdida de biodiversidad se entiende, por tanto, como evitar que continúe disminuyendo la diversidad dentro de las especies, entre las especies y dentro de los ecosistemas, así como la abundancia y la cobertura de estos organismos. Para lograr la neutralidad de la degradación de la tierra no se dispone de un análisis cuantitativo.

Existen importantes vínculos entre este grupo y otros objetivos del grupo. Por ejemplo, la lucha contra el cambio climático podría requerir cantidades significativas de bioenergía y de tierras dedicadas a su producción. La superficie total de tierra dedicada a la producción de bioenergía es una gran incertidumbre en los escenarios futuros, especialmente, en aquellos con objetivos estrictos de reducción de emisiones (Popp *et al.* 2014). Además, el aumento de la producción agrícola podría requerir mayores aportes de agua dulce, nitrógeno y fósforo.

Para acabar con el hambre y evitar simultáneamente la pérdida de biodiversidad y una mayor degradación de la tierra, es necesario producir suficientes alimentos para alimentar a una población mundial de entre 9.000 y 10.000 millones de personas en 2050, sin necesidad de ampliar las tierras agrícolas (al menos a escala mundial). Al mismo tiempo, también habrá otras demandas de tierra, como la producción de biomasa para energía y la demanda para producir madera. Reducir el hambre no sólo requiere una producción suficiente, sino también, y mucho más importante, cuestiones de acceso (económico y físico) que deberán abordarse para garantizar que todas las personas reciban alimentos adecuados. Además, esto tiene que ocurrir con un mínimo de contaminación (nitrógeno, fósforo u otros). Una mayor protección y restauración de la tierra podría ser necesaria para prevenir la pérdida de biodiversidad y evitar o revertir la degradación de la misma.

Existen varios escenarios en la literatura que logran estos objetivos de forma integrada. Estos estudios demuestran que existen múltiples vías para alcanzar los objetivos, como por ejemplo a través de vías más centradas en la tecnología, cambiando la demanda o centrándose más en las estructuras de gobernanza, la tenencia de la tierra y la creación de mercados (Tilman *et al.* 2011; Bajželj *et al.* 2014; van Vuuren *et al.* 2015; Obersteiner *et al.* 2016). La literatura más reciente sobre SSP discute múltiples rutas que podrían conducir al hambre cero para el 2050 (Hasegawa *et al.* 2015), algunas de las cuales podrán lograrse sin necesidad de ampliar la superficie agrícola (Popp *et al.* 2017). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la seguridad alimentaria no solo implica la seguridad de la oferta, sino también factores de la demanda, como el acceso a los alimentos, su asequibilidad y distribución (Qureshi, Dixon y Wood 2015), y su valor nutricional. Sin embargo, las 3 últimas cuestiones relativas se excluyen en gran medida de la literatura sobre escenarios y, por tanto, no se analizan en profundidad en este capítulo.

La mayoría de los estudios de escenarios que analizan la prevención de la pérdida de biodiversidad asumen un conjunto de medidas relacionadas con la tierra, la agricultura y la biodiversidad que actúan conjuntamente, incluyendo el aumento de la productividad agrícola, la reducción del consumo de carne, lácteos y huevos, la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, el evitar la fragmentación y la ampliación de las áreas protegidas. Estas medidas pueden reducir la pérdida de biodiversidad (van Vuuren *et al.* 2015) y los riesgos de extinción de aves y mamíferos (Tilman *et al.* 2017).

En general, en la literatura se discute una amplia gama de medidas, entre las que se incluyen aquellas relacionadas con la producción agrícola, otras relacionadas con la demanda agrícola y las que tienen como objetivo la protección de los ecosistemas terrestres.

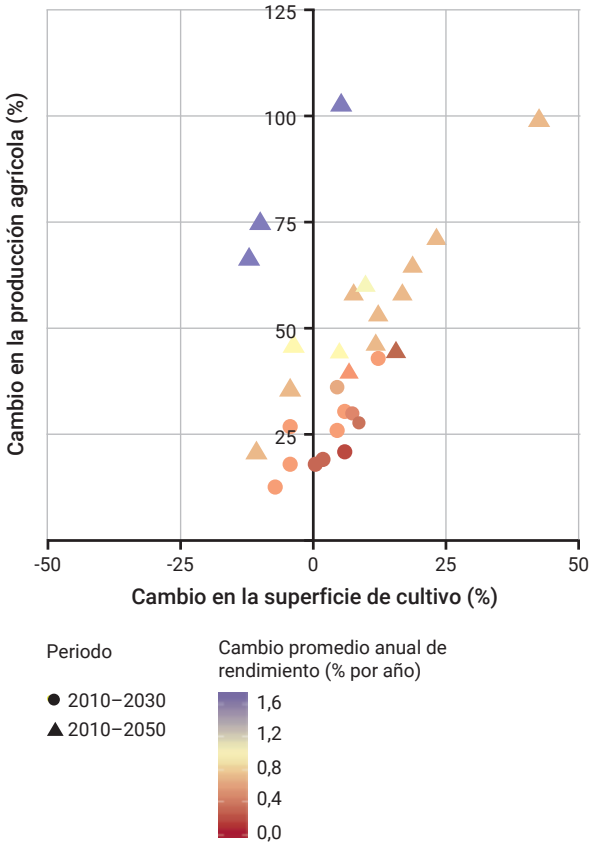
Medidas relacionadas con la producción agrícola

Una de las opciones para alcanzar los objetivos del grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad, es cambiar los patrones de producción agrícola. Esto incluye la mejora del rendimiento (para evitar una mayor expansión de las tierras agrícolas), pero también otras medidas de eficiencia, como el uso de nutrientes y agua, para reducir la presión medio ambiental de la agricultura.

Mejora del rendimiento

Para la línea de referencia del SSP2 (Fricko *et al.* 2017), durante 2010 a 2050, la demanda per cápita de alimentos, piensos y cultivos energéticos aumentará en un 60%. En el mismo periodo, el rendimiento medio mundial de los cultivos alimentarios, forrajeros y energéticos (promedio de toneladas de productos agrícolas por hectárea) también aumentará (cerca del 1,0% por año). Como resultado, el efecto neto en el SSP2 es un aumento de la superficie de cultivo de, aproximadamente, el 15% para 2050 (230 millones de hectáreas) (**Figura 22.3**). Esto coincide con la proyección de la FAO sobre mejoras de rendimiento y la expansión de la superficie agrícola hacia el año 2050 (Alexandratos y Bruinsma 2012). Para limitar la expansión de las tierras de cultivo, el crecimiento del rendimiento tendría que aumentar en cerca del 1,0% al 1,4% anual. Por lo tanto, es útil examinar las pruebas sobre la cuestión de si es posible mejorar rápidamente el rendimiento a futuro. En primer lugar, históricamente, se han logrado tasas de mejora del rendimiento similares (Alexandratos y Bruinsma 2012). Además, varios escenarios muestran efectivamente un elevado aumento del rendimiento a futuro (**Figura 22.3**); también existe una gran brecha de rendimiento entre las regiones más y menos productivas (Global Yield Gap y Water Productivity Atlas 2018),

Figura 22.3: Cambio porcentual en la producción de cultivos no energéticos versus el cambio porcentual en la superficie de cultivos no energéticos de 2010 a 2030 y 2050



Cada marcador es una combinación modelo-escenario-año. El color indica el cambio porcentual anual en el rendimiento durante el mismo periodo de tiempo. El color amarillo se aproxima a las tendencias históricas (aproximadamente, un 1% anual entre 1960 al presente, según Alexandratos y Bruinsma 2012); el azul indica un crecimiento del rendimiento más rápido que las tendencias históricas; el rojo indica un crecimiento del rendimiento más lento que las tendencias históricas. En el caso de los SSP, el rendimiento corresponde al rendimiento medio mundial de los cultivos de cereales. Para los escenarios de Bajželj *et al.* (2014), el rendimiento corresponde al rendimiento medio mundial del trigo y los datos están referenciados con respecto a 2009.

Fuentes: SSPs (Popp *et al.* 2017) y Bajželj *et al.* (2014).

y la transferencia de las mejores prácticas, de los países líderes a los menos avanzados, podría aumentar el rendimiento promedio mundial (Neumann *et al.* 2010; Foley *et al.* 2011). Por último, los nuevos métodos para mejorar los rendimientos también podrían ofrecer un mayor potencial (incluidos los organismos genéticamente modificados [OGM]). Por otra parte, es posible que ya se haya logrado facilitar una mejora del rendimiento (Slade, Bauen y Gross 2014). Además, en las últimas décadas los aumentos de rendimiento han coincidido con importantes incrementos en la presión medio ambiental como, por ejemplo, la contaminación por nitrógeno derivada de la fertilización nitrogenada (Lassaletta *et al.* 2016). Las proyecciones sobre el uso de fertilizantes en el futuro son inciertas, pero está claro que, el aumento de los niveles de producción mundial requiere un mayor uso de fertilizantes (Alexandratos y Bruinsma 2012). Por ejemplo, el aumento del rendimiento podría provocar un incremento del 15%-70% en las pérdidas de nitrógeno en el medio ambiente, lo que provocaría una mayor contaminación del agua y del suelo (Sutton y Bleeker 2013; Lassaletta *et al.* 2016). Las mejoras constantes del rendimiento también pueden depender del aumento del riego, lo que repercute en los recursos hídricos (Neumann *et al.* 2010). También es posible que en el futuro la agricultura ecológica, junto con la reducción del desperdicio de alimentos y el cambio de dieta, pueda reducir, considerablemente, la huella medio ambiental de la agricultura (Muller *et al.* 2017). Sin embargo, cabría preguntarse si tales medidas conducirían a niveles de rendimiento similares a los de la agricultura convencional (Leifeld 2016), o la adaptabilidad a experiencias existentes, tanto en los métodos de producción alternativa, como en los de reducción de residuos alimentarios (Schneider *et al.* 2014). En cuanto a la superficie de pastos, la intensificación de la producción ganadera podría limitar el aumento de su superficie y, posiblemente, provocar una disminución.

Reducción de las presiones ambientales asociadas a la agricultura

Los sistemas agrícolas de alto rendimiento suelen estar asociados a altos niveles de pérdida de nitrógeno, tal y como se ha informado en la sección anterior. Sin embargo, hay pruebas relacionadas con que el impacto negativo de la agricultura de alto rendimiento en la pérdida de nitrógeno podría limitarse mejorando la eficiencia en el uso del mismo (Lassaletta *et al.* 2016; Bouwman *et al.* 2017). Esto puede demostrarse por la gran variación en las tasas de aplicación, con un exceso de aplicación en algunas regiones que conduce a un impacto ambiental significativo, especialmente en China (Zhang *et al.* 2016; Cui *et al.* 2018). De hecho, el rápido aumento de la eficiencia en el uso del nitrógeno a nivel mundial, desde el actual 40% hasta cerca del 70%, puede conducir a una fuerte disminución del exceso de nitrógeno a 50 Tg N/año, con el beneficio añadido de conducir, potencialmente, a la estabilización de los aportes totales de nitrógeno en la producción mundial de cultivos (Zhang *et al.* 2015). Mogollón *et al.* (2018) presentan hallazgos similares, pero enfatizan en que esto solo puede ocurrir en escenarios de sostenibilidad optimistas (aumento limitado de la demanda y altas eficiencias). La relación entre el rendimiento de los cultivos y la aplicación de nitrógeno significa que hay rendimientos decrecientes para una mayor aplicación de nitrógeno en regiones con altas tasas de aplicación de fertilizantes y más potencial para aumentar la producción en regiones con bajas tasas de aplicación. Esto significa que a nivel mundial se cuenta con un margen para optimizar la aplicación de nitrógeno. La compensación en este caso sería un aumento del comercio internacional de productos agrícolas.

También es importante reducir otras presiones medio ambientales, como los altos niveles de consumo de agua (véase la Sección 22.3.3), los impactos negativos del uso de herbicidas y pesticidas, y la eutrofización de las aguas interiores y costeras debido al uso excesivo de nutrientes en la producción de alimentos y el vertido de aguas residuales. Las pruebas científicas demuestran que es importante mantener la sostenibilidad agrícola para garantizar servicios como el control natural de plagas, la polinización y la

fertilidad (Oerke 2006; de Vries *et al.* 2013; Garibaldi *et al.* 2017). Por ejemplo, muchos cultivos de alimentos de importancia a nivel mundial, a excepción de los cereales que no son polinizados por insectos, dependen, al menos en parte, de los polinizadores animales (normalmente insectos) para su rendimiento y/o calidad, y los cultivos que dependen de los polinizadores contribuyen en un 35% al volumen de producción mundial de cultivos (Klein *et al.* 2007). Hasta cierto punto, la reducción de los impactos negativos puede lograrse en los sistemas agrícolas de alto rendimiento. Hay algunas pruebas de que la agricultura ecológica podría ser una alternativa, ya que puede favorecer una mayor riqueza de especies locales y mayores densidades de organismos naturales en comparación con las explotaciones convencionales (Bengtsson, Ahnström y Weibull 2005; Tuck *et al.* 2014). Sin embargo, la agricultura ecológica también podría dar lugar a un menor rendimiento y, por tanto, a un mayor uso de la tierra (Clark y Tilman 2017). El papel de la agricultura ecológica no puede evaluarse realmente en este capítulo ya que, en la actualidad, esta apenas se aborda en los estudios de escenarios. De hecho, lo mismo ocurre con las estrategias para preservar una diversidad genética que resulte suficiente. Aunque hay algunas pruebas de que es importante mantener la diversidad como un amortiguador contra todo tipo de variabilidad ambiental, de nuevo esto no se aborda realmente en los estudios de escenarios. Esta diversidad puede fomentarse mediante la rotación de cultivos, su intercalación y su variabilidad.

Prevenir la degradación de la tierra

La pérdida de carbono orgánico del suelo y otras formas de degradación de este pueden afectar, significativamente, el rendimiento de los cultivos y los valores nutricionales de los alimentos producidos (Godfray *et al.* 2010; Lal 2015; Rojas *et al.* 2016). Por lo tanto, es importante mantener la salud del suelo, mediante la gestión del carbono orgánico en el mismo y la prevención de la degradación de la tierra. El informe Perspectiva Global de la Tierra (GLO, por su sigla en inglés), publicado recientemente, es uno de los pocos estudios que analizan la degradación de la tierra en el contexto de diferentes escenarios de tendencia y no las vías para alcanzar el objetivo de neutralidad de la degradación de la tierra (United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] 2017; van der Esch *et al.* 2017). Se prevé que los objetivos de restauración y protección de la tierra aumenten la cobertura arbórea en 4 millones de km^2 en 2050, en comparación con la superficie del año 2000, y que aumenten las reservas de carbono de los bosques en 50 Gt durante el mismo período de tiempo (Wolff *et al.* 2018). Sin embargo, debido a la escasa literatura sobre escenarios, es difícil evaluar el papel que desempeña el evitar la degradación de la tierra en la consecución de los ODS.

Medidas relacionadas con la demanda agrícola

Para limitar la expansión de las tierras de cultivo, también es posible reducir la demanda de alimentos que se produciría en las proyecciones de referencia. Las reducciones de la demanda podrían provenir de la disminución del consumo de alimentos, de la reducción de los residuos o de la reducción de los usos de los cultivos para piensos y combustibles.

Cambios en la dieta

Los cambios en la dieta se consideran una medida eficaz para reducir el impacto de la agricultura en el uso de la tierra. Aquellos cambios que repercutan en la dieta mediante la reducción del consumo de carne reducirían también el uso de los cultivos como alimento para animales, lo que, a su vez, reduciría la demanda de tierra, ya que el consumo humano directo de los cultivos requiere menos tierra (Stehfest *et al.* 2009). En particular, una reducción del consumo de carne vacuna tendría el impacto positivo más directo en los indicadores ambientales, ya que los rumiantes tienen los índices de conversión de alimentos y proteínas más bajos de todo el ganado (Béné *et al.* 2015). Esto implica que la reducción del consumo de carne a niveles coherentes con las recomendaciones sanitarias en los países de renta alta podría tener efectos positivos en términos de reducción del uso de la tierra agrícola y de aumento de la salud humana (Stehfest *et al.* 2009), ya que el consumo promedio actual de carne vacuna está por encima de este nivel. Foley *et al.* (2011) y Stehfest *et al.* (2009), identificaron una reducción significativa de la cobertura de tierras destinadas a la producción de alimentos, producto del cambio hacia dietas basadas en plantas. Según estos estudios, dicho cambio también conllevaría beneficios para la salud. El consumo de otro tipo de carne también puede mejorar la eficiencia en el uso de la tierra, como por ejemplo, la carne de animales no rumiantes (cerdos) tiene un impacto menor que la carne de vacuno y la huella terrestre de sus dietas puede mejorarse cambiando a cultivos forrajeros más eficientes (de mayor rendimiento) (Béné *et al.* 2015; van Zanten *et al.* 2018). Así, las dietas basadas en una menor proporción de consumo de rumiantes reduciría la demanda de tierra. En el caso de los bivalvos, la acuicultura podría incluso eliminar la escorrentía de nutrientes hacia los estuarios a través de la filtración, lo que supone una sinergia potencial.

Escenarios más recientes en la literatura también se han centrado en el cambio de la dieta, incluyendo los escenarios SSP1 (véase Popp *et al.* 2017), y la vía de "cambio de consumo" planteada por los Caminos a Rio+20 (van Vuuren *et al.* 2015; van Vuuren *et al.* 2018), entre otros (Bajželj *et al.* 2014; Tilman y Clark 2014). El cambio dietético oscila entre cambios modestos hacia los no rumiantes (escenario SSP1) a la eliminación completa de la carne (escenario vegetariano de Tilman y Clark). Varios de estos escenarios limitan la expansión de la superficie de cultivo, pero también incluyen el aumento de los rendimientos, lo que sugiere que el cambio dietético por sí solo no es suficiente para limitar la expansión de las tierras de cultivo, dado el crecimiento de la población. Hay que tener en cuenta que, además de los cambios en el rendimiento y la dieta, estos escenarios también limitan la expansión de las tierras de cultivo para la producción de bioenergía (60 y 140 millones de hectáreas en 2050 en el escenario SSP1 de los modelos IMAGE y GCAM, respectivamente). En definitiva, esto significa que una combinación de mejora del rendimiento, cambio de la dieta y control de la expansión de la bioenergía ofrece la situación más probable para evitar la expansión de la superficie agrícola.

Reducción de residuos y pérdidas

La producción agrícola mundial en 2010 (unas 3.900 kcal de cultivos alimentarios por persona al día) fue más que suficiente para alimentar al mundo y, sin embargo, más de 800 millones de personas estaban desnutridas (Alexandratos y Bruinsma 2012; Kummu *et al.* 2012). Una de las razones es que entre el 25% y el 40% de los alimentos producidos se desperdician, ya sea por los residuos de la cadena de suministro o por los residuos del consumo final (Godfray *et al.* 2010; Kummu *et al.* 2012). Reducir el desperdicio y la pérdida de alimentos es una forma de reducir el hambre, al tiempo que se limita la expansión de las tierras de cultivo. La cantidad de alimentos desperdiciados hoy en día es suficiente para alimentar a varios cientos de millones de personas al año (West *et al.* 2014), y algunos estudios demuestran que si la mitad de este desperdicio se redistribuyera entre los consumidores se podría alimentar a mil millones de personas más (Kummu *et al.* 2012). Asimismo, Bajželj *et al.* (2014) muestran que, si se redujera el desperdicio de alimentos a la mitad, se reduciría la superficie de cultivo en un 14%. Muller *et al.* (2017) muestran que, además de reducir la demanda de tierras, el cambio de dieta y la reducción de residuos pueden dar lugar a una reducción del uso de fertilizantes y agua. Bijl *et al.* (2017) muestran que, aunque se puede lograr una mejora significativa mediante el aumento del rendimiento, esta es menor de lo esperado, sobre todo porque la carne se desperdicia, en promedio, menos que otros productos agrícolas. Varios de los escenarios que estudian la reducción de los residuos también informan de una expansión limitada de las tierras de cultivo (cambio de consumo de van Vuuren *et al.* 2015 y algunos escenarios de Bajželj *et al.* 2014). Cada uno de estos escenarios supone también un aumento de los rendimientos, lo que lleva a la conclusión de que la reducción de los residuos por sí sola no es

suficiente para limitar la expansión de las tierras de cultivo dado el aumento de la población.

Cambios en la distribución de los alimentos

El hambre, hasta cierto punto, guarda relación con las calorías disponibles, pero más importante aún es la distribución de estas. La distribución de los ingresos desempeña un papel fundamental en la distribución de los alimentos (Wanner *et al.* 2014; Hasegawa *et al.* 2015). En su análisis, Hasegawa *et al.* (2015) concluyen que la evolución futura del hambre en el mundo está determinada, principalmente, por el crecimiento de la población, la desigualdad en la distribución de los alimentos y la producción nacional de alimentos per cápita. Mejorar el acceso a los alimentos de los hogares más pobres reducirá, significativamente, el aumento en la producción de los alimentos que son necesarios para alimentar a la población mundial en 2050 (van Vuuren *et al.* 2015). Asimismo, evitar el desperdicio de alimentos reducirá la demanda de tierras de cultivo y permitirá seguir consumiendo carne, aunque a un ritmo inferior al de las proyecciones actuales (Röös *et al.* 2017).

En los escenarios de referencia, también se prevé que el retraso del crecimiento y la desnutrición en la infancia disminuyan, pero no lo suficiente como para alcanzar la meta de los ODS relativa a su eliminación para 2030 (Global Burden of Disease [GBD] 2015 SDG Collaborators 2016; GBD 2016 SDG Collaborators (2017). Mientras tanto, la prevalencia de niños con sobrepeso ha aumentado en los últimos 15 años (GBD 2015 SDG Collaborators 2016), con lo cual se prevé que menos del 5% de los países alcancen la meta de los ODS relativa al sobrepeso infantil (GBD 2016 SDG Collaborators 2017). Por lo tanto, el logro de estas metas requiere una acción acelerada en materia de nutrición, así como en lo que respecta a las fuerzas motrices más alejadas de los malos resultados en materia de salud: la pobreza, los bajos niveles de educación y el gasto en salud, así como los conflictos (GBD 2016 SDG Collaborators 2017; véase también la Sección 22.3.5).

Mantener la biodiversidad terrestre

Los escenarios de referencia tratados en el Capítulo 21 muestran un mayor declive de la biodiversidad. Se han publicado algunos escenarios que estudian, específicamente, cómo detener la pérdida de biodiversidad (por ejemplo, van Vuuren *et al.* 2015; Obersteiner *et al.* 2016; Kok *et al.* 2018; Leclere *et al.* 2018). Estos escenarios muestran que, además de preservar la biodiversidad terrestre en las áreas protegidas, resultará de igual importancia reducir las fuerzas motrices externas que conducen a la pérdida de esta, como la expansión del uso de la tierra, el cambio climático y la expansión de las infraestructuras. A continuación, se analizan brevemente algunos de estos elementos. En general, la literatura sobre escenarios sugiere que existen vías para detener la pérdida de biodiversidad, sin embargo, estos escenarios serán difíciles de implementar.

Proteger los ecosistemas terrestres

Las áreas protegidas son una herramienta clave para la conservación de la tierra. Ciertas tesis han demostrado que, en comparación con otros lugares, la diversidad de especies dentro de las áreas protegidas tiende a ser un 10% mayor y la abundancia de especies un 15% mayor (Coetzee, Gaston y Chown 2014; Gray *et al.* 2016). Además, las tasas de conversión del hábitat son un 7% menores dentro de las áreas protegidas (Geldmann *et al.* 2013). Mientras que la Meta 11 de Aichi del CDB sugiere un objetivo de cobertura del 17%, en 2016 las áreas protegidas ocupaban el 14,6% de la superficie terrestre. Como se muestra en el Capítulo 21, las tendencias actuales conducirán a una dramática pérdida de biodiversidad. Por lo tanto, se necesita urgentemente de la acción internacional coordinada para equilibrar la toma de decisiones sobre el uso de la tierra y la conservación de la biodiversidad. La ampliación de la superficie terrestre protegida en un 5% de forma bien diseñada podría conducir a un aumento significativo de la protección de la biodiversidad (Pollock, Thuiller y Jetz 2017). Muchos escenarios en la literatura tienen supuestos explícitos sobre las tendencias de las áreas protegidas. Sin embargo, la expansión de las áreas protegidas no debería ser la única consideración y no debería ir en detrimento de la eficaz gestión de aquellas que existen en la actualidad (Barnes *et al.* 2018).

Asimismo, la política ambiental fuera de la red formal de áreas protegidas es de importancia crítica.

Propiedad de la tierra

La propiedad de la tierra tiene implicaciones para la gestión de la misma y, por lo tanto, puede tener implicaciones para la biodiversidad que reside en ella. Por ejemplo, las tierras de propiedad privada frente a las de propiedad pública tienen diferentes composiciones de especies de aves (Maslo, Lockwood y Leu 2015) y los bosques templados privados albergan una mayor diversidad y densidad de microhábitats que pueden sustentar una mayor biodiversidad (Johann y Schaich 2016). Más de una cuarta parte de toda la superficie terrestre está gestionada por o bajo los derechos de tenencia de los grupos indígenas y esta tierra se combina con, aproximadamente, el 40% de las áreas protegidas y los paisajes ecológicamente intactos (Garnett *et al.* 2018). Por lo tanto, además de la propiedad pública y privada de la tierra, es probable que los comités locales y los derechos de los pueblos indígenas sobre la tierra y la forma en que la gestionan, sean esenciales para alcanzar los objetivos de conservación locales y mundiales. Sin embargo, es difícil evaluar el papel de la propiedad de la tierra en las vías hacia la sostenibilidad, ya que esta rara vez se incorpora de forma explícita en los ejercicios de escenarios.

Planificación del uso de la tierra

La planificación del uso de la tierra implica la evaluación sistemática de los impactos ambientales, económicos y sociales sobre la gama de usos potenciales de la tierra a fin de decidir el patrón óptimo de su aprovechamiento. La planificación del uso de la tierra y la planificación sistemática de su conservación rara vez se han explorado explícitamente como herramienta en los escenarios globales. Las excepciones más notables son los recientes escenarios de Leclere *et al.* (2018) que utilizan el valor de la biodiversidad de ciertas áreas terrestres para determinar su uso óptimo y también a fin de poder documentar las evaluaciones GEO en el futuro. Dichos autores constataron que un enfoque de este tipo en la planificación del uso de la tierra puede contribuir, de hecho, a una estrategia cuyo objetivo es reducir a la mitad la pérdida de biodiversidad.

Gestión forestal

El metaanálisis muestra que las diferentes categorías para los distintos tipos de gestión forestal tienen diferentes implicaciones sobre la pérdida de biodiversidad, siendo los sistemas de selección y retención los que tienen el efecto menos perjudicial para la diversidad de especies, mientras que las plantaciones de madera y leña tienen el peor efecto (Chaudhary *et al.* 2016). Aunque las prácticas de gestión forestal no siempre están representadas explícitamente en las simulaciones de escenarios, los estudios sugieren que la aplicación coherente de cualquier régimen de gestión único da lugar a resultados de biodiversidad subóptimos en comparación con una combinación óptima de regímenes de gestión (Monkkonen *et al.* 2014).

Compensaciones significativas entre los objetivos

Dentro de este grupo es posible identificar una serie de compensaciones entre las medidas específicas y los diversos objetivos, siendo tres de estas de gran importancia:

- El aumento de la superficie de cultivo puede ayudar a reducir el hambre, al permitir una mayor producción de alimentos. Esta expansión se incluye en muchos de los escenarios de la literatura (por ejemplo, Tilman *et al.* 2011; Bajželj *et al.* 2014; Tilman y Clark 2014; Popp *et al.* 2017). Sin embargo, la expansión de la superficie de las tierras de cultivo puede conducir a la tala de tierras naturales y al aumento de las

emisiones por el cambio de uso de la tierra, lo que tiene implicaciones para la biodiversidad, la degradación de la misma y el cambio climático. Hay que tener en cuenta que limitar la expansión de la superficie de cultivo tendrá implicaciones en su rendimiento, en el uso de fertilizantes y en la producción de cultivos energéticos (véase el Capítulo 5 y la Sección 22.3.2). Además, limitar la expansión de las tierras de cultivo podría tener implicaciones para el desarrollo (Sandker, Ruiz-Pérez y Campbell 2012).

- El aumento de las tasas de aplicación de fertilizantes puede ayudar a aumentar el rendimiento agrícola en regiones con brechas de rendimiento persistentes, pero también puede tener graves consecuencias para la eutrofización del agua dulce y de los océanos costeros, así como para el cambio climático, ya que el exceso de escorrentía de nitrógeno y fósforo puede afectar la calidad del agua (Beusen *et al.* 2016; Bouwman et al.2016; Bouwman *et al.* 2017). Por otro lado, la intensificación sostenible de la agricultura (por ejemplo, a través de la agricultura de precisión) puede ayudar a obtener mayores rendimientos, preservando al mismo tiempo los servicios de los ecosistemas y reduciendo los impactos ambientales (Foley *et al.* 2011; Garnett *et al.* 2013; Garbach *et al.* 2017). El aumento de la eficiencia mundial en el uso del nitrógeno puede reducir la escorrentía de nitrógeno al medio ambiente (véase el Capítulo 8).
- Las plantaciones de monocultivos de árboles exóticos de rápido crecimiento se han utilizado para maximizar el secuestro de carbono (Chazdon 2008; Hunt 2008), al tiempo que afectan negativamente la biodiversidad local. Sin embargo, las plantaciones de múltiples especies autóctonas pueden ser una alternativa eficaz (Hulvey *et al.* 2013; Cunningham *et al.* 2015), al tiempo que proporcionan mayores beneficios para la biodiversidad (Bradshaw *et al.* 2013). Además, el rebrote natural es una alternativa a las plantaciones que ha demostrado ser más beneficiosa en los bosques tropicales desde el punto de vista ecológico, rentable y resistente (Crouzeilles *et al.* 2017).

23.3.2 Energía, clima y aire

Las metas seleccionadas para el grupo temático de energía, clima y aire pueden resumirse como el reto de lograr el acceso universal a los servicios energéticos modernos y, al mismo tiempo, combatir el cambio climático y mejorar la calidad del aire (véase el Capítulo 20). Entre los objetivos seleccionados que contribuyen a la consecución de estos objetivos finales se encuentran la mejora de la eficiencia energética y el aumento de la cuota de energías renovables.

Sin embargo, bajo las tendencias actuales, está previsto que no se alcanzará ninguno de estos tres objetivos (Capítulo 21). Para 2030, se prevé que más de 2.000 millones de personas seguirán cocinando en cocinas tradicionales de biomasa o en fuegos abiertos y que unos 700 millones de personas no tendrán acceso a la electricidad. Se prevé que la temperatura media mundial seguirá aumentando, mientras que una parte importante de la población mundial seguirá expuesta a concentraciones de partículas de diámetro inferior a 2,5 µm ($MP_{2,5}$) por encima de 35 µg/m^3. La consecución de estos objetivos requiere una gran transformación del sistema energético.

Los servicios energéticos modernos incluyen la electricidad y los combustibles limpios para cocina, calefacción e iluminación, en donde "limpio" se define según los objetivos de tasa de emisión y las recomendaciones específicas de combustible (es decir, en comparación con el carbón y el queroseno sin procesar) de las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la calidad del aire interior (WHO 2014). Combatir el cambio climático significa mantener el cambio de la temperatura media global muy por debajo de 2°C y, si es posible, por debajo de 1,5 °C (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] 2015). Mejorar la calidad del aire significa que los niveles de contaminación atmosférica deben, a largo plazo, ser coherentes con las directrices de la OMS, es decir, el objetivo provisional de la concentración media anual de $MP_{2,5}$ debe ser inferior a 35 µg/m^3 para 2030 (WHO 2006).

Una importante relación entre este grupo y otros objetivos del grupo ha sido identificada. Por ejemplo, la mayoría de las vías de baja emisión de carbono que limitan la temperatura media global a 2°C (o 1,5°C) incluyen cantidades significativas de bioenergía. El papel de los ecosistemas terrestres, tanto naturales como gestionados, es esencial para lograr emisiones netas cero y netas negativas.

Existe una rica literatura de escenarios que ha analizado el reto de alcanzar objetivos climáticos ambiciosos (para una visión general, véase Clarke *et al.* 2014, y estudios más recientes como el de Riahi *et al.* 2017; Rogelj *et al.* 2018; van Vuuren *et al.* 2018). Pocos escenarios publicados han analizado el cumplimiento de los ambiciosos objetivos de acceso a la energía (por ejemplo, Pachauri *et al.* 2013; International Energy Agency [IEA] 2017) o los objetivos de contaminación atmosférica a escala mundial (por ejemplo, Rao *et al.* 2017). La literatura discute una amplia gama de medidas, incluyendo la mejora del acceso a la energía (electricidad y combustibles limpios para cocinar), la reducción de las emisiones de efecto invernadero abordando, tanto la demanda, como la producción energética y el control de la contaminación atmosférica.

Mejorar el acceso a la energía

En un escenario de referencia, el acceso universal a los servicios energéticos modernos no se alcanzará en 2030, especialmente, en el África Subsahariana (para la electricidad, los combustibles y tecnologías limpias) y en Asia (principalmente, para los combustibles y tecnologías limpias) (véase el Capítulo 21). Lograr el acceso universal a la electricidad requiere una mayor expansión de la capacidad de generación y de las redes de transmisión y distribución, así como el acceso a aparatos más eficientes y asequibles, con un enfoque específico en las comunidades pobres y remotas (GEA 2012; IEA 2017; Lucas, Dagnachew y Hof 2017). Para lograr el acceso universal a combustibles y tecnologías limpias, se debe mejorar la asequibilidad, la disponibilidad y la seguridad de los combustibles y las prácticas para cocinar, calentar e iluminar (Modi *et al.* 2006). Los combustibles mejorados incluyen el gas licuado de petróleo (GLP), el gas natural y la electricidad en las zonas urbanas, y una serie de tecnologías (incluyendo el biogás y el uso de cocinas avanzadas de biomasa) en las zonas rurales (IEA 2017). Los estudios de modelización han demostrado que existen diferentes vías para lograr el acceso universal a los servicios energéticos modernos (Pachauri *et al.* 2013; Dagnachew *et al.* 2017).

La elección del sistema de electrificación -basado en la red, en la minirred o fuera de la red- depende de una serie de factores, en su mayoría locales, como el nivel de demanda de electricidad de los hogares, la distancia a la red existente y la disponibilidad de recursos locales (Dagnachew *et al.* 2017). La electrificación basada en la red es atractiva para las zonas densamente pobladas con una previsible alta demanda de electricidad y/o a una distancia razonable de las líneas eléctricas de alta tensión existentes, mientras que los sistemas de electrificación descentralizados son clave para llegar a las zonas semiurbanas con baja densidad de consumo y a las zonas rurales remotas (Dagnachew *et al.* 2017; AIE 2017; Lucas, Dagnachew y Hof 2017). Las inversiones anuales totales para lograr el acceso universal se estiman en 52.000 millones de dólares a nivel mundial (IEA 2017) y entre 24.000 y 49.000 millones de dólares solo en el África Subsahariana (Dagnachew *et al.* 2017; Lucas, Dagnachew y Hof 2017), dependiendo, principalmente, de la demanda total de electricidad de los hogares y del costo de la transmisión y distribución de alto voltaje.

Las políticas que podrían fomentar la transición a combustibles y tecnologías limpias para cocinar, calentar y alumbrar incluyen subsidios a los combustibles y subvenciones o facilidad de acceso

a los microcréditos destinados a los hogares (Riahi *et al.* 2012). El uso de cocinas de biomasa mejoradas o avanzadas puede, de hecho, generar ganancias económicas en lugar de costos, ya que las inversiones se verían contrarrestadas por la reducción del gasto en leña (van Ruijven 2008). Se prevé que las inversiones totales necesarias para lograr el acceso universal a combustibles limpios para cocinar, calentar y alumbrar sean inferiores al 10% de lo que se necesita para lograr el acceso universal a la electricidad (Pachauri *et al.* 2013; IEA 2017). Mejorar el acceso a los combustibles limpios puede mejorar significativamente la salud (Pachauri *et al.* 2013; Landrigan *et al.* 2018). La política climática puede inducir el ahorro de energía, reduciendo la inversión global necesaria para lograr un acceso universal a esta (Dagnachew *et al.* 2018).

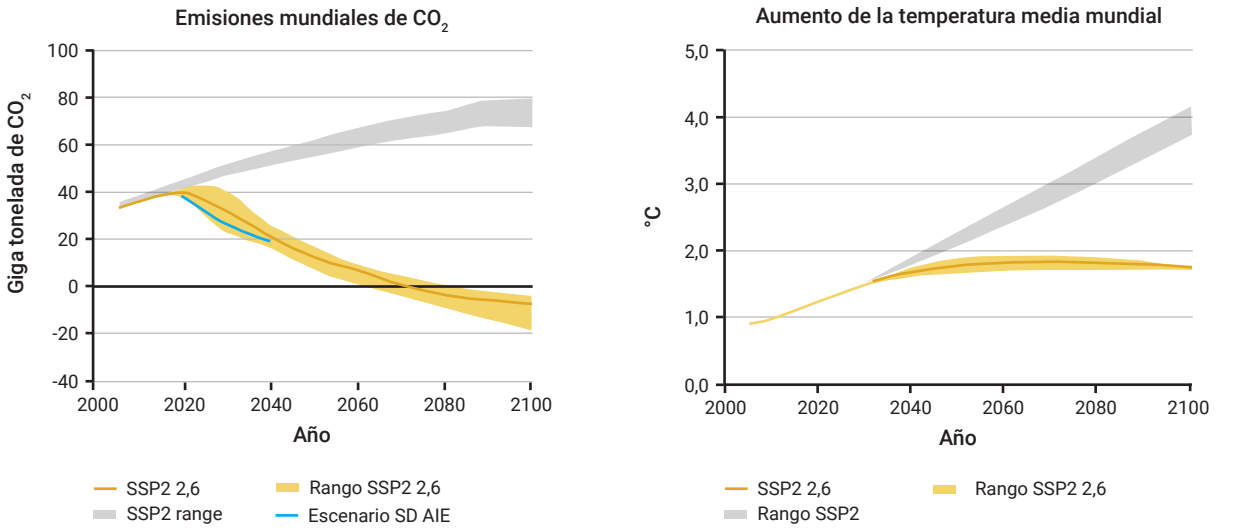
Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero

Los objetivos climáticos de París establecen limitaciones muy estrictas para el desarrollo de los futuros sistemas energéticos. Aunque algunas publicaciones recientes han demostrado que los presupuestos de carbono están sujetos a una incertidumbre considerable ((Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2018; Rogelj *et al.* 2016; Millar *et al.* 2017), el mensaje principal es que son pequeños en comparación con las emisiones actuales. Para cumplir los objetivos climáticos de París, las emisiones acumuladas de CO_2 a partir de ahora deben ser del orden de 1000 -1600 gigatoneladas de CO_2 (2°) o incluso de 300-900 gigatoneladas de CO_2 (1,5°). Las emisiones actuales son del orden de 40-42 gigatoneladas de CO_2/año (Le Quéré *et al.* 2016; IPCC 2018). Suponiendo una reducción lineal sin emisiones negativas, el uso ininterrumpido de combustibles fósiles debe desaparecer a mediados de siglo (van Vuuren *et al.* 2017a). Esto requeriría un cese inmediato de las inversiones en tecnologías emisoras de CO_2, aunque posiblemente, incluso una retirada más rápida de la infraestructura de combustibles fósiles existente (Johnson *et al.* 2015; Gambhir *et al.* 2017).

Sin embargo, también existe la opción de eliminar activamente el CO_2 de la atmósfera, por ejemplo, mediante la forestación y la bioenergía, en combinación con la captura y el almacenamiento de carbono, la captura directa del aire, la mejora de la meteorización y el aumento de la concentración de carbono en el suelo (IPCC 2018). Sin embargo, la cantidad de CO_2 que puede eliminarse de la atmósfera de esta manera no es ilimitada: tanto la forestación/reforestación, como la bioenergía, están restringidas por la cantidad de tierra disponible, así como por los posibles impactos en la biodiversidad y la producción de alimentos (Smith *et al.* 2016). Además, el potencial de almacenamiento de CO_2 es limitado (Koelbl *et al.* 2013). Se considera que, entre las diversas opciones de eliminación de CO_2 que se han evaluado, con las tecnologías actuales, solo el secuestro en formaciones geológicas tiene la capacidad y la permanencia necesaria para almacenar CO_2 al nivel de gigatoneladas, lo cual es necesario para reducir las emisiones de dicho gas de forma significativa (Benson *et al.* 2012). Aunque la capacidad de almacenamiento estimada es más que suficiente para cumplir los objetivos de reducción de emisiones, las estimaciones no tienen en cuenta los riesgos asociados al almacenamiento permanente (por ejemplo, contaminación ambiental por fugas, actividades sísmicas) (de Coninck y Benson 2014; Bui *et al.* 2018). Por lo tanto, la reducción rápida de emisiones será necesaria a corto plazo, independientemente de la disponibilidad de tecnologías de emisiones negativas (van Vuuren *et al.* 2017a). La **Figura 22.4** muestra el abanico de escenarios de la base de datos de la SSP según la línea de referencia de la SSP2 y aquellos coherentes con los objetivos de París de estar muy por debajo de los 2°C (Riahi *et al.* 2017; Rogelj *et al.* 2018). Los escenarios representados aquí se basan en vías de bajo costo, asumiendo una respuesta inmediata. Hay varios trabajos en la literatura que muestran que una respuesta retardada es más costosa y podría incluso hacer imposible alcanzar objetivos estrictos (Riahi *et al.* 2015; Rogelj *et al.* 2018). Esta respuesta retardada se produciría, por ejemplo, si los países deciden seguir las políticas climáticas actualmente formuladas y aspiran a una rápida aplicación de la política climática después del 2030.

A nivel mundial, las emisiones de CO_2 relacionadas con la energía tendrían que reducirse en torno a un 60%-70% a mediados de siglo para poder cumplir el objetivo de París, incluso si se tienen en cuenta las emisiones negativas (**véase la Figura 22.5**). Hay varias formas de alcanzar estos objetivos. Mientras que las medidas por el lado de la demanda reducen, en su mayoría, la intensidad energética, las medidas por el lado de la oferta aumentarían la

Figura 22.4: Emisiones globales de CO_2 y aumento de la temperatura media global asociado a la línea de referencia del SSP2 y a los escenarios derivados que son coherentes con el objetivo del Acuerdo de París de mantenerse muy por debajo del aumento de 2°C

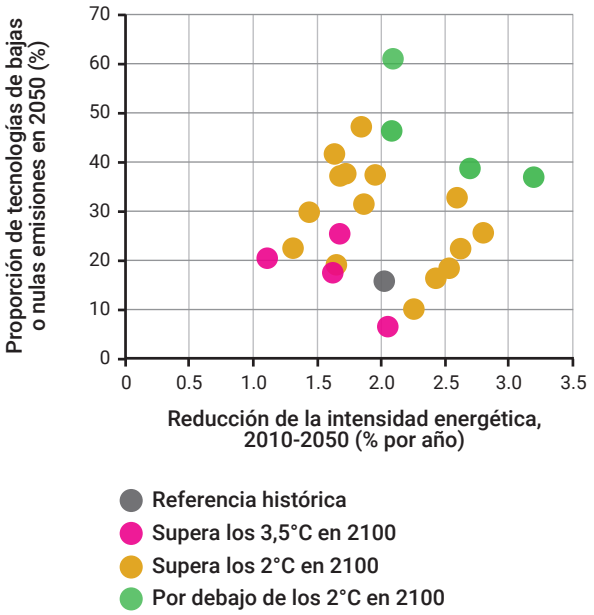


Fuente: AIE (2017); Riahi *et al.* (2017); Rogelj *et al.* (2018).

proporción de opciones con bajas emisiones de carbono. Estos dos indicadores pueden dar una idea del reto que supondrían esas reducciones.

La tasa de reducción de la intensidad energética final (energía dividida por el PIB) en muchos países ha sido, normalmente, alrededor del 1%-2% por año en el periodo transcurrido desde 1970. Esto ha sido impulsado, tanto por el aumento de la eficiencia energética, como por los cambios sectoriales. Los valores relativamente altos de reducción de la intensidad energética

Figura 22.5: Tasa de reducción de la intensidad energética en 2010-2050 y proporción de las tecnologías de baja emisión de gases de efecto invernadero en la combinación energética total de los escenarios incluidos en la base de datos del SSP



Los colores de los puntos indican las temperaturas previstas para 2100.

Fuentes: AIE (2017); Riahi *et al.* (2017); Rogelj *et al.* (2018).

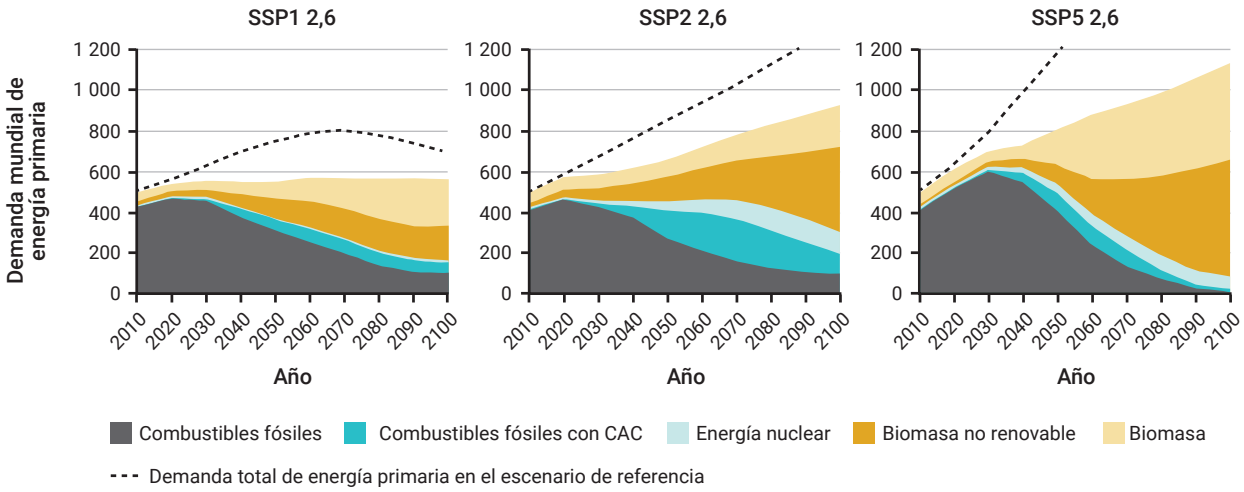
se produjeron durante las crisis del petróleo de 1973 y 2005 en respuesta a los precios y a las políticas gubernamentales de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) encaminadas a la conservación del consumo energético (Schippers y Meyers 1992; Sweeney 2016). El porcentaje de tecnologías de baja emisión de gases de efecto invernadero se sitúa, actualmente, en torno al 20%, y consiste principalmente en la biomasa tradicional, la energía hidroeléctrica y la energía nuclear. Para alcanzar el objetivo de los 2°C, la combinación de la reducción de la intensidad energética y el aumento de la cuota de tecnologías de bajas emisiones de gases de efecto invernadero tendría que ser significativamente mayor que los valores históricos. Como se muestra en la Figura 22.5, la transformación a gran escala necesaria para ello puede lograrse reduciendo la demanda de energía (mediante la eficiencia energética y/o niveles de actividad diferentes y más bajos) y descarbonizando el suministro de energía (energías renovables, captura y almacenamiento de carbono, energía nuclear, sustitución de combustibles). El aumento de la eficiencia energética, sin embargo, tendría que ser de al menos un 2%-3,5% anual. Además, el nivel de opciones de suministro que no emiten CO_2 tendría que aumentar de alrededor del 15% actual a por lo menos el 40%-60% en 2050 (para los escenarios incluidos en la **Figura 22.5**) o incluso del 50% al 100% para los escenarios más estrictos que figuran en la literatura más amplia (van Vuuren *et al.* 2016; IPCC 2018). El valor de rango bajo del 40% solo es suficiente si se combina con un rápido descenso de la demanda energética. La cantidad de renovables estaría en torno al 30%-40% (**Figura 22.5**) o hasta el 60% (rango completo) para 2 grados (van Vuuren *et al.* 2016) y del 70% al 85% para 1,5°C (IPCC 2018). Cabe señalar que el rango de las energías renovables se solapa ampliamente con el rango de la producción total de energía libre de CO_2, ya que las diferentes opciones pueden sustituirse fácilmente. En general, la reducción de la intensidad de carbono de la economía mundial (tasa de variación de la relación entre el CO_2 y el PIB) debe aumentar entre cerca del 1%-2% anual históricamente, a alrededor del 4%-6% anual hacia 2050; para los escenarios más estrictos, se pueden encontrar valores de hasta el 8% en la literatura (van Vuuren *et al.* 2016).

Las emisiones de gases de efecto invernadero pueden reducirse con medidas asociadas a la demanda de energía y a la descarbonización del suministro energético. Además, es posible reducir las llamadas emisiones que no son de CO_2, tanto de los sistemas agrícolas como de los energéticos. En otras palabras, para alcanzar los objetivos de París se necesitan transiciones de gran alcance en los sistemas de energía, tierra, infraestructura urbana (incluidos el transporte y los edificios) e industria (IPCC 2018). La contribución de estas medidas se analiza con más detalle en los párrafos siguientes. En el **Recuadro 22.2** se analiza con más detalle el papel de las opciones de mitigación basadas en la tierra.

Reducción de la demanda de energía

La **Figura 22.6** presenta el uso agregado de energía de tres diferentes vías que son coherentes con el objetivo de los 2°C. La reducción total de la demanda de energía en las vías es de, aproximadamente, un 25%, en comparación con el escenario tendencial (véase también Edelenbosch 2018). Los estudios centrados en el potencial de la eficiencia energética muestran tasas de mejora de la eficiencia aún más elevadas (Cullen, Allwood y Borgstein 2011; Graus, Blomen y Worrell 2011). La demanda de energía final está dominada por los sectores de la industria, el transporte y la vivienda. Por lo tanto, sería necesario mitigar el consumo de energía en los tres sectores para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. El transporte es un sector clave, ya que aquí las emisiones están aumentando más rápidamente, impulsadas por el aumento de las emisiones de los viajes en coche, el transporte de mercancías por carretera, el transporte marítimo y el transporte aéreo. Existen diferentes opciones de respuesta para descarbonizar el sector del transporte. Por ejemplo, una opción importante sería la electrificación, casi completa, de la mayoría de los modos de transporte. Esto requeriría la correspondiente transición en infraestructura y su eficacia en la reducción de las emisiones dependería de la intensidad de carbono de la generación energética. También hay que tener en cuenta que, para muchas partes del mundo, esa transición llevará mucho tiempo y, mientras tanto, será importante minimizar las emisiones, por ejemplo, promoviendo la eficiencia de los automoviles (Bae y Kim 2017). Para los modos que no pueden electrificarse, el gas natural (a corto plazo), el combustible fósil con captura y almacenamiento de carbono (CAC), el hidrógeno y la bioenergía podrían desempeñar un papel. Anteriormente, muchos estudios identificaron el uso de la bioenergía como una estrategia de respuesta eficaz para la mayoría de los modos de transporte. Sin embargo, debido a los posibles impactos negativos de la bioenergía para otros objetivos, aquí se asume que el uso de la bioenergía es limitado, restringiéndola a aquellos sectores que son difíciles de reducir o que podrían generar emisiones negativas. Esto significa que las medidas efectivas para el transporte incluyen la electrificación, la rápida mejora de la eficiencia del combustible y el desarrollo de nuevos combustibles (hidrógeno, combustibles sintéticos). Alternativamente, en un escenario más centrado en los cambios en el estilo de vida (por ejemplo, la vía del "cambio de consumo"), la reducción de las emisiones se produce, principalmente, a través de la transición del

Figura 22.6: Diferentes vías que conducen a un aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C



Fuente: AIE (2017); Riahi *et al.* (2017); Rogelj *et al.* (2017).

uso de aviones y automóviles privados, al transporte público local eléctrico y a los trenes rápidos.

Descarbonizar el suministro de energía

Una gran proporción de la reducción de emisiones requeridas tendría que provenir de cambios en la oferta (véase la **Figura 22.6**). Los combustibles fósiles representan actualmente alrededor del 80% del uso total de energía primaria, lo cual debe reducirse a un máximo del 20% al 30% para 2050, dependiendo del uso de tecnologías de emisiones negativas (después de 2050) y del anhelado objetivo climático (Bauer *et al.* 2017; van Vuuren *et al.* 2017b). Los combustibles fósiles deben ser sustituidos por tecnologías de bajas o nulas emisiones, como la bioenergía, otras renovables y la energía nuclear; y, la energía de los combustibles fósiles combinada con la captura y el almacenamiento de carbono.

Será muy importante introducir nuevas políticas que estimulen una mayor penetración de las energías renovables. La literatura también muestra que hay cierto grado de libertad en la elección de la tecnología. Por ejemplo, las energías renovables, la energía nuclear y la captura y almacenamiento de carbono pueden desempeñar distintos papeles que dependen de las decisiones de la sociedad y del desarrollo tecnológico. No obstante, hay que señalar que la magnitud de la transformación global no tiene precedentes históricos, ni en términos absolutos, ni en cuanto al periodo en el que debería mantenerse (van der Zwaan *et al.* 2013; van Sluisveld *et al.* 2015). De hecho, supera con creces el ritmo de las transiciones del pasado, lo que pone de manifiesto el considerable reto que supone cumplir el objetivo de los 2°C (Napp *et al.* 2017). En términos relativos (por ejemplo, el porcentaje de inversión en nuevas tecnologías), hay varios ejemplos de transiciones rápidas similares en el pasado.

Hay muchas formas de descarbonizar el suministro de energía en escenarios futuros (Clarke *et al.* 2014; Kriegler *et al.* 2018; Rogelj *et al.* 2018). Un método es la energía de los combustibles fósiles combinada con la captura y el almacenamiento de carbono. La mayoría de los escenarios se basan en gran medida en esta opción. Aunque la ventaja consiste en que se requeriría un cambio relativamente lejano en el suministro de energía, esta opción adolece de un potencial de almacenamiento limitado y, sobre todo, de un apoyo social relativamente escaso. Las energías renovables, como la eólica y la solar constituyen una importante alternativa. Los costos de estas opciones han disminuido rápidamente en los últimos años, lo que convierte a estas tecnologías en una alternativa razonable para los combustibles fósiles, incluso en ausencia de una política climática estricta. Sin embargo, para niveles de penetración más altos, estas opciones sufren costos adicionales relacionados con la intermitencia. Esto implica que la expansión de las energías renovables requerirá inversiones en infraestructuras para hacer frente a la intermitencia (por ejemplo, mediante la ampliación de las conexiones a la red y la provisión de opciones de almacenamiento). La transición a las energías renovables también conllevaría un cambio en la demanda de materiales (para crear centrales solares y eólicas). La mayoría de las evaluaciones consideran que esto último no es restrictivo (Arvesen *et al.* 2018). Por último, una transición a las energías renovables también requerirá diferentes regímenes de funcionamiento del sistema eléctrico. La opción de la bioenergía también podría ser atractiva como suministro de combustibles y,

Recuadro 22.2: Contribución de las opciones de mitigación basadas en el uso de la tierra a las políticas climáticas

Alrededor del 20%-30% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero están asociadas a las actividades agrícolas (Smith *et al.* 2014). En términos de política climática, la contribución proveniente del sector relacionado con el uso de la tierra es muy importante. En primer lugar, para alcanzar objetivos estrictos sería necesario reducir las emisiones relacionadas con esta. Además, también es posible contribuir a la reducción de las emisiones mediante las denominadas opciones de mitigación relacionadas con el uso de la tierra. Esto incluye, por ejemplo, la reforestación y el uso de bioenergía. De hecho, más del 80% de los países firmantes del Acuerdo de París tienen previsto utilizar opciones de mitigación relacionadas con el uso de la tierra para cumplir sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN). Los análisis han demostrado que, tanto la forestación, como el uso de la bioenergía, en combinación con la captura y el almacenamiento de carbono son rentables en casi todos los escenarios. Como resultado, el uso de la tierra para la mitigación podría ser en 2050 del orden del 25%-30% del total de las tierras de cultivo en algunos escenarios, es decir, el 10% de la superficie agrícola total. Sin embargo, un reto importante es que la utilización de opciones de mitigación basadas en el uso de la tierra podría dar lugar a compensaciones significativas respecto a los objetivos de acabar con el hambre y preservar la biodiversidad, a causa de la competencia por la misma (véase la Sección 22.3.1).

en combinación con el almacenamiento de carbono, una vía hacia las emisiones negativas. Sin embargo, como la bioenergía requiere grandes cantidades de tierra, entraría a competir con los objetivos mencionados en el grupo anterior. Esto se analiza con más detalle en la Sección 22.4.2. Las vías alternativas que menos dependen de las tecnologías de emisiones negativas podrían basarse en cambios más fuertes en el estilo de vida (van Vuuren *et al.* 2018). Por último, la energía nuclear también puede proporcionar energía de cero emisiones. Sin embargo, esta tecnología plantea riesgos, tanto de seguridad, como de residuos y una falta de respaldo social en muchos países.

Reducción de las emisiones distintas al CO_2

Aunque el dióxido de carbono constituye la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, aquellas distints al CO_2, como el metano, el óxido nitroso y los gases fluorados de efecto invernadero, también contribuyen, significativamente, al cambio climático. Por tanto, las emisiones no procedentes de CO_2 en las vías que limitan los objetivos de París frente al calentamiento global, también muestran profundas reducciones (IPCC 2018). Algunas de las emisiones distintas al CO_2 son relativamente fáciles de reducir, como las asociadas a las pérdidas en el sistema energético. Además, estas reducciones suelen tener altos co-beneficios, incluyendo la reducción del metano, la cual también provoca la contaminación por ozono, así como la de hollín que provoca el cambio climático y los impactos en la salud. Por el contrario, otras fuentes son relativamente difíciles de reducir. Por ejemplo, es difícil imaginar cómo podrían reducirse a cero las emisiones de metano procedentes del ganado vacuno. Por ello, en la mayoría de los escenarios de 2°C, las emisiones relacionadas con el uso de la tierra se reducen en torno al 50% en comparación con los niveles de emisión actuales. Para reducir aún más las emisiones sería necesario reducir el consumo de carne (véase la Sección 22.3.1).

Control de la contaminación atmosférica

Las futuras emisiones de contaminación atmosférica derivadas de las actividades humanas, en las que el sector energético desempeña un papel dominante, requieren la aplicación de medidas. Muchas de las estrategias que disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero, como el aumento de la eficiencia energética, el cambio de tipos de combustible y la modificación de los estilos de vida, también reducen las emisiones de otros contaminantes atmosféricos, lo que se traduce en beneficios colaterales para la salud (Markandya *et al.* 2018). Del mismo modo, las políticas de contaminación atmosférica tienen implicaciones climáticas, por ejemplo, al afectar las emisiones de forzadores climáticos a corto plazo, como el carbono negro.

Para explorar el límite respecto de qué disminuciones de las emisiones de contaminación atmosférica podrían ser posibles mediante la introducción de medidas de control de la contaminación atmosférica, Stohl *et al.* (2015) definieron un escenario de reducciones máximas tecnológicamente viables aplicando las tasas de emisión más bajas de la tecnología conocida, independientemente de los costos. Otros escenarios han tenido en cuenta los costos y las circunstancias locales, como los escenarios de "Nueva Política" y "Aire Limpio" de la Agencia Internacional de la Energía (IEA 2016). Mientras que el primer escenario tiene en cuenta las políticas y las medidas que se han adoptado o anunciado (a partir de 2015), el escenario de "aire limpio" incluye medidas adicionales que logran una reducción significativa de las emisiones contaminantes del aire. En comparación con el "nuevo escenario político", el escenario "Aire Limpio" incluye una inversión adicional de 2,3 billones de dólares invertidos en tecnologías avanzadas de control de la contaminación atmosférica y una cantidad similar (2,5 billones de dólares) para acelerar la transición a fuentes de energía más limpias y renovables. Estas medidas darían lugar a una reducción del 50% de las emisiones de SO_2 y NO_X y a una disminución de casi el 75% de las emisiones de partículas, a la vez que evitarían más de 3 millones de muertes prematuras al año, con 1,7 millones de muertes atribuibles a la reducción de la contaminación del aire ambiente y 1,6 millones de muertes atribuibles a la reducción de la contaminación del aire en los hogares (IEA 2016).

La importancia de la mitigación del clima para las emisiones de contaminación atmosférica también puede ilustrarse utilizando los resultados de la SSP (Rao *et al.* 2017): una política climática cada vez más estricta también reduce las emisiones de contaminantes atmosféricos. El grado de utilización del carbón para la producción de electricidad y la industria manufacturera influye mucho en las emisiones de CO_2 y determina en gran medida la trayectoria de las emisiones de SO_2. En cuanto a las emisiones del sector del transporte, el nivel de electrificación es importante, ya que esta, combinada con los vehículos autónomos y los servicios de movilidad compartida, podría dar lugar a una disminución drástica de las emisiones y de la exposición a los contaminantes asociados (Fulton, Mason y Meroux 2017). Las emisiones de carbono negro, asociadas a los motores diésel y a la combustión residencial de combustibles de biomasa tradicionales, están mucho menos correlacionadas con el uso de combustibles fósiles (y, por tanto, con la política climática), pero mucho más con el uso de la energía tradicional (y, por tanto, con la introducción del acceso a los servicios energéticos modernos); esto se refleja en los diferentes niveles de emisión de carbono negro para las líneas de referencia, pero también en una respuesta mucho menor a las políticas climáticas (Rao *et al.* 2017).

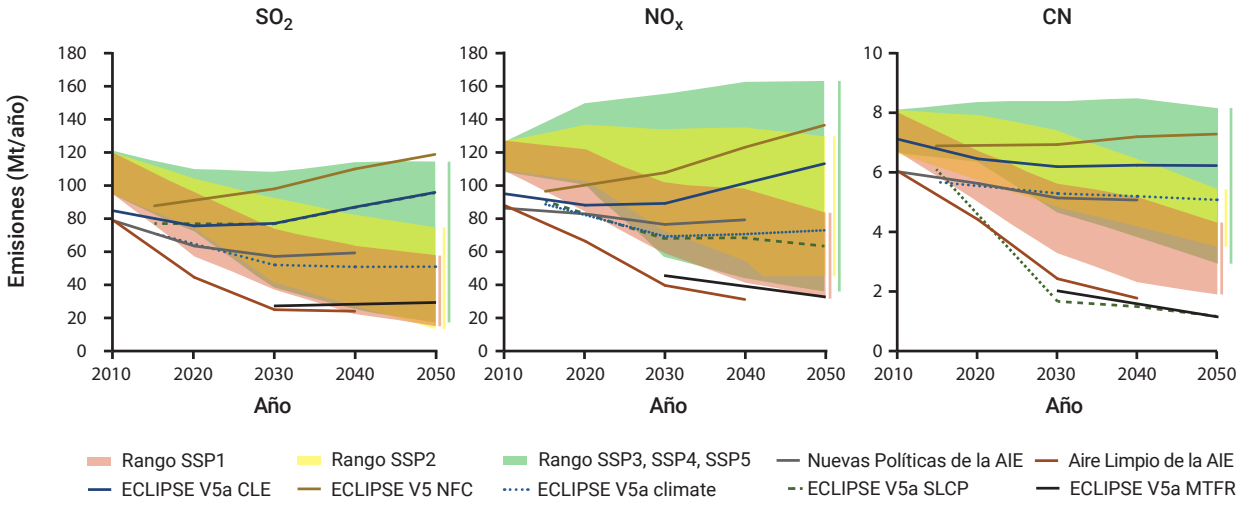
Los contaminantes climáticos de vida corta (SLCP, por su sigla en inglés) contribuyen al calentamiento atmosférico, e incluyen el carbono negro, el ozono troposférico, el metano y los hidrofluorocarbonos. Entre los SLCP, el carbono negro, el metano y el ozono troposférico contribuyen a la contaminación del aire. Por lo cual, la reducción de las emisiones de SLCP puede proporcionar beneficios climáticos a corto plazo (Shindell *et al.* 2017; Xu y Ramanathan 2017; Haines *et al.* 2018). En el caso del carbono negro, existen medidas para disminuir las emisiones de los motores diésel, el combustible de biomasa para cocinar, la iluminación con queroseno y el uso de carbón en los hogares y en la pequeña industria. Asimismo, existen oportunidades para disminuir las emisiones de metano asociadas a la extracción de carbón, petróleo y gas natural, la eliminación de residuos, la gestión cambiante de las emisiones procedentes del ganado y el estiércol y la producción de arrozales. El cumplimiento de la Enmienda de Kigali (United Nations 2016) disminuirá las emisiones de hidrofluorocarbono en un 61% de 2018 a 2050 en comparación con un escenario de referencia; sin embargo, las sustituciones podrían realizarse antes, llevando a que una disminución del 98% sea técnicamente posible (Höglund-Isaksson *et al.* 2017). Aunque los cálculos sobre el nivel exacto difieren según el estudio (United Nations Environment Programme [UNEP] 2017), la aplicación de estas medidas técnicas demostradas para hacer frente a los SLCP podrían disminuir el calentamiento global promedio (véase también el **Recuadro 22.3**).



Recuadro 22.3: La Coalición para el Clima y el Aire Limpio

La Coalición para el Clima y el Aire Limpio (CCAC; http://www.ccacoalition.org), lanzada en 2012, es una asociación voluntaria de gobiernos, organizaciones intergubernamentales, empresas, instituciones científicas y organizaciones de la sociedad civil comprometidas con la mejora de la calidad del aire y la mitigación del cambio climático mediante la reducción de los contaminantes climáticos de corta duración (SLCP). Los enfoques para reducir el carbono negro incluyen tecnologías limpias y eficientes para la cocina, la iluminación y la calefacción de los hogares; tecnología moderna para la producción de ladrillos; y, combustible limpio para vehículos y motores diésel pesados. El enfoque para reducir las emisiones de metano incluye la reducción de las fugas de los sistemas de distribución de gas, la mejora de la gestión del estiércol, el uso de prácticas alternativas de cultivo de arroz y estrategias para reducir las emisiones de fermentación entérica del ganado. En julio de 2017, unos 178 países habían incluido el metano, 100 habían incluido los hidrofluorocarbonos y 4 habían incluido el carbono negro en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN) o CDN previstas para cumplir los objetivos climáticos del Acuerdo de París. Se espera que varios países actualicen sus CDN para reforzar la inclusión de los SLCP. Es importante señalar que la reducción de las emisiones de los SLCP, como complemento a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, ofrece oportunidades para limitar el calentamiento climático a corto plazo, sin embargo, no es un sustituto de la reducción de los gases de efecto invernadero de larga duración para mitigar el cambio climático a largo plazo.

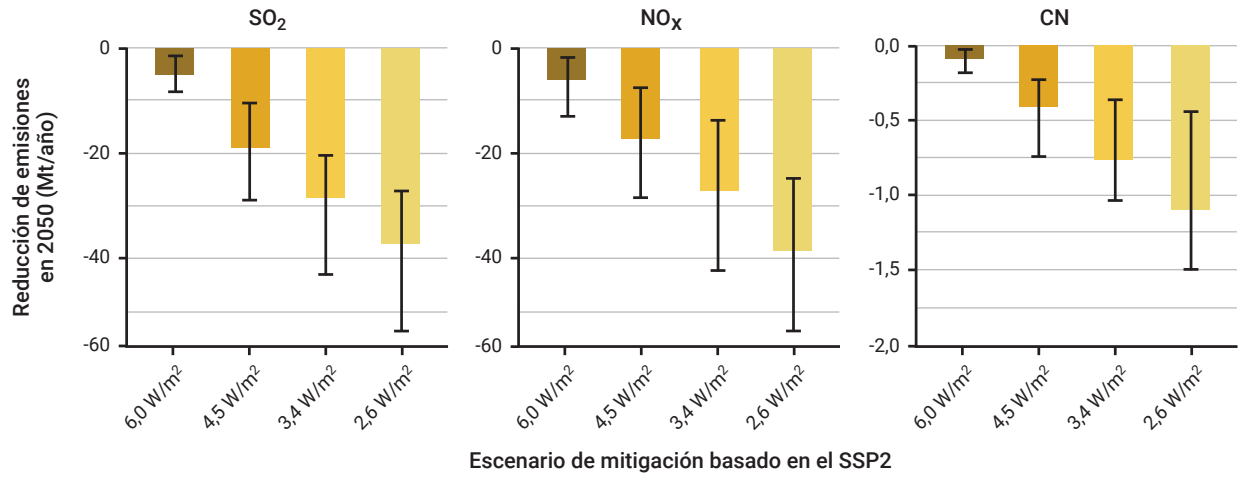
Figura 22.7a: Emisiones globales proyectadas de SO_2, NO_x y carbono negro bajo diferentes políticas climáticas y de contaminación atmosférica



Para las líneas de referencia del SSP, el sombreado representa los rangos sobre todos los Modelo de Evaluación Integrada (MEI) incluidos en Rao et al. (2017).

Fuente: SSP (Rao *et al.* 2017); ECLIPSE (Stohl *et al.* 2015; Klimont *et al.* 2017); AIE (IEA 2016).

Figura 22.7b: Diferencias en las emisiones de contaminación atmosférica entre varios escenarios de mitigación del clima y la línea de referencia del SSP2



Las barras de error representan el rango de todos los Modelo de Evaluación Integrada (MEI) incluidos en Rao *et al.* (2017).

Fuente: Rao *et al.* (2017).

Aunque las políticas climáticas conducen a reducciones significativas de la contaminación atmosférica en todos los escenarios del marcador SSP, estas reducciones no son suficientes para alcanzar la directriz de calidad del aire de la OMS de 10 µg/m^3 para las concentraciones medias anuales de $MP_{2,5}$ en 2050 (**Figura 22.8**). El escenario ECLIPSE de máxima reducción técnicamente factible (MTFR, por su sigla en inglés) sin mitigación climática, el cual cuenta con las emisiones de contaminantes atmosféricos más bajas de todos los escenarios (**Figura 22 .7**), tampoco es suficiente para alcanzar la directriz de la OMS. En todo el mundo, se prevé que alrededor del 60% de la población esté expuesta a niveles superiores a la norma en los escenarios de contaminación atmosférica más favorables (SSP1 o SSP5 con un objetivo de mitigación climática de 2,6 W/m^2, o el escenario ECLIPSE MTFR). Las peores exposiciones se prevén para las regiones de Asia y, Oriente Medio y África. Sin embargo, para 2050 se espera que menos del 5% esté por encima del objetivo provisional más benigno de 35 µg/m^3 de concentraciones medias anuales de $MP_{2,5}$ para los escenarios SSP2 y SSP5 si se incluye la mitigación climática. Estos resultados reflejan el beneficio para la calidad del aire de un fuerte control de la contaminación atmosférica y el beneficio derivado de la mitigación del clima, y para el escenario ECLIPSE MTFR, reflejan el máximo beneficio para la calidad del aire que se puede conseguir con las tecnologías actuales de control de la contaminación atmosférica.

Sinergias y compensaciones significativas entre las medidas y los objetivos

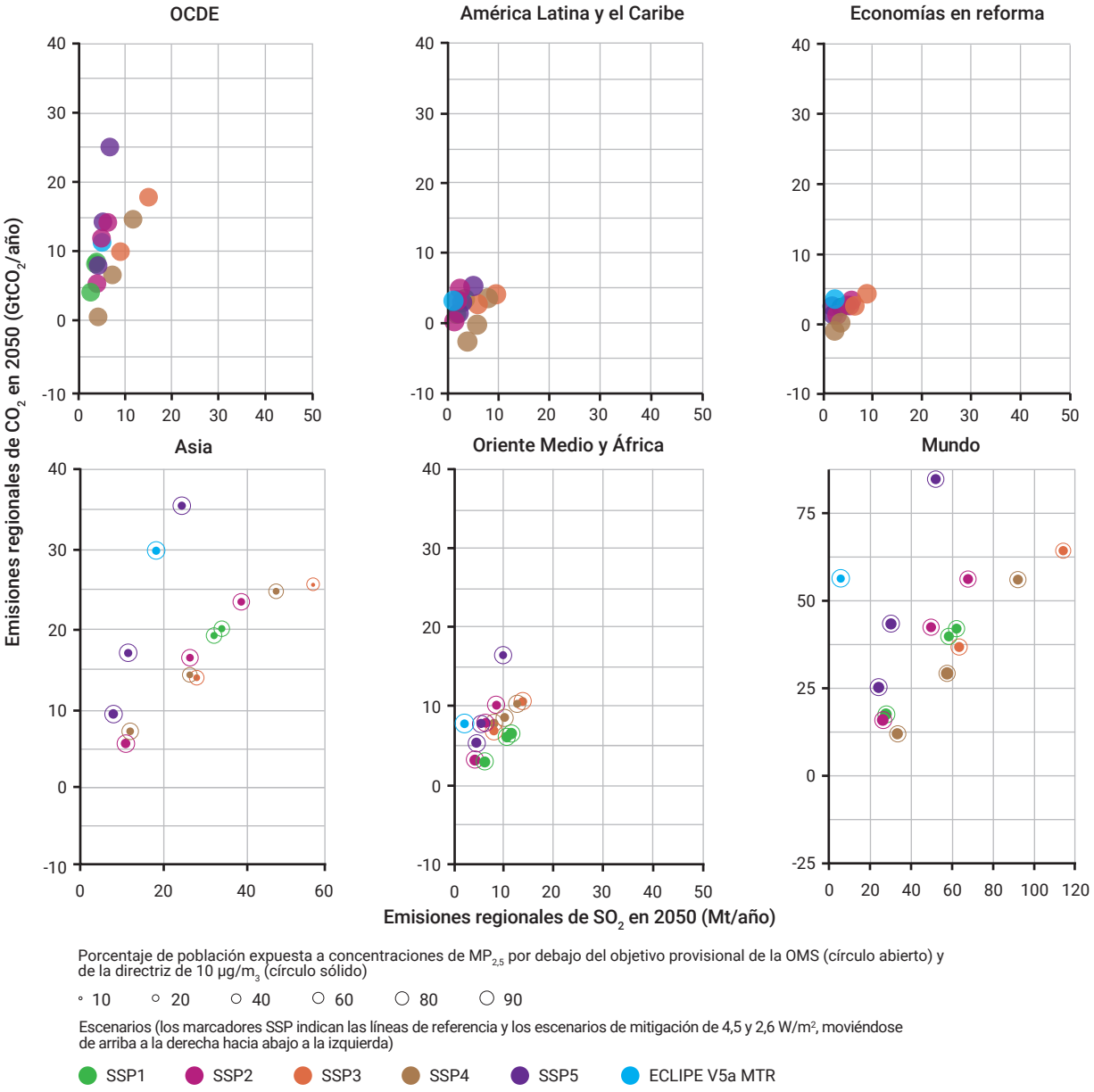
Las medidas introducidas para lograr el acceso universal a servicios energéticos modernos, combatir el cambio climático o mejorar la calidad del aire en las ciudades pueden tener importantes sinergias y compensaciones (por ejemplo, McCollum *et al.* 2018):

- La mayoría de las políticas climáticas conducen a un aumento de los costos del sistema energético, con un potencial aumento de los precios de la energía como resultado. El aumento de los precios de la energía, especialmente de los combustibles limpios para cocinar (por ejemplo, electricidad, gas licuado de petróleo, gas natural), hace más difícil lograr el acceso universal a la energía, o proporcionar energía asequible en general (Daioglou, van Ruijven y van Vuuren 2012; Cameron *et al.* 2016). Sin embargo, hay varias formas de compensar esto, como las subvenciones específicas o la redistribución de los impuestos sobre el carbono (Cameron *et al.* 2016).
- Las políticas destinadas a aumentar el acceso a la energía podrían conducir a un aumento del consumo energético y, por tanto, repercutir tanto en el cambio climático como en la contaminación atmosférica. Estos impactos, sin embargo, son relativamente pequeños (van Vuuren *et al.* 2012) y, en caso necesario, pueden mitigarse asegurando que el acceso a la energía se logre mediante sistemas de suministro de energía con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Se calcula que lograr el acceso universal a la electricidad solo tiene un efecto creciente muy pequeño en las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (Pachauri *et al.* 2013; van Vuuren *et al.* 2015; Dagnachew *et al.* 2018). Además, el acceso universal a combustibles limpios para cocinar podría reducir las emisiones totales de contaminantes atmosféricos y de gases de efecto invernadero, como resultado del abandono de la biomasa tradicional, el aumento de la eficiencia en el uso de la biomasa y la recolección sostenible de la misma (Pachauri *et al.* 2013; van Vuuren *et al.* 2015). También existen efectos sinérgicos y compensaciones entre la contaminación atmosférica y la política climática. Un ejemplo de una posible compensación es que la quema de biomasa como fuente de energía baja en carbono puede dar lugar a una mayor contaminación atmosférica si no se aplican prácticas adecuadas de gestión de la calidad del aire (Giuntoli *et al.* 2015). La otra compensación consiste en que los coches diésel emiten menos CO_2 que los de gasolina, pero emiten más MP (Mazzi y Dowlatabadi 2007; Tanaka *et al.* 2012; O'Driscoll *et al.* 2018). Asimismo, el uso de control de emisiones en la etapa final puede reducir las emisiones de MP en los vehículos de pasajeros, con el costo de reducir la eficiencia del combustible. En el caso de los vehículos de gasolina, sustituir la inyección de combustible de puerto por tecnología de motores de inyección directa generalmente aumenta la eficiencia del combustible, lo que reduce las emisiones de CO_2, pero aumenta las emisiones de MP y carbono negro (Zhu *et al.* 2016; Zimmerman *et al.* 2016; Saliba *et al.* 2017).
- Sin embargo, en la mayoría de los casos, la política climática reduce la contaminación atmosférica al tener un impacto en las emisiones de MP, SO_2 y NO_x. Cuando están bien diseñadas, las medidas de control de la contaminación atmosférica también pueden limitar el cambio climático. Esto implica que, especialmente para los países que actualmente experimentan altos niveles de contaminación atmosférica, el diseño de estrategias que aborden tanto la contaminación atmosférica como el cambio climático puede ser muy atractivo (véase también el **Recuadro 22.4**).

Recuadro 22.4: Posible sinergia entre la mitigación del clima y la reducción de la contaminación atmosférica en China

En respuesta a la gran preocupación pública por la contaminación atmosférica, en 2013, el Consejo de Estado en China anunció el lanzamiento del "Action Plan of Prevention and Control of Air Pollution". Dicho plan establece objetivos específicos en contra de la contaminación atmosférica, entre los cuales, que la concentración de partículas de diámetro inferior a 10 µm (MP_{10}) para 2017 debe disminuirse en al menos un 10% respecto a las concentraciones de 2012. Sin embargo, para algunas regiones se formularon objetivos más estrictos. El plan indica que una forma de aplicar estos objetivos es mediante la promoción de las energías limpias, incluidas las renovables, la energía nuclear y el gas natural, combinada con una transición del sistema energético, la conservación de la energía y el control del uso del carbón. Esto es totalmente coherente con el desarrollo de bajas emisiones de carbono en China. Desde entonces, los cambios económicos y estructurales, junto con las medidas de control de la contaminación atmosférica, dieron lugar a un pico de producción de carbón en 2013/2014, lo cual también ha llevado a una reducción de las emisiones de CO_2. De 2015 a 2017, se produjo una rápida expansión de la energía eólica, solar e hidráulica, así como de la energía nuclear. Si a futuro el aumento de la demanda energética es relativamente lento, cualquier expansión puede ser cubierta por el aumento de las energías renovables, la nuclear y el gas natural, de modo que la disminución de la capacidad de carbón puede continuar. En estas circunstancias, es posible un nuevo descenso de las emisiones de CO_2. Mientras tanto, en China, el desarrollo sostenible es una estrategia nacional básica a largo plazo. China ha empezado a mejorar sus políticas de eficiencia energética en su undécimo plan quinquenal y se espera que siga haciéndolo en los siguientes. El objetivo principal de estas políticas seguirá siendo la mejora de la eficiencia energética en el sector industrial, pero las nuevas políticas se dirigen también al consumo doméstico de energía. Sobre esta base, el objetivo es reducir la cuota de carbón en la combinación energética del 64% en 2015 al 58% en 2020. Según el anuncio de "Interim measures of the replacement of coal consumption in key regions" de la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma de China (NDRC *et al.* 2014), ocho provincias y municipios de zonas clave, como la región de Pekín-Tianjin-Hebei, la provincia de Shandong, el delta del río Yangtze y el delta del río Perla, deberán establecer objetivos de reducción del consumo de carbón. Estas políticas pretenden reducir los contaminantes atmosféricos. En conjunto significa que las actuales políticas chinas para mejorar la calidad del aire podrían suponer un gran beneficio para la salud pública, así como también conducir a una reducción de las emisiones de CO_2.

Figura 22.8: Porcentaje de la población expuesta a concentraciones de partículas de menos de 2,5 µm de diámetro ($MP_{2,5}$) según la directriz de la OMS y el objetivo provisional para 2050



Fuentes: Rao *et al.* (2017); La exposición de la población se basa en las concentraciones de $MP_{2,5}$ que han sido definidas mediante la aplicación del modelo fuente-receptor TM5-FASST (van Dingenen *et al.* 2018) a los escenarios de emisiones del marcador SSP y a los escenarios de mitigación climática de 4,5 W/m² y 2,6 W/m² *relacionados.*

- La geoingeniería (por ejemplo, la captura directa del aire) suele requerir un uso adicional de energía, lo que supone una posible compensación con la contaminación atmosférica o el acceso a la energía.

22.3.3 Agua dulce

Los objetivos seleccionados para el grupo de agua dulce pueden resumirse en reducir la escasez de agua y garantizar su calidad, proporcionando al mismo tiempo un acceso universal al agua potable y a un adecuado saneamiento (Capítulo 20). El mundo no está en vías de alcanzar estos objetivos (véase el Capítulo 21). Se prevé que más de 400 millones de personas seguirán sin tener acceso al menos a instalaciones básicas de agua en 2030 y unos 2.000 millones de personas siguen siquiera sin tener acceso a un saneamiento básico. Además, se prevé que la fracción de la población mundial que vive en zonas con estrés hídrico aumente hasta cerca del 50% a finales de siglo, sobre todo debido al crecimiento demográfico.

Entre este grupo y otros grupos, existen importantes vínculos, especialmente, el de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad y el de energía, aire y clima. A nivel mundial, la mayor demanda de agua proviene del sector agrícola (más del 70%); además, muchos contaminantes del agua dulce y de los océanos proceden de la agricultura, siendo esta la fuente principal de nitrógeno y fósforo en las cuencas hidrográficas mundiales (véase el Capítulo 21).

A pesar de contarse con varios estudios sobre escenarios relacionados con la escasez de agua, la mayoría de ellos se

centran en proyecciones futuras y no en escenarios basados en objetivos. Por el contrario, Wada, Gleeson y Esnault (2014) proponen seis estrategias, o "cuñas de estrés hídrico", que colectivamente conducen a una reducción de la población con escasez de agua para 2050. Bijl *et al.* (2018) analizan algunas estrategias que podrían conducir a la reducción de la escasez de agua, incluyendo el aumento de la eficiencia, otras estrategias de asignación y la reducción de la demanda de agua agrícola a través del cambio de la dieta y la reducción de los residuos de alimentos. Aquí, discutimos diferentes medidas vinculadas en gran medida a los objetivos individuales, abordando el aumento del acceso al agua, el saneamiento y la higiene (WASH, por su sigla en inglés), la disminución de su demanda, el aumento de su suministro y la reducción de su contaminación.

Invertir en el acceso al agua, el saneamiento y la higiene

El logro de los objetivos en materia de agua potable y saneamiento requerirá un aumento de la inversión en infraestructuras, especialmente, de saneamiento (United Nations Conference on Trade and Development 2014; Hutton y Varughese 2016). Debido al crecimiento de la población, para 2030, otros 3.400 millones de personas necesitarán acceso al saneamiento, es decir, 620.000 diarias, que corresponde a 2,5 veces el número de personas atendidas durante el período 2001-2015 (Mara y Evans 2018). Es probable que los niveles actuales de inversión cubran los costos de capital de la prestación de servicios básicos para el acceso al WASH para 2030, sin embargo, no son suficientes para la prestación de servicios gestionados de forma segura. Para lograr el acceso universal a los servicios WASH gestionados de forma segura, los niveles de inversión tendrán que triplicarse (Hutton y Varughese 2016). Lograr el acceso universal al agua potable y al saneamiento adecuado tiene que ver tanto con el cambio de comportamiento, como con el cambio de infraestructura. Para ello es necesario mejorar el mercado, la comunicación y el saneamiento dirigido por la comunidad (Water y Sanitation Program 2004; Kar y Chambers 2008; Devine y Kullmann 2011).

Aumentar la eficiencia en el uso del agua

La escasez de agua, incluyendo las aguas subterráneas, a menudo debe gestionarse a nivel de cuenca o acuífero (Scott *et al.* 2014). Estos pueden ser dentro de un país, pero a menudo hay múltiples países involucrados. En esos casos, se necesita un marco internacional para evaluar las estrategias destinadas a reducir el estrés hídrico y maximizar la mitigación (Wada, Gleeson y Esnault 2014). Wada, Gleeson y Esnault (2014) concluyen que se requieren cuatro medidas provenientes del lado de la demanda: aumentar la productividad del agua en la agricultura (más cultivos por cada gota); mejorar la eficiencia del riego (reducir las pérdidas de agua); un uso más eficiente del agua en los sectores doméstico e industrial, incluyendo la reducción de las fugas de agua y la optimización del reciclaje; y, limitar el ritmo de crecimiento de la población. Para mantener o incluso reducir la población mundial en situación de escasez de agua para el año 2050, y en adelante, la eficiencia en el uso del agua para estas medidas del lado de la demanda debe mejorar en más de un 20%-50% a nivel mundial (0,5%-1,2% de mejora al año). Además, las estrategias de gestión del agua son necesarias a nivel de las cuencas hidrográficas para hacer frente a las demandas contrapuestas de la producción agrícola, las actividades industriales, el uso doméstico del agua y los servicios ecológicos. La combinación precisa depende de cuestiones económicas, sociales, jurídicas y políticas, como los tratados internacionales o subnacionales sobre el agua, los derechos o las disputas (Wada, Gleeson y Esnault 2014). Diversos escenarios han demostrado que el aumento de la eficiencia hídrica en la agricultura, los hogares y la industria puede tener un impacto significativo en la reducción de la escasez de agua (por ejemplo, Bijl *et al.* 2017).

Aumentar el suministro de agua

El aumento del suministro de agua puede realizarse con medidas más convencionales, como la construcción de más depósitos de agua o represas, invirtiendo más en capacidad de desalinización en las regiones costeras (Wada, Gleeson y Esnault 2014) o mediante la reutilización de aguas residuales. Además, los recursos hídricos subterráneos podrían servir de amortiguador durante las sequías o la escasez grave de agua debido a su presencia ubicua en todo el mundo.

Cada vez son más los países que aplican estrategias de desalinización, por ejemplo, en Oriente Medio, el norte de África y los Estados Unidos de América (por ejemplo, California) (World Water Assessment Programme 2003; Hanasaki *et al.* 2016). La cantidad mundial de uso de agua desalinizada ha aumentado rápidamente desde la década de 1990 y actualmente se estima que supera los 10 km^3 anuales (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2018). Aunque esta cantidad es importante para las regiones costeras, actualmente, el total a nivel mundial representa mucho menos del 1% de las extracciones de agua en todo el mundo (4.000 km^3). Hanasaki *et al.* (2016) proyectan que bajo diferentes escenarios de SSP (1-3), el uso de la desalinización de agua de mar aumentará entre 1,4 y 2,1 veces en 2011-2040 en comparación con el presente, y entre 6,7 y 17,3 veces en 2041-2070, con unos costos asociados del orden de 2.000 a 200.000 millones de dólares. Las grandes diferencias en estas proyecciones se deben, principalmente, a las importantes variaciones socioeconómicas en los escenarios de SSP. Para ampliar la desalinización del agua de mar en las cuencas costeras con estrés hídrico, se prevé que sea necesario un aumento de 10 a 50 veces; sin embargo, esto implicaría importantes costos de capital y de energía, así como la generación de aguas residuales que tendrían que ser eliminadas de forma segura (Wada, Gleeson y Esnault 2014; Hanasaki *et al.* 2016).

La reutilización de las aguas residuales permite mejorar la calidad del agua procedente de los hogares y la industria para que cuente con la suficiente calidad que le permita ser usada para diferentes fines. La cantidad de reutilización o reciclaje de aguas residuales ha ido aumentando en todo el mundo, especialmente para la agricultura, ya que los pequeños agricultores de las zonas urbanas y suburbanas de los países en desarrollo dependen en gran medida de las aguas residuales o de las fuentes de agua contaminadas por aguas residuales para regar cultivos de alto valor para el mercado (Qadir *et al.* 2010). Sin embargo, se necesita agua de mayor calidad para el consumo y es fundamental establecer directrices de reutilización del agua (Bixio *et al.* 2006; Bixio *et al.* 2008). Se espera que las innovaciones tecnológicas en curso, como el uso de membranas, y los instrumentos económicos específicos aumenten aún más el uso de las aguas residuales como recurso en varias regiones con recursos limitados de aguas superficiales y subterráneas. Para reducir las limitaciones de agua en las zonas urbanas o en las megaciudades, se requiere una magnitud de similar escala para la reutilización de las aguas residuales combinada con la desalinización del agua de mar (Wada, Gleeson y Esnault 2014).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que estas dos medidas del lado de la oferta requieren una gran cantidad de inversión económica y la modernización de la infraestructura existente, lo que podría no ser factible para muchos países en desarrollo (Neverre, Dumas y Nassopoulos 2016). Alternativamente, las soluciones basadas en la naturaleza pueden tener un alto potencial para aumentar y/o regular el suministro de agua reduciendo la degradación de su calidad, al tiempo que limitan las inversiones económicas (Vörösmarty *et al.* 2010). Los servicios ecosistémicos múltiples o las infraestructuras sostenibles pueden mitigar la contaminación del agua y aumentar el suministro de esta para los seres humanos y los ecosistemas (Reddy *et al.* 2015; Liquete *et al.* 2016). Estos ejemplos ponen de manifiesto el importante papel que desempeñan el desarrollo y el despliegue de tecnologías y prácticas de conservación hídrica para alcanzar las metas de los ODS relacionadas con este recurso (Hejazi *et al.* 2014).

Reducción de la contaminación del agua

La experiencia de los países desarrollados ha demostrado que es posible reducir la contaminación del agua. Lamentablemente, hay muy poca literatura sobre escenarios que abordan los problemas

de contaminación del agua y las formas de alcanzar los futuros objetivos de sostenibilidad. Sin embargo, existe cierta literatura que analiza la reducción de la contaminación por nutrientes, por ejemplo, mediante el tratamiento de las aguas residuales. Una disminución mundial de los vertidos de nutrientes solo es posible cuando las plantas de tratamiento de aguas residuales se amplíen con un tratamiento al menos terciario en los países en desarrollo y con un tratamiento avanzado en los países desarrollados. Los sistemas de recogida selectiva de orina pueden reducir la contaminación por nutrientes a 15TgN/año y 1,2TgP/año (van Puijenbroek, Beusen y Bouwman 2019). Cuando todos los efluentes de los sistemas de alcantarillado reciban un tratamiento terciario, se prevé que el vertido mundial de nutrientes disminuirá a los niveles de 1990 (Ligtvoet *et al.* 2018). En el caso del fósforo, se podría lograr una mayor disminución cuando todos los detergentes para lavadoras y lavavajillas estén libres de fósforo. Esto es ahora obligatorio en la Unión Europea, Estados Unidos de América, Japón y algunos otros países.

El aumento del rendimiento de los cultivos y de la eficiencia en el uso de los fertilizantes tendrá un efecto directo en la carga de nutrientes de los arroyos y ríos. Sin embargo, si partimos de una situación de bajo rendimiento de los cultivos y de una aportación mínima de nutrientes, la carga de nutrientes en las cuencas hidrográficas podría aumentar en los escenarios con un cambio hacia los sistemas de producción de alimentos que prevalecen en los países industrializados. Dado que las cuencas hidrográficas retienen el nitrógeno y el fósforo, puede haber legados de la gestión pasada, lo que genera como consecuencia que las concentraciones de nitrógeno en muchos ríos responden solo lentamente a una mayor eficiencia para su uso en la producción de alimentos. Por ejemplo, debido a estos legados, la calidad del agua europea se ve amenazada por el rápido aumento de las relaciones nitrógeno-fósforo (por ejemplo, Romero *et al.* 2013). Los países en desarrollo pueden evitar estos problemas al gestionar tanto el nitrógeno como el fósforo, teniendo en cuenta el fósforo residual del suelo y evitando al mismo tiempo los legados asociados con la pasada y continua mala gestión de los países de altos ingresos.

Sinergias y compensaciones significativas entre las medidas y los objetivos

En este grupo se pueden identificar una serie de sinergias y compensaciones entre las medidas específicas y los distintos objetivos. Algunas de las más importantes son las siguientes:

- Un mayor acceso y uso de instalaciones mejoradas WASH y gestionadas de forma segura tiene beneficios directos para la salud y también puede mejorar la calidad de vida en general. Las mujeres de los países en desarrollo a menudo recorren largas distancias para acceder a las instalaciones de agua y saneamiento, incluso más que los hombres, debido a las tareas relacionadas con el hogar, las cuales a menudo recaen en las mujeres, así como también a la higiene menstrual (Pommells *et al.* 2018). Esto no solo deja a las mujeres más expuestas a los riesgos para la salud por un contacto más frecuente con instalaciones inseguras, sino que hay un creciente cuerpo de literatura sobre la prevalencia (y la falta de documentación) de asaltos y violaciones en estos viajes (Sorenson, Morssink y Campos 2011; Watt y Chamberlain 2011; Sahoo *et al.* 2015; Sommer *et al.* 2015; Freshwater Action Network South Asia y Water Supply and Sanitation Collaborative Council 2016; Pommells *et al.* 2018).
- El aumento de los niveles de acceso, al menos, al agua potable básica y a un saneamiento adecuado puede impulsar el aumento de la demanda de agua doméstica, contribuyendo aún más al estrés hídrico (Hanasaki et al.2015; 2013a; Hanasaki *et al.* 2013b; Wada *et al.* 2016).
- La escasez de agua afecta negativamente a la agricultura, a la biodiversidad y también al suministro de energía. De hecho, el estrés hídrico es uno de los cinco riesgos mundiales más preocupantes según el Foro Económico Mundial (Wada, Gleeson y Esnault 2014).
- La agricultura es la fuente principal de nutrientes en las cuencas hidrográficas mundiales, lo que conduce a la eutrofización y provoca síntomas de hipoxia en muchas zonas interiores y costeras. Existe una tendencia al aumento de la relación nitrógeno-fósforo y a la disminución de sílice; esta distorsión de las relaciones de nutrientes conduce a la proliferación de floraciones de algas nocivas, tanto en las cuencas hidrográficas mundiales, como en las partes costeras de los océanos.
- Las instalaciones de saneamiento mejoradas sin tratamiento de aguas residuales, o con un tratamiento primario, son los principales contaminantes de agua dulce, debido al vertido de nitrógeno y fósforo (van Puijenbroek *et al.* 2015)
- Aunque es la única opción para algunas comunidades con escasez de agua, la desalinización es muy intensiva desde el punto de vista energético, lo que puede contrarrestar las intervenciones para reducir la demanda de agua industrial (Pinto y Marques 2017).

22.3.4 Océanos

Los objetivos seleccionados para el grupo de océanos se relacionan con limitar su acidificación, reducir la contaminación por nutrientes y gestionar de forma sostenible los recursos oceánicos (véase el Capítulo 20). Para los tres objetivos, se prevé que las tendencias van en la dirección equivocada (véase el Capítulo 21), en tanto hay pruebas fehacientes de que la tendencia actual a la disminución de las poblaciones de peces y a la reducción de la riqueza de especies perjudica el funcionamiento ecológico de los océanos, incluida su función de suministro de alimentos (Worm *et al.* 2006). Los nutrientes procedentes de los fertilizantes utilizados para aumentar el rendimiento agrícola también han llegado a casi todas las masas de agua del mundo, donde estimulan la producción de plantas acuáticas. Como consecuencia, la hipoxia, un problema mundial cada vez mayor, se produce cuando la descomposición de la materia orgánica consume el oxígeno más rápidamente, antes que difundirlo, desde la superficie rica en oxígeno. Además, el problema mundial de las algas nocivas se encuentra ahora en una trayectoria de floraciones que es cada vez más frecuente, más desplegada, de una gravedad aún más creciente y con más toxinas (Glibert 2017).

Las vías de este grupo están vinculadas, en gran medida, a la evolución en otros grupos. Con respecto a la acidificación de los océanos, la literatura de escenarios está vinculada al cambio climático, es decir, a la reducción de las emisiones de CO_2 (Sección 22.3.2); la contaminación por nutrientes marinos con medidas de producción agrícola (Sección 22.3.1); y, la contaminación del agua dulce (sección 22.3.3). Aquí se analizan diferentes medidas vinculadas a los objetivos individuales, abordando las medidas de acidificación de los océanos y la gestión sostenible de los mismos. No se han encontrado estudios de escenarios que se ocupen de la reducción de la contaminación por nutrientes marinos para detener la hipoxia y las floraciones de algas nocivas relacionadas.

Medidas contra la acidificación de los océanos

La acidificación de los océanos es el resultado del aumento de la absorción de CO_2 en estos, lo que a su vez es consecuencia del aumento de la concentración atmosférica de CO_2. Billé *et al.* (2013) identificaron tres medios para prevenir esta condición:

i. reducir las concentraciones de CO_2, ya sea disminuyendo sus emisiones o eliminándolas de la atmósfera, por ejemplo, mediante la captura y el almacenamiento de carbono bajo el lecho marino (véase la Sección 22.3.2);
ii. limitar el calentamiento de los océanos; y,
iii. reducir la escorrentía de nutrientes hacia este.

Además, dichos autores identificaron los medios para revertir la acidificación una vez que se ha producido, incluidos los aditivos, por ejemplo, la alcalinización, así como la restauración ecológica.

Así, al reducir las emisiones de CO_2 se reduce, directamente, la acidificación de los océanos, mientras que otras medidas de política climática pueden tener un efecto indirecto al reducir la temperatura de la superficie del mar. Por ejemplo, Mora *et al.* (2013) observaron una menor reducción del pH del océano y de la productividad oceánica en la Trayectoria de Concentración Representativa (RCP) 4,5, que en la RCP 8,5. Del mismo modo, Bopp *et al.* (2013) descubrieron una disminución del pH oceánico de solo 0,07 y un aumento de la temperatura de la superficie del mar de solo 0,71°C en un escenario de política climática estricta, en comparación con una disminución del pH de 0,33 y un aumento de la temperatura del mar de 2,73°C en un escenario de altas emisiones. De hecho, las concentraciones de iones de carbonato no caen por debajo de los niveles de saturación en el escenario de política climática estricta para ningún océano (Bopp *et al.* 2013). Precisamente, las concentraciones por debajo del nivel de saturación pueden provocar la disolución de las conchas y los esqueletos de los organismos marinos.

Gestión sostenible de los océanos

Actualmente, las pesquerías de todo el mundo están gravemente degradadas como consecuencia de la sobrepesca. Varios escenarios han estudiado el impacto de una gestión pesquera fuerte, entre otras cosas, mediante la reducción de las capturas, para constatar que podría haber una disminución de la proporción de las poblaciones de peces explotadas hasta acercarse a una biomasa objetivo de recuperación. A largo plazo, esto significaría también un aumento del beneficio total de la pesca mundial, en relación con el escenario tendencial e incluso con el actual. Costello *et al.* (2016) analizaron datos que excluían la pesca a pequeña escala y artesanal, pero que representaban el 78% de las capturas mundiales y descubrieron que la aplicación de políticas de gestión para devolver las capturas al máximo rendimiento sostenible o incluso a los máximos beneficios a través de la gestión de la pesca basada en los derechos, se proyectó para producir mejoras en los beneficios de las capturas y en la biomasa de las poblaciones de peces en relación con el escenario de gestión habitual. Para 2050, alrededor del 98% de las poblaciones podrían ser biológicamente saludables bajo una gestión pesquera sólida (Costello *et al.* 2016).

Del mismo modo, en un escenario de bajas emisiones de gases de efecto invernadero, Lam *et al.* (2016) proyectaron una menor disminución del potencial de capturas (4% frente al 7% en el escenario tendencial), lo que sugiere que la política climática puede limitar los impactos del cambio climático en la pesca mundial. Asimismo, Cheung, Reygondeau y Frölicher (2016) calcularon los beneficios para las pesquerías mundiales producto del cumplimiento del objetivo de calentamiento de 1,5°C del Acuerdo de París: cada grado de calentamiento por encima de este objetivo dio lugar a una reducción prevista de 3 millones de toneladas (métricas) en las capturas potenciales.

Otra forma de promover una pesca más sostenible y proteger la biodiversidad es la introducción de áreas protegidas (Agardy 2000), ya que estas tienden a aumentar la biomasa de peces (Gill *et al.* 2017), sin embargo, existe un debate sobre su eficacia en materia de biodiversidad (Worm *et al.* 2006; Edgar *et al.* 2014). La eficacia de los regímenes de áreas protegidas depende en gran medida de su gestión y aplicación (Edgar *et al.* 2014; Gill *et al.* 2014; Gill *et al.* 2017). Además, si se introducen mejores estrategias de selección de este tipo de áreas, su impacto puede aumentar considerablemente (Davis *et al.* 2017). Sin embargo, al igual que en el caso de la protección de la biodiversidad terrestre, está claro que para prevenir la pérdida de biodiversidad no basta con aumentar las áreas protegidas (Mora y Sale 2011).

Sinergias y compensaciones significativas entre las medidas y los objetivos

Un numero de sinergias y compensaciones puede ser identificado entre las medidas específicas y los diversos objetivos de este grupo. Algunas de las más importantes son las siguientes:

- La recuperación de las poblaciones de peces actuales requerirá un periodo de reducción de las capturas, por lo que podría reducirse la contribución de los recursos pesqueros a la reducción del hambre. Sin embargo, como se ha demostrado, a largo plazo esto dará lugar a mayores rendimientos sostenibles.
- La reducción de la contaminación por nutrientes marinos podría hacer que los arrecifes de coral sean menos vulnerables a la acidificación de los océanos y reducir el cambio previsto de acreción neta a erosión neta (Silbiger *et al.* 2018).
- La reducción de la acidificación de los océanos mediante la limitación de las emisiones de CO_2 también es importante para conservar la biodiversidad marina y asegurar la disponibilidad de recursos pesqueros a fin de reducir el hambre en todo el mundo.

22.3.5 Desarrollo humano

La meta seleccionada para el grupo de desarrollo humano consiste en poner fin a las muertes evitables de niños menores de cinco años (véase el Capítulo 20), con el reconocimiento de que otros impactos ambientales sobre la salud y grupos de edad también son relevantes para la salud humana (véase también la Sección 20.3.1). Por ejemplo, la exposición a $MP_{2,5}$ ambientales fue el quinto factor de riesgo de mortalidad en 2015 (Cohen *et al.* 2017; Capítulo 5) y el más mortífero de todos los factores de riesgo ambientales. Más de la mitad de las muertes prematuras atribuidas a la contaminación del aire ambiente se producen entre los mayores de 50 años, mientras que la contaminación del aire en los hogares, es el segundo factor de riesgo ambiental más importante y que afecta, predominantemente, a los niños y a las mujeres (GBD 2016 Risk Factors Collaborators 2017; véase también la Sección 5.3.1). Las proyecciones futuras muestran una reducción de la tasa mundial de mortalidad infantil, pero no lo suficiente como para alcanzar la meta, mientras que se prevé que la contaminación atmosférica seguirá contribuyendo a millones de muertes prematuras anuales (Capítulo 21).

Existen fuertes vínculos entre el objetivo de la mortalidad infantil y varios otros objetivos analizados en este capítulo. Entre los importantes factores de riesgo para la salud que afectan a las tasas de mortalidad de menores de cinco años se encuentran la malnutrición (fuertemente relacionada con el hambre), la falta de acceso a agua potable, a un saneamiento e higiene adecuados (WASH), la contaminación del aire en interiores y (más indirectamente) también el cambio climático.

Hay muy pocos estudios que analizan la reducción de la mortalidad infantil en relación con una serie de factores de riesgo medio ambientales (por ejemplo, Hughes *et al.* 2011; Lucas *et al.* 2018). La mayoría de los estudios se centran en los riesgos individuales, entre los que destacan la malnutrición (es decir, la prevalencia de la desnutrición) y la contaminación del aire ambiente. Poner fin a la muerte evitable de niños menores de cinco años, especialmente en lo que respecta a los riesgos ambientales para la salud, depende en gran medida de la consecución de los objetivos específicos analizados para los otros grupos temáticos en este capítulo. Sin embargo, los estudios de trayectoria sugieren que un planeta sano no es suficiente para lograr personas sanas (Hughes *et al.* 2011; van Vuuren *et al.* 2015; Lucas *et al.* 2018; Moyer y Bohl 2018). El éxito de las diferentes vías para reducir la mortalidad infantil depende del grado en que también se aborden los factores de riesgo no ambientales, reduciendo tanto las desigualdades de riqueza como las sociales. A continuación, analizamos cuatro medidas generales: la reducción de la exposición a los factores de riesgo ambientales; el alivio de la pobreza; la educación de las mujeres y las niñas; y, la atención de la salud infantil y materna.

Reducir la exposición a los factores de riesgo ambientales

Los riesgos prevenibles para los niños menores de cinco años incluyen la malnutrición (por ejemplo, el bajo peso infantil),

la exposición a las emisiones de partículas finas que causan neumonía, y los micropatógenos y vectores que pueden transmitir enfermedades infecciosas como la diarrea y la malaria. El cambio climático puede afectar negativamente a varios de estos factores de riesgo, como la insuficiencia ponderal infantil (Hughes *et al.* 2011) y la malaria (Craig, Snow y le Sueur 1999). Las medidas para reducir la exposición a los factores de riesgo relacionados se analizan ampliamente en las Secciones 22.3.1 a 22.3.3. Aquí repetiremos algunas de estas medidas y discutiremos los impactos generales sobre la mortalidad infantil.

Para acabar con la malnutrición (meta 2.1 de los ODS), las intervenciones incluyen el aumento de la disponibilidad de alimentos mediante, por ejemplo, la mejora del rendimiento, los cambios en la dieta y la reducción de los residuos, así como la mejora del acceso a los alimentos y la gestión de la nutrición para los pobres (Sección 22.3.1). La reducción del consumo en los países de renta alta no aumenta, necesariamente, la disponibilidad y el acceso para las comunidades pobres y, por lo tanto, tiene un bajo impacto en la reducción de la malnutrición y la mortalidad infantil relacionada (Moyer y Bohl 2018). Por lo tanto, se requiere una combinación de medidas de disponibilidad y acceso. Para reducir la contaminación atmosférica (meta 11.6 de los ODS), las intervenciones incluyen la introducción de controles eficaces de la misma, vehículos más limpios, un mejor transporte público y el fomento de los modos de transporte activos a través de pasarelas y bici carriles de fácil acceso y, por último, la reducción de la contaminación atmosférica en los hogares debido al provisionamiento de un mejor acceso a combustibles y cocinas más limpias (meta 7.1 de los ODS) (Sección 22.3.2). En el caso de los niños menores de cinco años, la mejora de la contaminación del aire en interiores mediante el abandono de la biomasa tradicional en fuegos abiertos o estufas tradicionales puede suponer importantes beneficios para la salud. Por último, las actuaciones para reducir la exposición a los patógenos microbianos incluyen el aumento de los niveles de acceso y conocimiento del agua potable, saneamiento gestionado de forma segura e higiene (metas 6.1 y 6.2 de los ODS) (Landrigan *et al.* 2018, p. 40) (Sección 22.3.3).

A través de las intervenciones en los tres factores de riesgo, los riesgos ambientales de la mortalidad de menores de cinco años disminuirán, lo que conducirá a una reducción de la mortalidad por malnutrición, diarrea, neumonía y otras enfermedades infecciosas comunes (por ejemplo, la malaria). Sin embargo, incluso si se alcanzaran todas las metas medio ambientales de los ODS para 2030, la meta de mortalidad de menores de cinco años no se alcanzaría (Hughes *et al.* 2011; van Vuuren *et al.* 2015; Lucas *et al.* 2018; Moyer y Bohl 2018). Lucas *et al.* (2018) muestran que el logro de las metas de los ODS relacionadas con la salud en materia de nutrición infantil, acceso a agua potable y saneamiento mejorados, así como acceso a servicios energéticos modernos puede evitar, a nivel mundial, alrededor de 440.000 muertes de niños en 2030, reduciendo la mortalidad mundial de menores de cinco años proyectada para ese mismo año en, aproximadamente, un 8%. Hughes *et al.* (2011) concluyen que, entre 2005 y 2060, podrían evitarse alrededor de 131,6 millones de muertes infantiles acumuladas (el 23% del total de muertes relacionadas con enfermedades transmisibles) al reducirse gradualmente la insuficiencia ponderal en la infancia, el agua insalubre, el saneamiento y la deficiencia de higiene, la contaminación del aire en interiores y el cambio climático mundial.

Aliviar la pobreza

Existe un considerable solapamiento entre la mala salud y la pobreza (Aber *et al.* 1997; Yoshikawa, Aber y Beardslee 2012). De hecho, aunque la pobreza suele considerarse en términos de ingresos, también puede definirse en términos de privación relativa de una serie de capacidades, como la buena salud, y también de niveles superiores de educación (Hulme y Shepherd 2003; Alkire 2007). La pobreza definida por los bajos ingresos repercute, negativamente, en la salud y la educación, generando una mayor privación de estos (Hulme y Shepherd 2003). Por el contrario, la erradicación de la pobreza extrema (meta 1.1 de los ODS) y, por tanto, la mejora de la situación de los ingresos de los hogares pobres, puede mejorar la salud, especialmente, de los niños menores de cinco años.

Educación de las mujeres y las niñas

Una educación de calidad, inclusiva y equitativa (ODS 4), especialmente de las mujeres, está altamente correlacionada con la reducción de la mortalidad infantil. Además, los niveles más altos de educación se asocian con una mejora de la salud, en general, menores tasas de fertilidad, mayor crecimiento económico, menores niveles de pobreza y más democracia (Dickson, Hughes e Irfan 2010; Lutz y Samir 2013; Dickson, Irfan y Hughes 2016). Más de la mitad del descenso de la mortalidad infantil entre 1970 y 2009 puede atribuirse al aumento de la educación de las mujeres en edad reproductiva (Gakidou *et al.* 2010). Lucas *et al.* (2018) demuestran que mediante una estrategia integral que incluya la educación femenina universal, el agua potable por tuberías, una completa eliminación del uso de la biomasa para cocinar y un control avanzado de la malaria, se pueden evitar 777.000 muertes infantiles en 2030, reduciendo la tasa de mortalidad infantil mundial proyectada para 2030 en alrededor del 13%. Las mayores ganancias en materia de salud se prevén para el África Subsahariana.

Atención sanitaria infantil y materna

La reducción de la mortalidad infantil es inseparable de la reducción de la mortalidad materna: una vida sana comienza con una madre sana y un parto sano. Por lo tanto, la reducción de la mortalidad infantil también requiere abordar otras metas de los ODS, incluida la propia reducción de la mortalidad materna (meta 3.1 de los ODS), el aumento al acceso a la planificación familiar y la reducción de la tasa de natalidad en las adolescentes (meta 3.7 de los ODS), el logro de la cobertura sanitaria universal (meta 3.8 de los ODS) y el registro de todos los nacimientos ante una autoridad civil (meta 16.9 de los ODS) (United Nations Children's Fund [UNICEF] 2015; WHO y UNICEF 2017). El aumento del uso de anticonceptivos en los países en desarrollo ha reducido la tasa de mortalidad materna en un 26% durante la última década, al reducir los embarazos no deseados, y podría reducirla en otro 30% si se satisface esa necesidad (Cleland *et al.* 2012). Además, el acceso a la anticoncepción moderna reduce directamente la mortalidad infantil, pues al aumentar el intervalo entre embarazos se reducen las probabilidades del nacimiento de bebes prematuros y bajo peso al nacer. Téngase en cuenta que los bebés con hermanos menores de dos años tienen más probabilidades de morir (Cleland *et al.* 2012).

Sinergias y compensaciones entre las medidas y la evolución socioeconómica

Aparte de las evidentes mejoras en la calidad de vida de las personas en todo el mundo, la mejora de los resultados sanitarios también puede tener importantes repercusiones en la demografía (Lee 2003; Hughes *et al.* 2011) y el desarrollo económico (van Zon y Muysken 2003; Bloom, Canning y Sevilla 2004; Ashraf, Lester y Weil 2008; Suri *et al.* 2011).

- A pesar de contar con un desfase de unos 10 años, la reducción de la mortalidad infantil suele ir seguida de una reducción de las tasas de fertilidad (Angeles 2010; Bohl, Hughes y Johnson 2016). Esto tiene implicaciones transformadoras (por ejemplo, una mayor población en edad de trabajar seguida de una población que envejece) para la estructura demográfica de regiones como el África Subsahariana y el sur de Asia, las cuales actualmente tienen tasas relativamente altas tanto de mortalidad de menores de cinco años, como de fertilidad (Bohl, Hughes y Johnson 2016). Cuando la tasa de crecimiento de la población en edad de trabajar supera a la de la población joven, la creciente fuerza de trabajo también crea oportunidades económicas, lo que se denomina "dividendo demográfico" (Bloom *et al.* 2009; Lee y Mason 2011, y véase el Capítulo 2). Durante este tiempo,

las cargas fiscales asociadas a la prestación de servicios de la población joven (y anciana) se minimizan, mientras que la productividad económica agregada tiende a aumentar (Lee y Mason 2011).

- Sin embargo, el aumento de la población de edad avanzada puede crear nuevas limitaciones presupuestarias y presiones más intensas sobre los servicios sanitarios y sociales (Tabata 2005; Lee y Mason 2011; Bohl, Hughes y Johnson 2016; Burrows, Bohl y Moyer 2017).
- Las reducciones de la mortalidad suelen dar lugar a reducciones de la misma en poblaciones en edad de trabajar (Hughes *et al.* 2011), aumentando aún más la productividad económica agregada y atrayendo la inversión extranjera a una economía a través de la reducción de la incertidumbre del mercado laboral (Jamison *et al.* 2006; Hughes *et al.* 2011). La mejora de los resultados en materia de salud también puede conducir a una mayor asistencia a la escuela, a la mejora de las habilidades cognitivas y a mejores resultados educativos para los estudiantes (Baldacci *et al.* 2004; Soares 2006; Ashraf, Lester y Weil 2008), lo cual repercute en una mejora del capital humano, dando lugar a una mayor productividad y a economías más saludables una vez que estos niños pasan a formar parte de las cohortes en edad laboral (Hughes *et al.* 2011).
- La disminución de la mortalidad infantil, especialmente cuando se combina con la educación de las mujeres y el acceso a métodos anticonceptivos modernos, conducirá probablemente a una reducción de las tasas de fertilidad a largo plazo, frenando el crecimiento de la población, uno de los principales motores de la degradación medio ambiental (Angeles 2010; Gakidou *et al.* 2010).

22.4 Un enfoque integrado

En las secciones anteriores, hemos analizado cómo alcanzar un conjunto de metas de los ODS relacionadas con el medio ambiente (véase el Capítulo 20 para la selección de metas) y hemos demostrado que para muchas metas es posible la identificación de vías que podrían llevar a cumplir los objetivos para 2030 o 2050, o al menos dar lugar a una mejora representativa. A continuación, se exponen algunos resultados generales del análisis y un análisis más profundo de las sinergias y compensaciones clave entre los distintos grupos.

22.4.1 Cambio transformador

El análisis demostró que, en todos los ámbitos, las mejoras marginales no serán suficientes; se necesitan grandes cambios transformadores para alcanzar los diferentes objetivos, incluyendo mejoras significativas en la eficiencia de los recursos con respecto a los rendimientos, y en la eficiencia del uso del agua, la energía y el nitrógeno **(véase la Tabla 22.1**). Por ejemplo, alcanzar los objetivos relacionados con el acceso a la energía, el cambio climático y la contaminación atmosférica, implicaría desvincular las emisiones de CO_2 del crecimiento económico a un ritmo de entre el 4% y el 6% anual, durante las próximas tres décadas. En comparación, históricamente, la misma proporción solo se redujo entre un 1% y un 2% anual, haciéndose necesario triplicar la tasa histórica. Además, sin medidas del lado de la demanda, se necesitaría un aumento medio de la productividad de alrededor del 1,4% anual en la agricultura para acabar con el hambre en el mundo, limitando al mismo tiempo la pérdida de biodiversidad. Aunque en este caso las mejoras de eficiencia requeridas son comparables a las tasas de mejora históricas, está claro que esto será más difícil de conseguir en el futuro, dado que, en la mayoría de los casos, ya se han implementado mejoras de más fácil aplicación y la producción agrícola también tendrá que ser más sostenible, incluyendo una reducción del uso de agua y nutrientes.

Anteriormente, hemos indicado que existen cambios tecnológicos, cambios en el estilo de vida y enfoques a múltiples escalas. Las medidas analizadas en este capítulo forman parte de esos enfoques. Sin embargo, dada la escala de la transición requerida, parece mucho más probable que estas estrategias tengan que combinarse para lograr el nivel de transformación necesario. También se puede concluir que los enfoques utilizados mediante los cuales es posible desplegar el posible potencial que presenta cualquiera de los mismos, hasta ahora, no han tenido mucho éxito. Los MEA existentes no han supuesto ninguna ruptura con el pasado (Parte A y Capítulo 21). Por lo tanto, es importante asegurarse de que existe un interés suficiente entre los actores para aplicar un conjunto diferente de estrategias. Este interés está relacionado, entre otras influencias, con las diferentes compensaciones y sinergias de las distintas medidas.

22.4.2 Sinergias y compensaciones

En las Secciones 22.3.1-22.3.5 se han analizado las interrelaciones entre las medidas y los objetivos de los cinco grupos. Sin embargo, también hay muchas sinergias y compensaciones entre estos. Los ODS y las metas asociadas forman una complicada red de interrelaciones que no se explicitan en su formulación (International Council for Science y International Social Science Council 2015; Le Blanc 2015). Comprender las interrelaciones, más allá de los

Tabla 22.1: Tendencias en la eficiencia del uso de los recursos: línea de referencia (Capítulo 21) frente a las vías para alcanzar las metas (capítulo actual)

Objetivo	Indicador	Línea de referencia (Capítulo 21)	Vías más sostenibles [a] (Capítulo 22)
Aumentar la productividad agrícola (Sección 22.3.1)	Mejora del rendimiento en el tiempo (total)	1%/año (2010-2050)	1,4%/año (2010-2050)
Aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes (Sección 22.3.1)	Aportes totales de N al rendimiento de cultivo N	0,55 en 2050	0,67 en 2050
Aumentar la eficiencia del uso del agua (Sección 22.3.3)	Cambio en la eficiencia del uso del agua a lo largo del tiempo	0,3% - 1% (2010-2050)	0,5% - 1,2% (2010-2050)
Aumentar la cuota de energía renovable (Sección 22.3.2)	Cuota de energía renovable en el consumo total de energía final	20% - 30% en 2050	30% - 60%[b] en 2050
Aumentar la eficiencia energética (Sección 22.3.2)	Reducción de la intensidad energética a lo largo del tiempo (medida en términos de energía primaria y PIB)	1% - 2,5% (2010-2050)	2,2% - 3,5% (2010-2050)

N: nitrógeno.
[a]Solo para algunos temas, las vías encontradas en la literatura y discutidas en este capítulo fueron capaces de cumplir el objetivo seleccionado tal y como se presenta en el Capítulo 20 (ver Secciones 22.3.1 a 22.3.5).
[b]La energía renovable incluye toda la gama de renovables y las reducciones de emisiones distintas del CO_2 en los escenarios de mitigación derivados de los escenarios del SSP (véase la Sección 3.2.2).

grupos en los que nos centramos aquí, es crucial para la aplicación sinérgica y la coherencia política (Nilsson, Griggs y Visbeck 2016; TWI2050 2018). La contabilización de las interrelaciones puede ayudar a mejorar la eficacia de la aplicación y, en cierta medida, también a reducir la carga total y el costo de alcanzar los objetivos individualmente (Elder, Bengtsson y Akenji 2016). Además, puede ayudar a identificar grupos conexos de objetivos que deben perseguirse conjuntamente (Weitz *et al.* 2018).

El análisis de la naturaleza integrada de los ODS ha sido un área de investigación desde su acuerdo en 2015. Sin embargo, hasta ahora, solo unos pocos estudios de carácter general han analizado las interrelaciones entre todos los ODS (por ejemplo, Prahdan *et al.* 2017; Zhou y Moinuddin 2017). Las dificultades de estos estudios son, por lo general, que no analizan medidas específicas, no tienen en cuenta la evolución futura y solo pueden concluir correlaciones entre objetivos, no causalidad. Los estudios que sí tienen en cuenta estos elementos en sus análisis suelen centrarse en un subconjunto de ODS (International Council for Science 2017; van Vuuren *et al.* 2015) o en temas específicos, como, el energético (McCollum *et al*. 2018; Nerini *et al.* 2018), la mitigación del clima (von Stechow *et al.* 2016), la contaminación del aire (Elder y Zusman 2016), el uso de la tierra y la seguridad alimentaria (Obersteiner *et al.* 2016; Conijn *et al.* 2018), los océanos (Singh *et al.2017)* y los servicios ecosistémicos (Wood *et al.* 2018).

Estos estudios se basan en la bibliografía existente (como también ocurre en este capítulo) o en una modelización específica.

En general, estos estudios identifican más sinergias que compensaciones, dentro y entre los ODS, y sus metas. Sin embargo, muchas interrelaciones son muy específicas del contexto (Nilsson, Griggs y Visbeck 2016; Weitz *et al.* 2018), así como también, existen múltiples vínculos entre dos metas, con interrelaciones potencialmente diferentes y a veces conflictivas. Además, los resultados dependen del contexto de gobernanza y geográfico, así como del horizonte temporal adoptado (Nilsson *et al.* 2018), por nombrar algunos. Proporcionar un análisis completo de todas las interrelaciones a través de las medidas y los objetivos discutidos en este capítulo requiere, por lo tanto, un análisis específico, basado en el lugar, lo cual está más allá del alcance del GEO-6. En esta sección, por lo tanto, profundizamos en algunas de las interrelaciones entre las medidas y los objetivos que se presentan entre los diferentes grupos para los cuales la literatura de escenarios concluye interrelaciones significativas.

La **Tabla 22.2** ofrece una amplia visión de las medidas con fuertes efectos sinérgicos y de las medidas con fuertes compensaciones entre los objetivos, basándose en las evaluaciones de los escenarios de la Sección 22.3.1 a 22.3.5 y en un análisis rápido presentado en el **Recuadro 22.5**. De este conjunto, se seleccionan las medidas más importantes en relación con las sinergias y las compensaciones con miras de permitir un debate más profundo.

Tabla 22.2: Medidas con importantes sinergias o compensaciones entre los objetivos seleccionados

	Sinergias	**Compensaciones**
Discutido aquí	Educación (femenina) Reducción de la demanda agrícola a través de la reducción de pérdidas y residuos, cambio en las dietas y gestión de la nutrición Reducción de la contaminación atmosférica	Mitigación basada en la tierra, incluyendo el despliegue de bioenergía a gran escala Intensificación agrícola Política medio ambiental (potencialmente conflictiva con la erradicación de la pobreza)
Otros ejemplos	Mejora de la eficiencia de los recursos energéticos, terrestres e hídricos (aunque exista el riesgo del efecto rebote) Avanzar hacia el uso de energías renovables no basadas en la biomasa (p. ej. energía eólica y solar) Restauración de los ecosistemas Gestión integrada de los recursos hídricos	Competencia por recursos escasos Desarrollo económico (que puede dar lugar a una mayor demanda de recursos) Desalinización

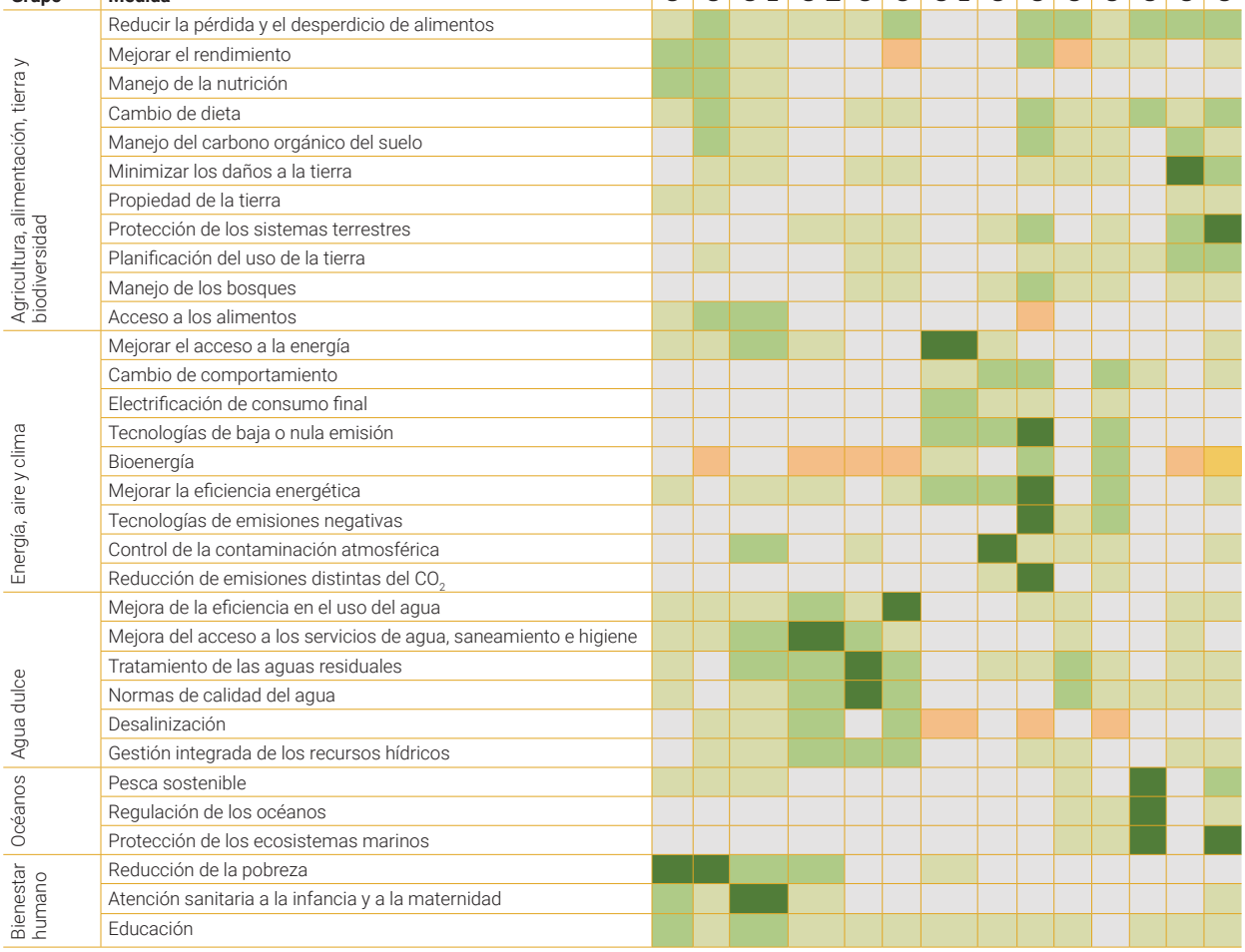
Recuadro 22.5: Resumen de las interrelaciones entre las medidas y objetivos seleccionados

Para obtener una visión general de las numerosas interrelaciones entre las medidas y objetivos seleccionados que se analizan en este capítulo, los autores del mismo han realizado una evaluación de expertos, la cual fue comparada con la bibliografía y los aportes de los autores de la Parte A del GEO-6. Se pidió a los expertos que calificaran las interrelaciones utilizando la escala de siete puntos de Nilsson, Griggs y Visbeck (2016). Las interrelaciones se valoraron desde la puntuación más positiva (la medida es indivisible para alcanzar el objetivo), hasta la puntuación más negativa (la medida puede anular la consecución del objetivo). El resultado (puntuación media sobre las diferentes valoraciones de los expertos) se presenta en la **Figura 22.9.**

Del análisis surgen algunos patrones claros: la mayoría de las interrelaciones se identificaron entre las diferentes medidas y los objetivos que abordan el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Además, en consonancia con las conclusiones de anteriores estudios de interrelación, hay más sinergias que compensaciones. Las mayores sinergias se dan entre las medidas y los objetivos del mismo grupo (véase el debate sobre sinergias y compensaciones para cada uno de los grupos en la Sección 22.3). Por último, se identifican claras compensaciones entre las medidas para la mejora del rendimiento, el uso de bioenergía y la desalinización, así como una amplia gama de objetivos. Sin embargo, al no presentarse el puntaje negativo más alto, los expertos sugieren que estas compensaciones podrían abordarse con medidas de mitigación adicionales.

El análisis también concluye que el alcance de las interrelaciones no siempre es sencillo. Para muchas interrelaciones, los expertos mostraron cierto nivel de desacuerdo. Esto se debe, en parte, a las diferentes hipótesis sobre el contexto general en el que se adoptan las medidas, pero también a que varias medidas pueden tener tanto sinergias como compensaciones que requieren algún tipo de evaluación sobre su fuerza. A partir de un ejercicio similar en la literatura, centrado en los ODS sobre salud, energía y océanos, se concluyó que las interacciones dependen de factores clave como el contexto geográfico, la dotación de recursos, el horizonte temporal y la gobernanza (Nilsson *et al.* 2018). La **Figura 22.9** solo presenta un escaneo rápido de las interrelaciones clave implicadas. Para sacar conclusiones en materia de políticas, se requiere un análisis más dedicado que incluye revisiones sistemáticas, la codificación de la literatura existente con respecto a las interacciones específicas y la modelización de la evaluación integrada, con esta última analizando las interrelaciones dentro y a través de una gama más amplia de subsistemas frente a lo que se hace en la actualidad (véase también Nilsson *et al.* 2018).

Figura 22.9: Análisis rápido de las sinergias y compensaciones entre las medidas y objetivos seleccionados



Puntuación Nilsson

- Inextricable vínculo con la consecución del objetivo
- Ayuda a la consecución del objetivo
- Creación de condiciones que favorecen la consecución del objetivo
- No hay interacciones significativas
- Limita las opciones sobre el objetivo
- Choca con el objetivo
- Imposibilita la consecución del objetivo

Fuente: Las puntuaciones se basan en la consulta a expertos, utilizando la escala de siete puntos de Nilsson, Griggs y Visbeck (2016).

Medidas seleccionadas con sinergias significativas en los objetivos seleccionados

Educación

La educación es un derecho humano básico (Universal Declaration of Human Rights, Article 26), un ODS en sí mismo (ODS 4) y, al igual que la salud, una medida del desarrollo humano (United Nations Development Programme [UNDP] 2016). La mejora de la educación tiene considerables efectos sinérgicos con los objetivos relacionados con el bienestar y el medio ambiente (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO] 2017). La educación, especialmente la de las mujeres, tiene una conexión especialmente fuerte con los resultados en materia de salud. Puede afectar significativamente la salud infantil, a través de la reducción de la desnutrición (Smith y Haddad 2000; Marmot, Allen y Goldblatt 2010) y la mejora de la higiene. Más de la mitad del descenso de la mortalidad infantil entre 1970 y 2009 puede atribuirse al aumento de la educación de las mujeres en edad reproductiva (Gakidou *et al.* 2010). Además, niveles más altos de educación se asocian con menores tasas de fertilidad, mayor crecimiento económico, menores niveles de pobreza y más democracia (Dickson, Hughes e Irfan 2010; Lutz y Samir 2013; Dickson, Irfan y Hughes 2016). El vínculo entre la mejora de las métricas educativas, el crecimiento económico y la reducción de la pobreza están bien establecidos (Hulme y Shepherd 2003; Verner 2004; Awan *et al.* 2011; Cremin y Nakabugo 2012; UNDP 2016). Mejorar la educación también contribuye a afrontar el cambio climático y a hacer frente a la mayor ocurrencia y gravedad de los desastres naturales (Cordero, Todd y Abellera 2008; Kagawa y Selby 2012; Chang 2015). La educación sobre el cambio climático contribuye a la creación de capacidades de los responsables de la toma de decisiones, pero también capacita a las personas para poner en práctica sus propias estrategias de adaptación, entre otras cosas, equipándolas para que comprendan la complejidad y perciban los riesgos (Mochizuki y Bryan 2015). La mejora del acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene, así como la buena gestión de los ecosistemas de agua dulce también pueden beneficiarse de la educación (Çoban *et al.* 2011; Michelsen y Rieckmann 2015; Karthe *et al.* 2016).

Cambio en la alimentación

El cambio alimentario, especialmente hacia la reducción del consumo de rumiantes, es sinérgico con la consecución de múltiples objetivos medio ambientales. Además, puede ayudar a acabar con el hambre y mejorar la salud humana, con un efecto mínimo sobre la degradación de la tierra y la biodiversidad. En particular, el cambio dietético puede reducir la expansión de las tierras de cultivo (Stehfest *et al.* 2009; Tilman y Clark 2014) y al mismo tiempo aumentar el suministro de alimentos (Foley *et al.* 2011); este también puede dar lugar a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la reducción de la contaminación, la reducción del uso del agua y la mejora de la salud. El cambio en la dieta da lugar a una reducción de las emisiones de metano por la disminución del consumo de ganado, de N_2O y amoníaco por la reducción de la aplicación de fertilizantes, y de CO_2 por la reducción de la conversión de las tierras de cultivo (Stehfest *et al.* 2009; van Vuuren *et al.* 2017a). La disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero asociada al cambio de la dieta puede ser significativa, haciéndose posible su reducción en hasta un 70%-80% (Aleksandrowicz *et al.* 2016). La reducción de las emisiones de metano también tiene implicaciones positivas para la calidad del aire, ya que es un precursor de la contaminación por ozono. La reducción del uso de fertilizantes nitrogenados asociada a los cambios en la dieta tiene el beneficio complementario de mejorar la calidad del aire y la salud al reducir las emisiones de amoníaco y la posterior formación de partículas finas (Zhao *et al.* 2017; Giannadaki *et al.* 2018). Las reducciones en el uso de fertilizantes nitrogenados asociados a cambios en la dieta también tienen implicaciones positivas para la calidad del agua. La reducción en el uso del agua puede llegar a ser del 50% (Aleksandrowicz *et al. et al.* 2016; Jalava *et al.* 2016; Bijl *et al.* 2017; van Vuuren *et al.* 2017a).

Por último, los cambios en la dieta hacia un menor consumo de productos ganaderos producen beneficios en lo que respecta a la mortalidad por todas las causas (Milner *et al.* 2015; Aleksandrowicz *et al.* 2016; Springmann *et al.* 2018). Cabe señalar que algunos investigadores no encuentran un aumento significativo de la disponibilidad y el acceso a los alimentos para las comunidades pobres, como resultado de la reducción del consumo de carne en los países de altos ingresos (Moyer y Bohl 2018). Para que sean eficaces, las medidas encaminadas al cambio de dietas deben tener en cuenta el contexto regional y de desarrollo (World Economic Forum 2017).

Control de la contaminación del aire

La reducción de la contaminación atmosférica tiene claros impactos positivos en la salud humana. Sin embargo, también existen sinergias con la producción agrícola, la biodiversidad y el cambio climático. El ozono es un fuerte oxidante que puede entrar en las plantas a través de las hojas y dañar la vegetación al afectar la fotosíntesis y otras funciones fisiológicas. Varios estudios han revisado los vínculos entre las concentraciones de ozono, la productividad forestal y los rendimientos agrícolas (por ejemplo, Ainsworth *et al.* 2012; Talhelm *et al.* 2012; Calvin *et al.* 2014). Se calcula que, en promedio, entre 2010 y 2012, el ozono ha reducido el rendimiento del trigo en un 9,9% en el hemisferio norte y en un 6,2% en el hemisferio sur (Mills *et al.* 2018). Shindell *et al.* (2012) cuantificaron cómo las medidas para reducir el carbono negro y el metano conducen a una reducción del ozono y, por tanto, a una mejora del rendimiento, la producción y el valor agrícola. Dichos autores encontraron un aumento en la producción de, aproximadamente, 27 millones de toneladas y 24 millones de toneladas producto de las medidas para reducir el metano y el carbono negro, respectivamente. Avnery, Mauzerall y Fiore (2013) señalan que el control de las emisiones de metano podría aumentar la producción de trigo, maíz y soya en Norteamérica en 2030 en hasta 3,7 millones de toneladas. Capps *et al.* (2016) mostraron que la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) como beneficio derivado de la limitación de las emisiones de CO_2 de las centrales eléctricas de carbón en los Estados Unidos de América podría reducir la pérdida potencial de productividad debido a la exposición al ozono, hasta en un 16% y un 13% para los cultivos individuales y las especies de árboles, respectivamente. La reducción de las emisiones de SO_2 y NO_x conduce a la reducción de la deposición ácida y de nitrógeno, con los consiguientes efectos para los ecosistemas, como la eutrofización (Greaver *et al.* 2012).

Medidas elegidas con compensaciones significativas entre los objetivos seleccionados

Mitigación basada en la tierra

Casi todos los escenarios climáticos coherentes con el Acuerdo de París se basan en un uso significativo de la mitigación basada en el uso de la tierra (véase también el **Recuadro 22.2**). Esto incluye el uso de bioenergía, evitar la deforestación y la forestación/reforestación. Un caso especial es el papel de las emisiones negativas (bioenergía más captura y almacenamiento de carbono y forestación), que parece un requisito para los objetivos climáticos más estrictos, ciertamente los que permiten mayores emisiones a corto plazo (Fuss *et al.* 2014; van Vuuren *et al.* 2017a). El uso de opciones de mitigación basadas en la tierra puede tener importantes implicaciones para otros objetivos de sostenibilidad, en particular, la seguridad alimentaria y la protección de la biodiversidad terrestre (Wicke 2011; Reilly *et al.* 2012; Calvin *et al.* 2014; Popp *et al.* 2014; Smith *et al.* 2016; Heck *et al.* 2018). Por ejemplo, las vías con un alto uso de bioenergía pueden tener un impacto negativo en la degradación de la tierra y la biodiversidad, ya que estas normalmente conducen a un aumento de los precios de los alimentos, a la reducción de la cubierta forestal y a la reducción de las tierras naturales. Mientras que las vías con una forestación significativa podrían conducir potencialmente a una sinergia con una reducción en la pérdida de biodiversidad, aún podrían conducir a una mayor competencia por la tierra y, por lo

tanto, a precios, potencialmente, más altos en los alimentos. La bioenergía también podría conducir a una mayor demanda de agua y a un mayor uso de fertilizantes, aumentando este último el riesgo de eutrofización debido a una mayor escorrentía de nitrógeno y fósforo (por ejemplo, Gerben-Leenes, Hoekstra y van der Meer 2009; Hejazi *et al.* 2015; Mouratiadou *et al.* 2016).

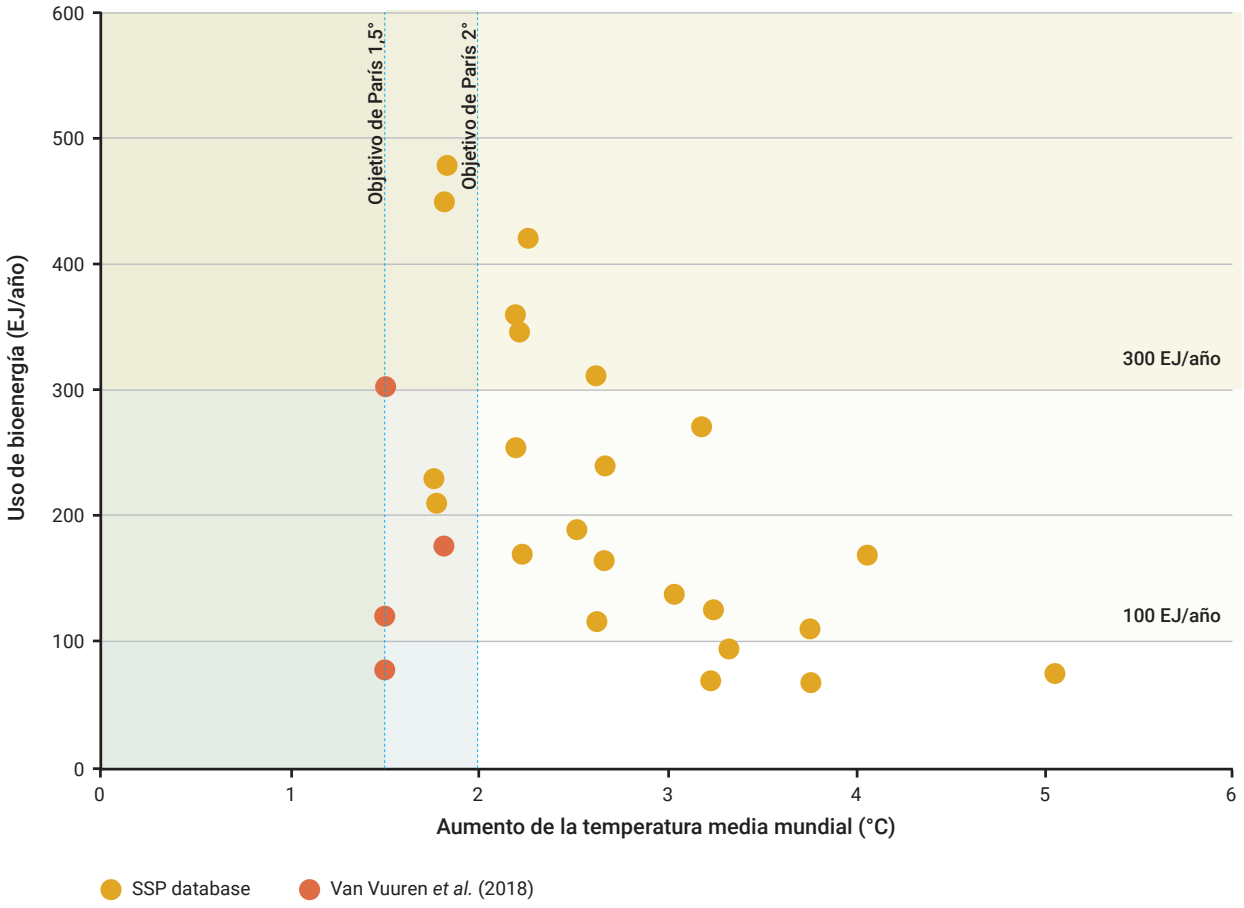
Aunque la bioenergía es una, entre varias opciones importantes para los futuros sistemas energéticos, el aumento del comercio y el consumo mundial de esta ha ido acompañado de una creciente preocupación por los impactos ambientales, ecológicos y por los impactos sociales de la producción moderna de la misma (Wicke 2011). Por ejemplo, se ha informado ampliamente sobre las compensaciones entre la bioenergía y la seguridad alimentaria, y entre el impacto de la biomasa en la reducción de la pobreza y el medio ambiente (Wicke 2011; Smith *et al.* 2016). Yamagata *et al.* (2018) han documentado las compensaciones entre el agua, los alimentos y los ecosistemas para escenarios globales de emisiones negativas de CO_2. Ellos señalan tres conflictos relevantes:

- la vasta conversión de tierras de cultivo alimentario en cultivos biológicos de secano produce una pérdida considerable de producción de alimentos;
- cuando se aplica el riego a la producción de biocombustibles, la productividad de los cultivos bioenergéticos aumenta, lo que reduce a la mitad la superficie necesaria para la producción de biocombustibles, pero el consumo de agua se duplica, aumentando así su escasez y el agotamiento de las aguas subterráneas; y,
- si se permite la conversión de las tierras forestales para el cultivo de bioenergía, se podrían utilizar grandes áreas de bosque tropical para la producción de cultivos bioenergéticos, lo que puede causar una grave disminución extensiva de las reservas de carbono y de los servicios ecosistémicos relacionados, llevando a un aumento de las emisiones de CO_2 por el cambio de uso de la tierra.

Así, necesario prestar más atención a los beneficios conjuntos de la conservación de la biodiversidad y las actividades de mitigación del cambio climático para optimizar diversos beneficios de sostenibilidad.

La **Figura 22.10** ilustra que, en la mayoría de los escenarios, el uso de la bioenergía aumenta para los objetivos climáticos más estrictos. De hecho, en la base de datos del escenario SSP todos los escenarios coherentes con los objetivos del Acuerdo de París conducen a una demanda de bioenergía de más de 200 exajulios/año en 2050. Anteriormente, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) realizó una evaluación del suministro de bioenergía en 2050 bajo diferentes restricciones

Figura 22.10: Aumento de la temperatura media global en 2100 frente al uso de bioenergía en varios escenarios de referencia de la SSP y escenarios derivados de mitigación



Los diferentes colores de fondo indican los Objetivos Climáticos de París (líneas verticales, a partir de 1,5° y 2°C) y el rango para el suministro sostenible de biodiversidad indicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (el IPCC indicó que lo más probable era disponer de 100 exajulios/año; podría haber 300 exajulios/año).

Fuente: Riahi *et al.*, 2017; Vuuren *et al.* (2018).

de sostenibilidad, llegando a la conclusión de que al menos 100 exajulios/año estarían disponibles bajo estas restricciones. También concluyó que, posiblemente, 300 exajulios/año estarían disponibles (pero con un nivel de incertidumbre mucho mayor). Asimismo, se encontró que un potencial de bioenergía de unos 100 exajulios/año tenía un alto consenso de ser sostenible, mientras que los valores por encima de ese umbral tenían niveles más bajos de acuerdo en cuanto a la sostenibilidad del suministro de bioenergía (Creutzig *et al.* 2015). Esto significa que ningún escenario de la base de datos sería realmente coherente con una interpretación estricta, tanto del objetivo de París, como de las limitaciones de sostenibilidad de la bioenergía. Van Vuuren *et al.* (2018) exploraron diferentes vías alternativas para alcanzar objetivos climáticos ambiciosos que posiblemente podrían reducir la necesidad de emisiones negativas (y, por tanto, de bioenergía). Estos escenarios, por ejemplo, suponían un cambio alimentario hacia dietas bajas en carne, lo cual era coherente con las recomendaciones de salud, la ambiciosa implementación de la reducción de emisiones sin CO_2 o, alternativamente, la producción de carne cultivada. Estas hipótesis podrían conducir a una demanda mucho menor de tecnologías de emisiones negativas y, por tanto, de bioenergía en combinación con la captura y el almacenamiento de carbono. Recientemente, un estudio de comparación de modelos analizó escenarios de políticas climáticas estrictas con un suministro limitado de bioenergía (Bauer *et al.* 2018). En dicho estudio, algunos modelos sí encontraron vías de baja bioenergía mediante una cuidadosa optimización de su uso, por ejemplo, la aplicación de la bioenergía en combinación con la captura y el almacenamiento de carbono solo para la producción de combustibles para el transporte.

Intensificación agrícola

La mejora del rendimiento agrícola se considera un requisito previo para producir suficientes alimentos y bioenergía para satisfacer la demanda futura y, al mismo tiempo, minimizar o eliminar por completo la necesidad de ampliar las tierras agrícolas. El uso de fertilizantes puede suponer un aumento del rendimiento, pero también puede tener graves consecuencias para la calidad del agua dulce, de los océanos y de los ecosistemas relacionados, así como para el cambio climático (Bouwman *et al.* 2017). Los impactos sobre la biodiversidad dependen en gran medida de cómo se consiga un mayor rendimiento.

La mejora de los rendimientos puede aumentar la disponibilidad general de alimentos, especialmente cuando estas se logran en los actuales países de bajo rendimiento y en las zonas con alta prevalencia de desnutrición. Al mismo tiempo, esto puede tener un impacto negativo en la nutrición si los cultivos de alto rendimiento contienen menos micronutrientes que las necesidades dietéticas promedio (DeFries *et al.* 2015; Rao *et al.* 2018). Además, cuando se aumentan los rendimientos sin abordar, específicamente, los aspectos distributivos, el aumento de la producción no llega necesariamente a las comunidades más necesitadas. Al mismo tiempo, la obesidad en los países de ingresos altos y medios podría aumentar como resultado de la disminución general de los precios de los alimentos (van Vuuren *et al.* 2015). Por último, cuando el aumento del rendimiento va acompañado de un incremento de magnitud, los pequeños agricultores pueden verse obligados a trasladarse a las ciudades, lo que no necesariamente mejora su situación de ingresos.

La mejora de los rendimientos agrícolas reduce la demanda de tierras para el cultivo, lo que disminuye la presión sobre las tierras naturales existentes, reduciendo así potencialmente la deforestación y la pérdida de biodiversidad. Por otro lado, el aumento de los rendimientos suele exigir mayores niveles de fertilizantes, pesticidas y agua para el riego, lo que repercute negativamente en la calidad del agua y en su escasez. El uso de fertilizantes nitrogenados también provoca un aumento de las emisiones de N_2O, lo que supone un compromiso con la mitigación del cambio climático. En el pasado, la mecanización y los monocultivos asociados al aumento del rendimiento provocaron la erosión, la compactación del suelo y la pérdida de carbono orgánico en este, aumentando la probabilidad de degradación de la tierra. Esto puedo verse agravado por la lixiviación y la salinización de la tierra a causa del riego a largo plazo. Todos estos factores afectan negativamente a la biodiversidad.

Alivio de la pobreza y protección del medio ambiente

Se espera que el aumento de los ingresos, la disminución del hambre y la mejora a accesos hídricos y energéticos impulsen la demanda de alimentos, agua y energía, con lo cual aumentan también las presiones medio ambientales. En la realidad, sin embargo, existen tanto sinergias como compensaciones y, aunque algunas son importantes de tener en cuenta, otras son relativamente pequeñas. El análisis de escenarios muestra que la erradicación del hambre y el acceso universal a los servicios energéticos modernos (más allá de los aumentos de producción derivados del crecimiento demográfico y económico) no afectarían necesariamente de forma negativa la biodiversidad mundial o el cambio climático (p. ej. Riahi *et al.* 2012; van Vuuren *et al.* 2015; Dagnachew *et al.* 2018). Aunque la mayoría de los estudios que abordan el acceso a los servicios energéticos modernos muestran que una disminución del uso de la biomasa suele ir acompañada de un aumento del uso de productos basados en combustibles fósiles (por ejemplo, gas licuado de petróleo, gas natural, electricidad), el aumento de las emisiones globales de CO_2 suele ser pequeño (Dagnachew *et al.* 2018). Además, el aumento de las emisiones de CO_2 se compensa en parte con la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y del carbono negro. Del mismo modo, se estima que la demanda adicional de alimentos, resultante de la erradicación del hambre, es relativamente pequeña, especialmente si se compara con los niveles de producción actuales y el aumento necesario para seguir el ritmo de una población mundial cada vez más rica (van Vuuren *et al.* 2015). Si la erradicación del hambre se viera facilitada por una redistribución de los niveles de consumo actuales, el aumento necesario de la producción sería aún menor (van Vuuren *et al.* 2015). Obviamente, sin embargo, un mayor desarrollo más allá de los niveles mínimos podría estar asociado a una mayor presión medio ambiental. Por lo tanto, es importante añadir consideraciones de sostenibilidad en las políticas que tienen como objetivo niveles más altos de desarrollo económico para evitar esa compensación.

Varios estudios han hecho hincapié en otra posible disyuntiva entre la consecución de objetivos medio ambientales y la garantía de acceso a los recursos y servicios básicos. Esto se debe a que, en muchos casos, las políticas para alcanzar los objetivos medio ambientales pueden suponer un aumento de los costos. Mientras que estos aumentos de costos pueden ser relativamente poco importantes para las poblaciones con altos niveles de ingresos, sí podrían tener un fuerte impacto en los pobres. Se ha demostrado que, si se aplica sin medidas compensatorias adicionales, la política climática podría provocar impactos negativos en el acceso a la electricidad (Dagnachew *et al.* 2017), el acceso a combustibles limpios para cocinar (Cameron et al 2016) y en la seguridad alimentaria (Hasegawa *et al.* 2018).

22.5 Conclusiones y recomendaciones

El análisis de la literatura de escenarios ha permitido analizar una amplia gama de medidas relevantes que permitan lograr las metas ambientales seleccionadas de los ODS y los MEA relacionados, con un enfoque específico en las sinergias y las compensaciones. En general, la bibliografía sobre escenarios ofrece una amplia gama de opciones para avanzar hacia la consecución de estos objetivos, pero este conocimiento se ve obstaculizado por la falta de vías concretas.

22.5.1 Brechas de conocimiento

El debate de este capítulo muestra que el análisis de escenarios basado en modelos puede ser una herramienta eficaz para apoyar la integración de los conocimientos en el esfuerzo necesario para alcanzar las metas medio ambientales de los ODS y los MEA relacionados y para poner de relieve los vínculos entre el tiempo, las escalas y los problemas.

Sin embargo, a partir de la evaluación de la literatura, se puede concluir que dicho tipo de literatura es todavía irregular respecto al análisis de las posibles vías para alcanzar los ODS, es decir, no existen estudios de escenarios totalmente integrados. Es más, aunque hay bibliografía muy avanzada en algunas áreas, en otras es casi inexistente. En consecuencia, sigue siendo difícil estimar la magnitud exacta de los diferentes puntos fuertes y débiles de las medidas específicas. En relación con el grupo de energía, aire y clima existe una amplia literatura que analiza las vías para alcanzar los objetivos seleccionados, así como también, aunque en menor medida, para el grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad. En este último caso, estos estudios abordan, principalmente, el hambre y la biodiversidad, con relativamente pocos estudios de escenario que pretenden alcanzar objetivos específicos y, prácticamente, ningún estudio de escenarios que aborde cómo lograr la neutralidad de la degradación de la tierra. La acidificación de los océanos está bien discutida en la literatura, sobre todo la vinculada a los escenarios que abordan los objetivos climáticos.

En cuanto a los grupos de agua dulce, océanos y bienestar humano (salud), los escenarios que buscan objetivos son mucho menos comunes en la literatura. En el caso del grupo de agua dulce, los escenarios se centran en cuestiones sobre la escasez de agua, mientras que la literatura sobre WASH y la calidad hídrica es escasa. En cuanto a la salud (por ejemplo, la mortalidad infantil), se han encontrado muy pocos escenarios de búsqueda de objetivos en la literatura. Por último, como ya se concluyó en el Capítulo 21, los estudios de escenarios cuantitativos sobre productos químicos, residuos y aguas residuales son casi inexistentes.

Aunque en la literatura se discuten muchas sinergias y compensaciones, además de los estudios temáticos (en su mayoría basados en la literatura de escenarios existente), sigue faltando una visión de conjunto de todas las interrelaciones relevantes entre las medidas y los objetivos discutidos en este capítulo. Esto se debe, en parte, a que todavía hay salvedades en la literatura sobre escenarios y a que estas interrelaciones son muy específicas del contexto, lo que dificulta la obtención de calificaciones inequívocas. Los estudios sectoriales que examinan las interrelaciones suelen hacer hincapié en el papel clave de ese sector para alcanzar los objetivos generales, lo que ofrece muy pocas opciones de priorización. Como resultado, existen grandes brechas en la comprensión actual de los vínculos con otros sectores o temas.

Hay que tener en cuenta que a menudo también existen interrelaciones indirectas y que, en muchos casos, las interrelaciones pueden dar lugar tanto a sinergias como a compensaciones. Por ejemplo, la aplicación de fertilizantes podría conducir a un mayor rendimiento, requiriendo menos tierra y, por tanto, reduciendo la pérdida de biodiversidad y potencialmente la expansión de la misma, mientras que también aumentaría la escorrentía de nitrógeno y fósforo, lo que conduciría a la contaminación de nutrientes en aguas dulces y marinas, causando hipoxia y floraciones de algas nocivas, con la consiguiente pérdida de biodiversidad. Estas complejas interrelaciones y la ausencia de estudios de interrelación amplios implican que se necesitan más análisis específicos, que incluyan revisiones sistemáticas de la literatura existente y modelos de evaluación integrados, prestando especial atención a las interrelaciones inexploradas en la actualidad.

22.5.2 Recomendaciones políticas

A partir del análisis de escenarios, se puede concluir que existen vías para alcanzar una amplia gama de objetivos medio ambientales de los ODS y los MEA relacionados, pero requieren una clara ruptura con las tendencias actuales (cambio transformacional). Las mejoras marginales no serán suficientes. Se necesitan grandes cambios transformadores para alcanzar las diferentes metas. Se requieren mejoras significativas en la eficiencia de los recursos con respecto a la tierra, el agua y la energía, incluyendo un aumento de casi el 50% en los rendimientos agrícolas, en comparación con las tendencias actuales, así como una duplicación de la mejora de la eficiencia energética.

La consecución de los objetivos requerirá una amplia cartera de medidas, incluyendo una combinación de mejoras tecnológicas, cambios en el estilo de vida y soluciones localizadas. Los numerosos y variados desafíos exigen medidas específicas que mejoren el acceso, por ejemplo, a los alimentos, el agua y la energía, y que al mismo tiempo reduzcan la presión sobre los recursos medio ambientales y los ecosistemas. Una contribución clave puede provenir de una redistribución del acceso a los recursos. Desde la perspectiva de la producción, los cambios incluirían elementos como procesos de producción más limpios y la disociación del consumo de recursos del desarrollo económico. También habría que considerar los cambios en la eficiencia de la demanda y en el comportamiento de los consumidores. Estos últimos pueden incluir cambios en la dieta hacia un menor consumo de rumiantes, pero también cambios en el transporte hacia modos de transporte menos intensivos en energía.

La comprensión de las interrelaciones entre las medidas y los objetivos es crucial para la aplicación sinérgica y la coherencia política. En los casos en los que las medidas se dirigen generalmente a la consecución de objetivos específicos, o de un grupo de objetivos, el análisis mostró algunas sinergias claras entre las medidas y los objetivos en otras áreas. Algunos ejemplos son la educación, el cambio de dieta y el control de la contaminación atmosférica, teniendo los tres un impacto positivo tanto en un Planeta Saludable como en Personas Saludables. Este capítulo también pone de relieve posibles compensaciones que son de importancia, como el impacto de la política climática en los costos de la energía y, en consecuencia, en el acceso a la misma. En muchos casos, también es posible abordar estas compensaciones introduciendo medidas de mitigación, en el ejemplo anterior, las políticas específicas de apoyo al acceso a la energía para los pobres podrían evitar determinadas compensaciones.

El potencial económico y técnico está disponible para avanzar hacia la aplicación de los objetivos del Capítulo 20. Sin embargo, una consideración completa también debe tener en cuenta la viabilidad social. La viabilidad de los procesos de transformación sólo puede discutirse a la luz de las tendencias actuales y los procesos de innovación en curso de los ciudadanos y las empresas de todo el mundo. El Capítulo 23 se ocupará de ello. Por último, en el Capítulo 24, discutiremos cómo las medidas políticas podrían inducir las transformaciones aquí presentadas. En muchos casos, la viabilidad social puede mejorarse asegurando una consideración adecuada de las posibles sinergias y compensaciones.

Referencias

Aber, J.L., Bennett, N.G., Conley, D.C. y Li, J. (1997). The effects of poverty on child health and development. *Annual Review of Public Health* 18(1), 463-483. https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.18.1.463.

Agardy, T. (2000). Effects of fisheries on marine ecosystems: A conservationist's perspective. *ICES Journal of Marine Science* 57(3), 761-765. https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0721.

Ainsworth, E.A., Yendrek, C.R., Sitch, S., Collins, W.J. y Emberson, L.D. (2012). The effects of tropospheric ozone on net primary productivity and implications for climate change. *Annual Review of Plant Biology* 63, 637-661. https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103829.

Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E.J.M., Smith, P. y Haines, A. (2016). The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: A systematic review. *PLoS ONE* 11(11), e0165797. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797.

Alexandratos, N. and Bruinsma, J. (2012). *World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision.* ESA Working Paper. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf.

Alkire, S. (2007). The missing dimensions of poverty data: Introduction to the special issue. *Oxford Development Studies* 35(4), 347-359. https://doi.org/10.1080/13600810701701863.

Angeles, L. (2010). Demographic transitions: Analyzing the effects of mortality on fertility. *Journal of Population Economics* 23(1), 99-120. https://doi.org/10.1007/s00148-009-0255-6.

Arvesen, A., Luderer, G., Pehl, M., Bodirsky, B.L. y Hertwich, E.G. (2018). Deriving life cycle assessment coefficients for application in integrated assessment modelling. *Environmental Modelling and Software* 99, 111-125. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.09.010.

Ashraf, Q.H., Lester, A. y Weil, D.N. (2008). *When Does Improving Health Raise GDP?* National Bureau of Economic Research Working Papers. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. http://www.nber.org/papers/w14449.pdf.

Avnery, S., Mauzerall, D.L. y Fiore, A.M. (2013). Increasing global agricultural production by reducing ozone damages via methane emission controls and ozone-resistant cultivar selection. *Global Change Biology* 19(4), 1285–1299. https://doi.org/10.1111/gcb.12118.

Awan, M.S., Malik, N., Sarwar, H. y Waqas, M. (2011). Impact of education on poverty reduction. *International Journal of Academic Research* 3(1), 659-664. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/31826/.

Bae, C. y Kim, J. (2017). Alternative fuels for internal combustion engines. *Proceedings of the Combustion Institute* 36(3), 3389-3413. https://doi.org/10.1016/j.proci.2016.09.009.

Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E. *et al.* (2014). Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change* 4, 924-929. https://doi.org/10.1038/nclimate2353.

Baldacci, E., Cui, Q., Clements, M.B.J., Gupta, S. y Cui, Q. (2004). *Social Spending, Human Capital, and Growth in Developing Countries: Implications for Achieving the MDGs.* IMF Working Papers: International Monetary Fund. https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2004/wp04217.pdf.

Barnes, M.D., Glew, L., Wyborn, C. y Craigie, I.D. (2018). Prevent perverse outcomes from global protected area policy. *Nature Ecology and Evolution* 2, 759–762. https://doi.org/10.1038/s41559- 018-0501-y.

Bauer, N., Calvin, K., Emmerling, J., Fricko, O., Fujimori, S., Hilaire, J. *et al.* (2017). Shared socio-economic pathways of the energy sector – quantifying the narratives. *Global Environmental Change* 42, 316-330. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.07.006.

Bauer, N., K. Rose, S., Fujimori, S., Vuuren, D., Weyant, J., Wise, M. *et al.* (2018). Global energy sector emission reductions and bioenergy use: Overview of the bioenergy demand phase of the EMF-33 model comparison. *Climatic Change*. https://doi.org/10.1007/s10584-018-2226-y.

Bauer, N., Rose, S.K., Fujimori, S., van Vuuren, D.P., Weyant, J., Wise, M. *et al.* (2018). Global energy sector emission reductions and bioenergy use: Overview of the bioenergy demand phase of the EMF 33 model comparison. *Climatic Change*. https://doi.org/10.1007/s10584-018-2226-y.

Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstrup-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.I. *et al.* (2015). Feeding 9 billion by 2050 – Putting fish back on the menu. *Food Security* 7(2), 261-274. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z.

Bengtsson, J., Ahnström, J. y Weibull, A.-C. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Journal of applied ecology* 42(2), 261-269. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x.

Benson, S.M., Bennaceur, K., Cook, P., Davison, J., de Coninck, H., Farhat, K. *et al.* (2012). Captura y almacenamiento de carbono. En *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future.* Gomez-Echeverri, L. y Johansson, T.B. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 13. 993-1068. http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Chapter13_CCS_lowres.pdf.

Beusen, A.H.W., Bouwman, A.F., van Beek, L.P.H., Mogollón, J.M. y Middelburg, J.J. (2016). Global riverine N and P transport to ocean increased during the 20th century despite increased retention along the aquatic continuum. *Biogeosciences* 13, 2441-2451. https://doi.org/10.5194/bg-13-2441-2016.

Bijl, D.L., Biemans, H., Bogaart, P.W., Dekker, S.C., Doelman, J.C., Stehfest, E. *et al.* (2018). A global analysis of future water deficit based on different allocation mechanisms. *Water Resources Research* 54(8), 5803-5824. https://doi.org/10.1029/2017WR021688.

Bijl, D.L., Bogaart, P.W., Dekker, S.C., Stehfest, E., de Vries, B.J.M. y van Vuuren, D.P. (2017). A physically-based model of long-term food demand. *Global Environmental Change* 45, 47-62. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.003.

Billé, R., Kelly, R., Biastoch, A., Harrould-Kolieb, E., Herr, D., Joos, F. *et al.* (2013). Taking action against ocean acidification: A review of management and policy options. *Environmental Management* 52(4), 761-779. https://doi.org/10.1007/s00267-013-0132-7.

Bixio, D., Thoeye, C., De Koning, J., Joksimovic, D., Savic, D., Wintgens, T. *et al.* (2006). Wastewater reuse in Europe. *Desalination* 187(1-3), 89-101. https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.070.

Bixio, D., Thoeye, C., Wintgens, T., Ravazzini, A., Miska, V., Muston, M. *et al.* (2008). Water reclamation and reuse: Implementation and management issues. *Desalination* 218(1), 13-23. https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.10.039.

Bloom, D.E., Canning, D., Fink, G. y Finlay, J.E. (2009). Fertility, female labor force participation, and the demographic dividend. *Journal of Economic Growth* 14(2), 79-101. https://doi.org/10.1007/s10887-009-9039-9.

Bloom, D.E., Canning, D. y Sevilla, J. (2004). The effect of health on economic growth: A production function approach. *World development* 32(1), 1-13. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.07.002.

Bohl, D.K., Hughes, B.B. y Johnson, S. (2016). *Understanding and Forecasting Demographic Risk and Benefits.* Denver, CO: University of Denver. http://pardee.du.edu/sites/default/files/Demographic%20Risk%20Report%20v44%20%28Final%29.pdf.

Bopp, L., Resplandy, L., Orr, J.C., Doney, S.C., Dunne, J.P., Gehlen, M. *et al.* (2013). Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: Projections with CMIP5 models. *Biogeosciences* 10, 6225- 6245. https://doi.org/10.5194/bg-10-6225-2013.

Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W., Lassaletta, L., van Apeldoorn, D.F., van Grinsven, H.J.M., Zhang, J. *et al.* (2017). Lessons from temporal and spatial patterns in global use of N and P fertilizer on cropland. *Scientific Reports* 7(40366), 40366-40366. https://doi.org/10.1038/srep40366.

Bradshaw, C.J.A., Bowman, D.M.J.S., Bond, N.R., Murphy, B.P., Moore, A.D., Fordham, D.A. *et al.* (2013). Brave new green world – Consequences of a carbon economy for the conservation of Australian biodiversity. *Biological Conservation* 161, 71-90. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.012.

Bui, M., Adjiman, C.S., Bardow, A., Anthony, E.J., Boston, A., Brown, S. *et al.* (2018). Carbon capture and storage (CCS): The way forward. *Energy and Environmental Science* 11(5), 1062-1176. https://doi.org/10.1039/C7EE02342A.

Burrows, M., Bohl, D.K. y Moyer, J.D. (2017). *Our World Transformed: Geopolitical Shocks and Risks.* Zurich Insurance Group, Atlantic Council and University of Denver Pardee Center for International Futures http://www.atlanticcouncil.org/images/publications/Our_World_Transformed_web_0421.pdf.

Calvin, K., Wise, M., Kyle, P., Patel, P., Clarke, L. y Edmonds, J. (2014). Trade-offs of different land and bioenergy policies on the path to achieving climate targets. *Climatic Change* 123(3-4), 691-704. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0897-y.

Cameron, C., Pachauri, S., Rao, N.D., McCollum, D., Rogelj, J. y Riahi, K. (2016). Policy trade-offs between climate mitigation and clean cook-stove access in South Asia. *Nature Energy* 1(15010). https://doi.org/10.1038/nenergy.2015.10.

Capps, S.L., Driscoll, C.T., Fakhraei, H., Templer, P.H., Craig, K.J., Milford, J.B. *et al.* (2016). Estimating potential productivity cobenefits for crops and trees from reduced ozone with U.S. coal power plant carbon standards. *Journal of Geophysical Research* 121(24), 14,679-614,690. https://doi.org/10.1002/2016JD025141.

Chang, C.-H. (2015). Teaching climate change – a fad or a necessity? *International Research in Geographical and Environmental Education* 24(3), 181-183. https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1043763.

Chaudhary, A., Burivalova, Z., Koh, L.P. y Hellweg, S. (2016). Impact of forest management on species richness: Global meta-analysis and economic trade-offs. *Scientific Reports* 6, 23954. https://doi.org/10.1038/srep23954.

Chazdon, R.L. (2008). Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science* 320(5882), 1458-1460. https://doi.org/10.1126/science.1155365.

Cheung, W.W.L., Reygondeau, G. y Frölicher, T.L. (2016). Large benefits to marine fisheries of meeting the 1.5°C global warming target. *Science* 354(6319), 1591-1594. https://doi.org/10.1126/science.aag2331.

China National Development and Reform Commission, China, Ministry of Industry and Information Technology, China, Ministry of Finance, China, Ministry of Environmental Protection, National Bureau of Statistics and China National Energy Administration (2014). Interim measures of the replacement coal consumption in key areas. http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201501/t20150114_660128.html.

Clark, M. y Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letters* 12(6), 064016. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5.

Clarke, L., Jiang, K., Akimoto, K., Babiker, M., Blanford, G., Fisher-Vanden, K. *et al.* (2014). Assessing transformation pathways En *Climate Change 2013: Contribution of Working Group 3rd to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K. *et al.* (eds.).

Cambridge: Cambridge University Press. chapter 6. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter6.pdf

Cleland, J., Conde-Agudelo, A., Peterson, H., Ross, J. y Tsui, A. (2012). Contraception and health. *The Lancet* 380(9837), 149-156. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60609-6.

Çoban, G.Ü., Akpınar, E., Küçükcankurtaran, E., Yıldız, E. y Ergin, Ö. (2011). Elementary school students' water awareness. *International Research in Geographical and Environmental Education* 20(1), 65-83. https://doi.org/10.1080/10382046.2011.540103.

Coetzee, B.W.T., Gaston, K.J. y Chown, S.L. (2014). Local scale comparisons of biodiversity as a test for global protected area ecological performance: A meta-analysis. *PLoS ONE* 9(8), e105824. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105824.

Cohen, A.J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H.R., Frostad, J., Estep, K. *et al.* (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the global burden of diseases study 2015. *The Lancet* 389(10082), 1907-1918. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

Conijn, J.G., Bindraban, P.S., Schröder, J.J. y Jongschaap, R.E.E. (2018). Can our global food system meet food demand within planetary boundaries? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 251, 244-256. https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.001.

Convention on Biological Diversity (2010). *Decision adopted by the Conference of The Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting. UNEP/CBD/COP/DEC/X/2.* https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf.

Cordero, E.C., Todd, A.M. y Abellera, D. (2008). Climate change education and the ecological footprint. *Bulletin of the American Meteorological Society* 89(6), 865-872. https://doi.org/10.1175/2007bams2432.1.

Costello, C., Ovando, D., Clavelle, T., Strauss, C.K., Hilborn, R., Melnychuk, M.C. *et al.* (2016). Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(18), 5125-5129. https://doi.org/10.1073/pnas.1520420113.

Craig, M.H., Snow, R.W. y le Sueur, D. (1999). A climate-based distribution model of malaria transmission in Sub-Saharan Africa. *Parasitology Today* 15(3), 105-111. https://doi.org/10.1016/S0169-4758(99)01396-4.

Cremin, P. y Nakabugo, M.G. (2012). Education, development and poverty reduction: A literature critique. *International Journal of Educational Development* 32(4), 499-506. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2012.02.015.

Creutzig, F., Ravindranath, N.H., Berndes, G., Bolwig, S., Bright, R., Cherubini, F. *et al.* (2015). Bioenergy and climate change mitigation: An assessment. *Global Change Biology: Bioenergy* 7(5), 916-944. https://doi.org/10.1111/gcbb.12205.

Crouzeilles, R., Ferreira, M.S., Chazdon, R.L., Lindenmayer, D.B., Sansevero, J.B.B., Monteiro, L. *et al.* (2017). Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. *Science Advances* 3(11), e1701345. https://doi.org/10.1126/sciadv.1701345.

Cui, Z., Zhang, H., Chen, X., Zhang, C., Ma, W., Huang, C. *et al.* (2018). Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers. *Nature* 555, 363-366. https://doi.org/10.1038/nature25785.

Cullen, J.M., Allwood, J.M. y Borgstein, E.H. (2011). Reducing energy demand: What are the practical limits? *Environmental science and technology* 45(4), 1711-1718. https://doi.org/10.1021/ es102641n.

Cunningham, S.C., Cavagnaro, T.R., Mac Nally, R., Keryn, P., Baker, P.J., Beringer, J. *et al.* (2015). Reforestation with native mixed-species plantings in a temperate continental climate effectively sequesters and stabilizes carbon within decades. *Global Change Biology* 21(4), 1552-1566. https://doi.org/10.1111/gcb.12746.

Dagnachew, A.G., Lucas, P.L., Hof, A.F., Gernaat, D.E.H.J., de Boer, H.-S. y van Vuuren, D.P. (2017). The role of decentralized systems in providing universal electricity access in Sub-Saharan Africa – A model-based approach. *Energy* 139, 184-195. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.144.

Dagnachew, A.G., Lucas, P.L., Hof, A.F. y van Vuuren, D.P. (2018). Trade-offs and synergies between universal electricity access and climate change mitigation in Sub-Saharan Africa. *Energy Policy* 114, 355-366. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.023.

Daioglou, V., van Ruijven, B.J. y van Vuuren, D.P. (2012). Model projections for household energy use in developing countries. *Energy* 37(1), 601-615. https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.10.044.

Davis, K.F., Rulli, M.C., Seveso, A. y D'Odorico, P. (2017). Increased food production and reduced water use through optimized crop distribution. *Nature Geoscience* 10(12), 919–924. https://doi.org/10.1038/s41561-017-0004-5.

de Coninck, H. y Benson, S.M. (2014). Carbon dioxide capture and storage: Issues and prospects. *Annual Review of Environment and Resources* 39, 243-270. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-032112-095222.

de Vries, F.T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M.A., Bjørnlund, L. *et al.* (2013). Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(35), 14296-14301. https://doi.org/10.1073/pnas.1305198110.

DeFries, R., Fanzo, J., Remans, R., Palm, C., Wood, S. y Anderman, T.L. (2015). Metrics for land- scarce agriculture. *Science* 349(6245), 238-240. https://doi.org/10.1126/science.aaa5766.

Devine, J. y Kullmann, C. (2011). *Introductory Guide to Sanitation Marketing.* Water and Sanitation Program. http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/WSP-Introductory-Guide-Sanitation-Marketing.pdf.

Dickson, J.R., Hughes, B. y Irfan, M.T. (2010). *Advancing Global Education: Patterns of Potential Human Progress.* Denver, BO: Routledge. https://pardee.du.edu/patterns-potential-human-progress.

Dickson, J.R., Irfan, M.T. y Hughes, B.B. (2016). *Use 2030: Exploring Impacts, Costs, and Financing.* Background Paper for the International Commission on Financing Global Education Opportunity. Denver, BO. https://pardee.du.edu/sites/default/files/Pardee%20for%20Intl%20Com%20Fin%20Ed%20Background%20Final%255b7%255d.pdf.

Edelenbosch, O.Y., van Vuuren, D.P., Blok, K., Calvin, K. y Fujimori, S. (2018). Mitigating energy demand emissions: The integrated modelling perspective. *The 37th Edition of International Energy Workshop*. Gothenburg. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency Submitted https://iew2018.org/wp-content/uploads/2018/07/5D_Edelenbosch.pdf

Edgar, G.J., Stuart-Smith, R.D., Willis, T.J., Kininmonth, S., Baker, S.C., Banks, S. *et al.* (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature* 506, 216-220. https://doi.org/10.1038/nature13022.

Elder, M., Bengtsson, M. y Akenji, L. (2016). An optimistic analysis of the means of implementation for sustainable development goals: Thinking about goals as means. *Sustainability* 8(9), 962. https://doi.org/10.3390/su8090962.

Elder, M. y Zusman, E. (2016). *Strengthening the Linkages Between Air Pollution and the Sustainable Development Goals.* IGES Policy Briefs. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies. https://pub.iges.or.jp/system/files/publication_documents/pub/policy/5528/PB_35_0707_2.pdf

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M. *et al.* (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342. https://doi.org/10.1038/nature10452.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (1996). Rome declaration on world food security. *World Food Summit*. Rome, 13-17 November. http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.HTM (Consultado: 11/06/2018)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). *AQUASTAT database.* http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm.

Freshwater Action Network South Asia and Water Supply and Sanitation Collaborative Council (2016). *Leave No One Behind: Voices of Women, Adolescent Girls, Elderly and Disabled People, and Sanitation Workers.* Hyderabad. https://www.wsscc.org/wp-content/uploads/2016/03/Leave-No-One-Behind-Report-by-WSSCC-and-FANSA-2016.pdf.

Fricko, O., Havlik, P., Rogelj, J., Klimont, Z., Gusti, M., Johnson, N. *et al.* (2017). The marker quantification of the shared socioeconomic pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century. *Global Environmental Change* 42, 251-267. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004.

Fulton, L., Mason, J. y Meroux, D. (2017). *Three Revolutions in Urban Transportation.* Institute of Transportation Studies. https://steps.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2017/05/STEPS_ITDP-3R-Report-5-10-2017-2.pdf.

Fuss, S., Canadell, J.G., Peters, G.P., Tavoni, M., Andrew, R.M., Ciais, P. *et al.* (2014). Betting on negative emissions. *Nature Climate Change* 4, 850-853. https://doi.org/10.1038/nclimate2392.

Gakidou, E., Cowling, K., Lozano, R. y Murray, C.J.L. (2010). Increased educational attainment and its effect on child mortality in 175 countries between 1970 and 2009: A systematic analysis. *The Lancet* 376(9745), 959-974. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61257-3.

Gambhir, A., Drouet, L., McCollum, D., Napp, T., Bernie, D., Hawkes, A. *et al.* (2017). Assessing the feasibility of global long-term mitigation scenarios. *Energies* 10(1), 89. https://doi.org/10.3390/en10010089.

Garbach, K., Milder, J.C., DeClerck, F.A.J., Montenegro de Wit, M., Driscoll, L. y Gemmill-Herren, B. (2017). Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification. *International Journal of Agricultural Sustainability* 15(1), 11-28. https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1174810.

Garibaldi, L.A., Gemmill-Herren, B., D'Annolfo, R., Graeub, B.E., Cunningham, S.A. y Breeze, T.D. (2017). Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Methods in Ecology and Evolution* 32(1), 68-80. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12940.

Garnett, S.T., Burgess, N.D., Fa, J.E., Fernández-Llamazares, Á., Molnár, Z., Robinson, C.J. *et al.* (2018). A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation. *Nature Sustainability* 1(7), 369-374. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0100-6.

Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., Bateman, I.J., Benton, T.G., Bloomer, P. *et al.* (2013). Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science* 341(6141), 33-34. https://doi. org/10.1126/science.1234485.

Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I.D., Hockings, M. y Burgess, N.D. (2013). Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation* 161, 230-238. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.018.

Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A.Y. y van der Meer, T.H. (2009). The water footprint of Bioenergía. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(25), 10219-10223. https://doi.org/10.1073/pnas.0812619106.

Giannadaki, D., Giannakis, E., Pozzer, A. y Lelieveld, J. (2018). Estimating health and economic benefits of reductions in air pollution from agriculture. *Science of the total environment* 622-623, 1304-1316. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.064.

Gill, D.A., Mascia, M.B., Ahmadia, G.N., Glew, L., Lester, S.E., Barnes, M. *et al.* (2017). Capacity shortfalls hinder the performance of marine protected areas globally. *Nature* 543, 665-669. https://doi.org/10.1038/nature21708.

Giuntoli, J., Caserini, S., Marelli, L., Baxter, D. y Agostini, A. (2015). Domestic heating from forest logging residues: Environmental risks and benefits. *Journal of Cleaner Production* 99, 206-216. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.025.

Glibert, P.M. (2017). Eutrophication, harmful algae and biodiversity — Challenging paradigms in a world of complex nutrient changes. *Marine Pollution Bulletin* 124(2), 591-606. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.027.

Global Burden of Disease 2015 SDG Collaborators (2016). Measuring the health-related sustainable development goals in 188 countries: A baseline analysis from the global burden of disease study 2015. *Lancet* 388(10053), 1813-1850. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31467-2.

Global Burden of Disease 2016 Risk Factors Collaborators (2017). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet* 390(10100), 1345-1422. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32366-8.

Global Burden of Disease 2016 SDG Collaborators (2017). Measuring progress and projecting attainment on the basis of past trends of the health-related sustainable development goals in 188 countries: A baseline analysis from the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet* 390(10100), 1423- 1459. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32336-X.

Global Energy Assessment (2012). *Global Energy Assessment: Towards a Sustainable Future.* Cambridge: International Institute of Applied Systems Analysis. http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA-Summary-web.pdf.

Global Yield Gap and Water Productivity Atlas (2018). *Food security analysis: From local to global.* http://www.yieldgap.org/ (Consultado: 12 de noviembre de 2018).

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F. *et al.* (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327(5967), 812-818. https://doi.org/10.1126/science.1185383.

Graus, W., Blomen, E. y Worrell, E. (2011). Global energy efficiency improvement in the long term: A demand-and supply-side perspective. *Energy efficiency* 4(3), 435-463. https://doi.org/10.1007/s12053-010-9097-z.

Gray, C.L., Hill, S.L., Newbold, T., Hudson, L.N., Börger, L., Contu, S. *et al.* (2016). Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Communications* 7(12306). https://doi.org/10.1038/ncomms12306.

Greaver, T.L., Sullivan, T.J., Herrick, J.D., Barber, M.C., Baron, J.S., Cosby, B.J. *et al.* (2012). Ecological effects of nitrogen and sulfur air pollution in the US: What do we know? *Frontiers in Ecology and the Environment* 10(7), 365-372. https://doi.org/10.1890/110049.

Grubler, A., Wilson, C., Bento, N., Boza-Kiss, B., Krey, V., McCollum, D.L. *et al.* (2018). A low energy demand scenario for meeting the 1.5 °C target and sustainable development goals without negative emission technologies. *Nature Energy* 3(6), 515-527. https://doi.org/10.1038/s41560-018-0172-6.

Haines, A., Amann, M., Borgford-Parnell, N., Leonard, S., Kuylenstierna, J. y Shindell, D. (2018). Short-lived climate pollutant mitigation and the sustainable development goals. *Nature Climate Change* 7(12), 863-869. https://doi.org/10.1038/s41558-017-0012-x.

Hanasaki, N., Fujimori, S., Yamamoto, T., Yoshikawa, S., Masaki, Y., Hijioka, Y. *et al.* (2013b). A global water scarcity assessment under shared socio-economic pathways – Part 2: Water availability and scarcity. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(7), 2393-2413. https://doi.org/10.5194/hess-17-2393-2013.

Hanasaki, N., Fujimori, S., Yamamoto, T., Yoshikawa, S., Masaki, Y., Hijioka, Y. *et al.* (2013a). A global water scarcity assessment under shared socio-economic pathways – part 1: Water use. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(7), 2375–2391. https://doi.org/10.5194/hess-17-2375-2013.

Hanasaki, N., Yoshikawa, S., Kakinuma, K. y Kanae, S. (2016). A seawater desalination scheme for global hydrological models. *Hydrology and Earth System Sciences* 20(10), 4143-4157. https://doi.org/10.5194/hess-20-4143-2016.

Hasegawa, T., Fujimori, S., Havlík, P., Valin, H., Bodirsky, B.L., Doelman, J.C. *et al.* (2018). Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. *Nature Climate Change* 8, 699-703. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0230-x.

Hasegawa, T., Fujimori, S., Takahashi, K. y Masui, T. (2015). Scenarios for the risk of hunger in the twenty-first century using shared socioeconomic pathways. *Environmental Research Letters* 10(1), 014010. https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/1/014010.

Heck, V., Gerten, D., Lucht, W. y Popp, A. (2018). Biomass-based negative emissions difficult to reconcile with planetary boundaries. *Nature Climate Change* 8, 151-155. https://doi.org/10.1038/s41558-017-0064-y.

Hejazi, M., Edmonds, J., Clarke, L., Kyle, P., Davies, E., Chaturvedi, V. *et al.* (2014). Long-term global water projections using six socioeconomic scenarios in an integrated assessment modeling framework. *Technological Forecasting and Social Change* 81(1), 205-226. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.006.

Hejazi, M.I., Voisin, N., Liu, L., Bramer, L.M., Fortin, D.C., Hathaway, J.E. *et al.* (2015). 21st century United States emissions mitigation could increase water stress more than the climate change it is mitigating. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(34), 10635-10640. https://doi.org/10.1073/pnas.1421675112.

Höglund-Isaksson, L., Purohit, P., Amann, M., Bertok, I., Rafaj, P., Schöpp, W. *et al.* (2017). Cost estimates of the Kigali Amendment to phase-down hydrofluorocarbons. *Environmental Science and Policy* 75, 138-147. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.006.

Hughes, B.B., Kuhn, R., Peterson, C.M., Rothman, D.S., Solorzano, J.R. y Dickson, J. (2011). *Improving Global Health: Patterns in Potential Human Progress.* Boulder, CO: Paradigm Publishers. http://pardee.du.edu/sites/default/files/PPHP3_Full_Volume.pdf.

Hulme, D. y Shepherd, A. (2003). Conceptualizing chronic poverty. *World development* 31(3), 403- 423. https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00222-X.

Hulvey, K.B., Hobbs, R.J., Standish, R.J., Lindenmayer, D.B., Lach, L. y Perring, M.P. (2013). Benefits of tree mixes in carbon plantings. *Nature Climate Change* 3, 869-874. https://doi.org/10.1038/nclimate1862.

Hunt, C. (2008). Economy and ecology of emerging markets and credits for bio-sequestered carbon on private land in tropical Australia. *Ecological Economics* 66(2-3), 309-318. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.09.012.

Hutton, G. y Varughese, M. (2016). *The Costs of Meeting the 2030 Sustainable Development Goal Targets on Drinking Water, Sanitation, and Hygiene.* Water and Sanitation Program: Technical Paper 103171. Washington, D.C: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/415441467988938343/pdf/103171-PUB-Box394556B-PUBLIC-EPI-K8543-ADD-SERIES.pdf.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming Of 1.5 °C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty.* Geneva. http://www.ipcc.ch/report/sr15/.

International Council for Science (2017). *A Guide to SDG Interactions: From Science to Implementation*. Griggs, D.J., Nilsson, M., Stevance, A. y McCollum, D. (eds.). Paris: International Council for Science. http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/14591/1/SDGs-Guide-to-Interactions.pdf.

International Council for Science and International Social Science Council (2015). *Review of Targets for the Sustainable Development Goals: The Science Perspective.* Paris: International Council for Science. https://council.science/cms/2017/05/SDG-Report.pdf.

International Energy Agency (2016). *World Energy Outlook 2016. Special Report: Energy and Air Pollution.* Paris. https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2016.

International Energy Agency (2017). *Energy Access Outlook 2017: From Poverty to Prosperity.* Paris. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2017SpecialReport_EnergyAccessOutlook.pdf.

International Institute for Applied Systems Analysis (2015). *ECLIPSE V5a global emission fields (July 2015).* http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/ECLIPSEv5a.html (Consultado: 16 de noviembre de 2018).

Jalava, M., Guillaume, J.H.A., Kummu, M., Porkka, M., Siebert, S. y Varis, O. (2016). Diet change and food loss reduction: What is their combined impact on global water use and scarcity? *Earth's Future* 4(3), 62-78. https://doi.org/10.1002/2015EF000327.

Jamison, D.T., Breman, J.G., Measham, A.R., Alleyne, G., Claeson, M., Evans, D.B. *et al.* (eds.) (2006). *Disease Control Priorities in Developing Countries*. Washington, D.C: World Bank. https://www.who.int/management/referralhospitals.pdf.

Johann, F. y Schaich, H. (2016). Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests. *Forest Ecology and Management* 380, 70-81. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.08.037.

Johnson, N., Krey, V., McCollum, D.L., Rao, S., Riahi, K. y Rogelj, J. (2015). Stranded on a low-carbon planet: Implications of climate policy for the phase-out of coal-based power plants. *Technological Forecasting and Social Change* 90, 89-102. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.02.028.

Kagawa, F. y Selby, D. (2012). Ready for the storm: Education for disaster risk reduction and climate change adaptation and mitigation. *Journal of Education for Sustainable Development* 6(2), 207-217. https://doi.org/10.1177/0973408212475200.

Kar, K. y Chambers, R. (2008). *Handbook on Community-Led Total Sanitation.* London: Plan UK and Institute of Development Studies at the University of Suxxex. http://www.communityledtotalsanitation.org/sites/communityledtotalsanitation.org/files/ clts handbook.pdf.

Karthe, D., Reeh, T., Walther, M., Niemann, S. y Siegmund, A. (2016). School-based environmental education in the context of a research and development project on integrated water resources management: experiences from Mongolia. *Environmental Earth Sciences* 75(18), 1286. https://doi.org/10.1007/s12665-016-6036-0.

Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. *et al.* (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274(1608), 303-313. https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721.

Klimont, Z., Kupiainen, K., Heyes, C., Purohit, P., Cofala, J., Rafaj, P. *et al.* (2017). Global anthropogenic emissions of particulate matter including black carbon. *Atmospheric Chemistry and Physics* 17, 8681-8723. https://doi.org/10.5194/acp-17-8681-2017.

Koelbl, B.S., van den Broek, M., van Ruijven, B., van Vuuren, D.P. y Faaij, A.P.C. (2013). A Sensitivity analysis of the global deployment of CCS to the cost of storage and storage capacity estimates. *Energy Procedia* 37, 7537-7544. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.06.697.

Kok, M.T.J., Alkemade, R., Bakkenes, M., van Eerdt, M., Janse, J., Mandryk, M. *et al.* (2018). Pathways for agriculture and forestry to contribute to terrestrial biodiversity conservation: A global scenario-study. *Biological Conservation* 221, 137-150. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.003.

Kriegler, E., Luderer, G., Bauer, N., Baumstark, L., Fujimori, S., Popp, A. *et al.* (2018). Pathways limiting warming to 1.5°C. A tale of turning around in no time? *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 376(2119). https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0457.

Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O. y Ward, P.J. (2012). Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Science of the total environment* 438, 477-489. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.092.

Sticklor, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability* 7(5), 5875-5895. https://doi.org/10.3390/su7055875.

Lam, V.W.Y., Cheung, W.W.L., Reygondeau, G. y Sumaila, U.R. (2016). Projected change in global fisheries revenues under climate change. *Scientific Reports* 6, 32607. https://doi.org/10.1038/srep32607.

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. *et al.* (2018). The lancet commission on pollution and health. *The Lancet* 391(10119), 462–512. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

Lassaletta, L., Billen, G., Garnier, J., Bouwman, L., Velazquez, E., Mueller, N.D. *et al.* (2016). Nitrogen use in the global food system: Past trends and future trajectories of agronomic performance, pollution, trade, and dietary demand. *Environmental Research Letters* 11(9), 095007. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/095007.

Le Blanc, D. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. *Sustainable Development* 23(3), 176-187. https://doi.org/10.1002/sd.1582.

Le Quéré, C., Andrew, R.M., Canadell, J.G., Sitch, S., Ivar Korsbakken, J., Peters, G.P. *et al.* (2016). Global carbon budget 2016 data. *Earth System Science Data* 8, 605-649. https://doi.org/10.5194/essd-8-605-2016.

Leclere, D., Obersteiner, M., Alkemade, R., Almond, R., Barrett, M., Bunting, G. *et al.* (2018). *Towards Pathways Bending The Curve Terrestrial Biodiversity Trends Within The 21st Century.* International Institute for Applied Systems Analysis. http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/15241/1/Leclere_et_al_IIASA_2018_TowardsPathwaysBendingTheCurveOfTerrestrialBiodiversityTrendsWithinThe21stCentury.pdf.

Lee, R. (2003). The demographic transition: Three centuries of fundamental change. *Journal of economic perspectives* 17(4), 167-190. https://doi.org/10.1257/089533003772034943.

Lee, R.D. y Mason, A. (2011). *Population Aging and the Generational Economy: A Global Perspective.* Cheltenham: Edward Elgar Publishing. https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/47092/IDL-47092.pdf.

Leifeld, J. (2016). Current approaches neglect possible agricultural cutback under large-scale organic farming. A comment to Ponisio *et al. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283(1824). https://doi.org/10.1098/rspb.2015.1623.

Liquete, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B. y Masi, F. (2016). Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services* 22(Part B), 392-401. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.011.

Lucas, P.L., Dagnachew, A.G. y Hof, A.F. (2017). *Towards Universal Electricity Access in Sub- Saharan Africa: A Quantitative Analysis of Technology and Investment Requirements.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-towards-universal-electricity-access-in-sub-saharan-africa-1952.pdf.

Lucas, P.L., Hilderink, H.B.M., Janssen, P., Samir, K.C., van Vuuren, D.P. y Niessen, L.W. (2018). *Future Impacts of Environmental Factors on Achieving the SDG Target on Child Mortality – A Synergistic Assessment.* Environmental Health Perspectives. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-future-impacts-of-environmental-factors-on-achieving-the-sdg-target-on-child-mortality.pdf.

Lutz, W. y Samir, K.C. (2011). Global human capital: Integrating education and population. *Science* 333(6042), 587-592. https://doi.org/10.1126/science.1206964.

Mara, D. y Evans, B. (2018). The sanitation and hygiene targets of the sustainable development goals: Scope and challenges. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development* 8(1), 1-16. https://doi.org/10.2166/washdev.2017.048.

Markandya, A., Sampedro, J., Smith, S.J., Van Dingenen, R., Pizarro-Irizar, C., Arto, I. *et al.* (2018). Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: A modelling study. *The Lancet Planetary Health* 2(3), e126-e133. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30029-9.

Marmot, M., Allen, J. y Goldblatt, P. (2010). A social movement, based on evidence, to reduce inequalities in health. *Social Science and Medicine* 71(7), 1254-1258. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.07.011.

Maslo, B., Lockwood, J.L. y Leu, K. (2015). Land ownership patterns associated with declining forest birds: Targeting the right policy and management for the right birds. *Environmental Conservation* 42(3), 216-226. https://doi.org/10.1017/S0376892915000041.

Mazzi, E.A. y Dowlatabadi, H. (2007). Air quality impacts of climate mitigation: UK policy and passenger vehicle choice. *Environmental science and technology* 41(2), 387-392. https://pubs.acs. org/doi/abs/10.1021/es060517w.

McCollum, D.L., Gomez Echeverri, L., Busch, S., Pachauri, S., Parkinson, S., Rogelj, J. *et al.* (2018). Connecting the sustainable development goals by their energy inter-linkages. *Environmental Research Letters* 13(3), 033006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaafe3.

Michelsen, G. y Rieckmann, M. (2015). The contribution of education for sustainable development in promoting sustainable water use. En *Sustainable Water Use and Management: Examples of New Approaches and Perspectives.* Leal Filho, W. y Sümer, V. (eds.). Cham: Springer International Publishing. 103-117. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12394-3_6.

Millar, R.J., Fuglestvedt, J.S., Friedlingstein, P., Rogelj, J., Grubb, M.J., Matthews, H.D. *et al.* (2017). Emission budgets and pathways consistent with limiting warming to 1.5 C. *Nature Geoscience* 10, 741-747. https://doi.org/10.1038/ngeo3031.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Millennium Ecosystem Assessment: Scenarios Assessment.* Washington, D.C: Island Press. https://www.millenniumassessment.org/en/Scenarios.html.

Mills, G., Sharps, K., Simpson, D., Pleijel, H., Broberg, M., Uddling, J. *et al.* (2018). Ozone pollution will compromise efforts to increase global wheat production. *Global Change Biology* 24(8), 3560-3574. https://doi.org/10.1111/gcb.14157.

Milner, J., Green, R., Dangour, A.D., Haines, A., Chalabi, Z., Spadaro, J. *et al.* (2015). Health effects of adopting low greenhouse gas emission diets in the UK. *BMJ open* 5(4), e007364. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-007364.

Mochizuki, Y. y Bryan, A. (2015). Climate change education in the context of education for sustainable development: Rationale and principles. *Journal of Education for Sustainable Development* 9(1), 4-26. https://doi.org/10.1177/0973408215569109.

Modi, V., McDade, S., Lallement, D. y Saghir, J. (2006). *Energy Services for the Millenium Development Goals: Achieving the Millennium Development Goals.* New York, NY. http://lutw.org/wp- content/uploads/Energy-services-for-the-millennium-development-goals.pdf.

Mogollón, J.M., Lassaletta, L., Beusen, A.H.W., van Grinsven, H.J.M., Westhoek, H. y Bouwman, A.F. (2018). Assessing future reactive nitrogen inputs into global croplands based on the shared socioeconomic pathways. *Environmental Research Letters* 13(4). https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab212.

Mönkkönen, M., Juutinen, A., Mazziotta, A., Miettinen, K., Podkopaev, D., Reunanen, P. *et al.* (2014). Spatially dynamic forest management to sustain biodiversity and economic returns. *Journal of Environmental Management* 134, 80-89. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.021.

Mora, C. y Sale, P.F. (2011). Ongoing global biodiversity loss and the need to move beyond protected areas: A review of the technical and practical shortcomings of protected areas on land and sea. *Marine Ecology Progress Series* 434, 251-266. https://doi.org/10.3354/meps09214.

Mora, C., Wei, C.-L., Rollo, A., Amaro, T., Baco, A.R., Billett, D. *et al.* (2013). Biotic and human vulnerability to projected changes in ocean biogeochemistry over the 21st century. *PLoS Biology* 11(10), e1001682. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001682.t001.

Mouratiadou, I., Biewald, A., Pehl, M., Bonsch, M., Baumstark, L., Klein, D. *et al.* (2016). The impact of climate change mitigation on water demand for energy and food: An integrated analysis based on the shared Socioeconomic Pathways. *Environmental Science and Policy* 64, 48-58. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.007.

Moyer, J.D. y Hedden, S. (2018). Alternative pathways to human development: Assessing trade-offs and synergies in achieving the Sustainable Development Goals. *Futures*. https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.10.007.

Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.H. *et al.* (2017). Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications* 8(1290). https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w.

Napp, T., Bernie, D., Thomas, R., Lowe, J., Hawkes, A. y Gambhir, A. (2017). Exploring the feasibility of low-carbon scenarios using historical energy transitions analysis. *Energies* 10(1), 116. https://doi.org/10.3390/en10010116.

Nerini, F.F., Tomei, J., To, L.S., Bisaga, I., Parikh, P., Black, M. *et al.* (2018). Mapping synergies and trade-offs between energy and the sustainable development goals. *Nature Energy* 3(1), 10-15. https://doi.org/10.1038/s41560-017-0036-5.

Neumann, K., Verburg, P.H., Stehfest, E. y Müller, C. (2010). The yield gap of global grain production: A spatial analysis. *Agricultural Systems* 103(5), 316-326. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.02.004.

Neverre, N., Dumas, P. y Nassopoulos, H. (2016). Large-scale water scarcity assessment under global changes: Insights from a hydroeconomic framework. *Hydrology and Earth System Sciences*. https://doi.org/10.5194/hess-2015-502.

Nilsson, M., Chisholm, E., Griggs, D., Howden-Chapman, P., McCollum, D., Messerli, P. *et al.* (2018). Mapping interactions between the sustainable development goals: Lessons learned and ways forward. *Sustainability Science* . https://doi.org/10.1007/s11625-018-0604-z.

Nilsson, M., Griggs, D. y Visbeck, M. (2016). Policy: Map the interactions between sustainable development goals. *Nature* 534(7607), 320-322. https://doi.org/10.1038/534320a.

Obersteiner, M., Walsh, B., Frank, S., Havlík, P., Cantele, M., Liu, J. *et al.* (2016). Assessing the land resource–food price nexus of the sustainable development goals. *Science Advances* 2(9), e1501499. https://doi.org/10.1126/sciadv.1501499.

O'Driscoll, R., Stettler, M.E.J., Molden, N., Oxley, T. y ApSimon, H.M. (2018). Real world CO_2 and NOx emissions from 149 Euro 5 and 6 diesel, gasoline and hybrid passenger cars. *Science of the total environment* 621, 282-290. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.271.

Oerke, E.C. (2006). Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science* 144(1), 31-43. https://doi.org/10.1017/S0021859605005708.

Pachauri, S., van Ruijven, B.J., Nagai, Y., Riahi, K., van Vuuren, D.P., Brew-Hammond, A. *et al.* (2013). Pathways to achieve universal household access to modern energy by 2030. *Environmental Research Letters* 8(2), 024015. https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024015.

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2012). *Roads from Rio+20: Pathways to Achieve Global Sustainability Goals by 2050.* The Hague. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2012-roads-from-rio-pathways-to-achieve-global-sustainability-goals-by-2050.pdf.

Pinto, F.S. y Marques, R.C. (2017). Desalination projects economic feasibility: A standardization of cost determinants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 78, 904-915. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.024.

Pollock, L.J., Thuiller, W. y Jetz, W. (2017). Large conservation gains possible for global biodiversity facets. *Nature* 546, 141-144. https://doi.org/10.1038/nature22368.

Pommells, M., Schuster-Wallace, C., Watt, S. y Mulawa, Z. (2018). Gender violence as a water, sanitation, and hygiene risk: Uncovering violence against women and girls as it pertains to poor WaSH access. *Violence Against Women*. https://doi.org/10.1177/1077801218754410.

Popp, A., Calvin, K., Fujimori, S., Havlik, P., Humpenöder, F., Stehfest, E. *et al.* (2017). Land-use futures in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change* 42, 331-345. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.002.

Popp, A., Rose, S.K., Calvin, K., Van Vuuren, D.P., Dietrich, J.P., Wise, M. *et al.* (2014). Land-use transition for bioenergy and climate stabilization: Model comparison of drivers, impacts and interactions with other land use based mitigation options. *Climatic Change* 123(3-4), 495-509. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0926-x.

Pradhan, P., Costa, L., Rybski, D., Lucht, W. y Kropp, J.P. (2017). A systematic study of Sustainable Development Goal (SDG) interactions. *Earth's Future* 5(11), 1169-1179. https://doi.org/10.1002/2017EF000632.

Qadir, M., Wichelns, D., Raschid-Sally, L., McCornick, P.G., Drechsel, P., Bahri, A. *et al.* (2010). The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agricultural Water Management* 97(4), 561-568. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.11.004.

Qureshi, M.E., Dixon, J. y Wood, M. (2015). Public policies for improving food and nutrition security at different scales. *Food Security* 7(2), 393-403. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0443-z.

Rao, N.D., Min, J., DeFries, R., Ghosh-Jerath, S., Valin, H. y Fanzo, J. (2018). Healthy, affordable and climate-friendly diets in India. *Global Environmental Change* 49, 154-165. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.013.

Rao, S., Klimont, Z., Smith, S.J., Van Dingenen, R., Dentener, F., Bouwman, L. *et al.* (2017). Future air pollution in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change* 42, 346-358. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.012.

Raskin, P., Banuri, T., Gallopin, G., Gutman, P., Hammond, A., Kates, R. *et al.* (2002). *Great Transition: The Promise and Lure of the Times Ahead. A Report of the Global Scenario Group.* Stockholm Environment Institute http://rwkates.org/pdfs/b2002.01.pdf.

Reddy, S.M.W., McDonald, R.I., Maas, A.S., Rogers, A., Girvetz, E.H., North, J. *et al.* (2015). Finding solutions to water scarcity: Incorporating ecosystem service values into business planning at The Dow Chemical Company's Freeport, TX facility. *Ecosystem Services* 12, 94-107. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12.001.

Reilly, J., Melillo, J., Cai, Y., Kicklighter, D., Gurgel, A., Paltsev, S. *et al.* (2012). Using land to mitigate climate change: Hitting the target, recognizing the trade-offs. *Environmental science and technology* 46(11), 5672-5679. https://doi.org/10.1021/es2034729.

Riahi, K., Dentener, F., Gielen, D., Grubler, A., Jewell, J., Klimont, Z. *et al.* (2012). Energy pathways for sustainable development. En *Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future.* Cambridge: Cambridge University Press and the International Institute for Applied Systems Analysis. chapter 17. 1203-1306. http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Chapter17_pathways_lowres.pdf

Riahi, K., Kriegler, E., Johnson, N., Bertram, C., den Elzen, M., Eom, J. *et al.* (2015). Locked into Copenhagen pledges — Implications of short-term emission targets for the cost and feasibility of long-term climate goals. *Technological Forecasting and Social Change* 90, 8-23. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.09.016.

Riahi, K., Van Vuuren, D.P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'neill, B.C., Fujimori, S. *et al.* (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change* 42, 153-168. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009.

Rogelj, J., Popp, A., Calvin, K.V., Luderer, G., Emmerling, J., Gernaat, D. *et al.* (2018). Scenarios towards limiting global mean temperature increase below 1.5° C. *Nature Climate Change* 8, 325–332 https://doi.org/10.1038/s41558-018-0091-3.

Rogelj, J., Schaeffer, M., Friedlingstein, P., Gillett, N.P., Van Vuuren, D.P., Riahi, K. *et al.* (2016). Differences between carbon budget estimates unravelled. *Nature Climate Change* 6(3), 245. https://doi.org/10.1038/nclimate2868.

Rojas, R.V., Achouri, M., Maroulis, J. y Caon, L. (2016). Healthy soils: A prerequisite for sustainable food security. *Environmental Earth Sciences* 75(3), 180. https://doi.org/10.1007/s12665-015-5099-7.

Romero, E., Garnier, J., Lassaletta, L., Billen, G., Le Gendre, R., Riou, P. *et al.* (2013). Large-scale patterns of river inputs in southwestern Europe: Seasonal and interannual variations and potential eutrophication effects at the coastal zone. *Biogeochemistry* 113(1-3), 481-505. https://doi.org/10.1007/s10533-012-9778-0.

Röös, E., Bajželj, B., Smith, P., Patel, M., Little, D. y Garnett, T. (2017). Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. *Global Environmental Change* 47, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.001.

Sahoo, K.C., Hulland, K.R.S., Caruso, B.A., Swain, R., Freeman, M.C., Panigrahi, P. *et al.* (2015). Sanitation-related psychosocial stress: A grounded theory study of women across the life-course in Odisha, India. *Social Science and Medicine* 139, 80-89. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.06.031.

Saliba, G., Saleh, R., Zhao, Y., Presto, A.A., Lambe, A.T., Frodin, B. *et al.* (2017). Comparison of gasoline Direct-injection (GDI) and port fuel injection (PFI) vehicle emissions: Emission certification standards, cold-start, secondary organic aerosol formation potential, and potential climate impacts. *Environmental Science and Technology* 51(11), 6542-6552. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b06509.

Sandker, M., Ruiz-Perez, M. y Campbell, B.M. (2012). Trade-offs between biodiversity conservation and economic development in five tropical forest landscapes. *Environmental management* 50(4), 633-644. https://doi.org/10.1007/s00267-012-9888-4.

Schipper, L. y Meyers, S. (1992). *Energy Efficiency and Human Activity: Past Trends, Future Prospects.* Cambridge: Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/vi/academic/subjects/engineering/energy-technology/energy-efficiency-and-human-activity-past-trends-future-prospects?format=PB.

Schneider, M.K., Lüscher, G., Jeanneret, P., Arndorfer, M., Ammari, Y., Bailey, D. *et al.* (2014). Gains to species diversity in organically farmed fields are not propagated at the farm level. *Nature Communications* 5, 4151. https://doi.org/10.1038/ncomms5151.

Scott, C.A., Vicuña, S., Blanco-Gutiérrez, I., Meza, F. y Varela-Ortega, C. (2014). Irrigation efficiency and water-policy implications for river basin resilience. *Hydrology and Earth System Science* 18, 1339-1348. https://doi.org/10.5194/hess-18-1339-2014.

Shindell, D., Borgford-Parnell, N., Brauer, M., Haines, A., Kuylenstierna, J.C.I., Leonard, S.A. *et al.* (2017). A climate policy pathway for near- and long-term benefits. *Science* 356(6337), 493-494. https://doi.org/10.1126/science.aak9521.

Shindell, D., Kuylenstierna, J.C.I., Vignati, E., van Dingenen, R., Amann, M., Klimont, Z. *et al.* (2012). Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. *Science* 335(6065), 183-189. https://doi.org/10.1126/science.1210026.

Silbiger, N.J., Nelson, C.E., Remple, K., Sevilla, J.K., Quinlan, Z.A., Putnam, H.M. *et al.* (2018). Nutrient pollution disrupts key ecosystem functions on coral reefs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285(1880). https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2718.

Singh, G.G., Cisneros-Montemayor, A.M., Swartz, W., Cheung, W., Guy, J.A., Kenny, T.-A. *et al.* (2017). A rapid assessment of co-benefits and trade-offs among Sustainable Development Goals. *Marine Policy* 93, 223-231. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.030.

Slade, R., Bauen, A. y Gross, R. (2014). Global bioenergy resources. *Nature Climate Change* 4(2), 99-105. https://doi.org/10.1038/nclimate2097.

Smith, L.C. y Haddad, L.J. (2000). *Explaining Child Malnutrition in Developing Countries: A Cross-Country Analysis.* Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. https://ageconsearch.umn.edu/bitstream/94515/2/explaining%20child%20malnutrition%20in%20developing%20countries.pdf.

Smith, P., Davis, S.J., Creutzig, F., Fuss, S., Minx, J., Gabrielle, B. *et al.* (2016). Biophysical and economic limits to negative CO_2 emissions. *Nature Climate Change* 6(1), 42-50. https://doi.org/10.1038/NCLIMATE2870.

Smith, P., M. Bustamante., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsiddig, E.A. *et al.* (2014). Agriculture, forestry and other land use. En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 11. 811-922. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf

Soares, R.R. (2006). The effect of longevity on schooling and fertility: Evidence from the Brazilian demographic and health survey. *Journal of Population Economics* 19(1), 71-97. https://doi.org/10.1007/s00148-005-0018-y.

Sommer, M., Ferron, S., Cavill, S. y House, S. (2015). Violence, gender and WASH: Spurring action on a complex, under-documented and sensitive topic. *Environment and Urbanization* 27(1), 105-116. https://doi.org/10.1177/0956247814564528.

Sorenson, S.B., Morssink, C. y Campos, P.A. (2011). Safe access to safe water in low income countries: Water fetching in current times. *Social Science and Medicine* 72(9), 1522-1526. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.03.010.

Springmann, M., Wiebe, K., Mason-D'Croz, D., Sulser, T.B., Rayner, M. y Scarborough, P. (2018). Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: A global modelling analysis with country-level detail. *The Lancet Planetary Health* 2(10), e451-e461. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30206-7.

Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D., den Elzen, M., Eickhout, B. y Kabat, P. (2009). Climate benefits of changing diet. *Climatic Change* 95(1-2), 83-102. https://doi.org/10.1007/s10584-008-9534-6.

Stohl, A., Aamaas, B., Amann, M., Baker, L.H., Bellouin, N., Berntsen, T.K. *et al.* (2015). Evaluating the climate and air quality impacts of short-lived pollutants. *Atmospheric Chemistry and Physics* 15, 10529-10566. https://doi.org/10.5194/acp-15-10529-2015.

Suri, T., Boozer, M.A., Ranis, G. y Stewart, F. (2011). Paths to success: The relationship between human development and economic growth. *World development* 39(4), 506-522. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.020.

Sutton, M.A. y Bleeker, A. (2013). The shape of nitrogen to come. *Nature* 494(7438), 435-437. https://doi.org/10.1038/nature11954.

Sweeney, J. (2016). *Energy Efficiency: Building A Clean, Secure Economy.* Hoover Institution Press. http://www.hooverpress.org/Energy-Efficiency-P626.aspx.

Tabata, K. (2005). Population aging, the costs of health care for the elderly and growth. *Journal of Macroeconomics* 27(3), 472-493. https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2004.02.008.

Talhelm, A.F., Pregitzer, K.S., Kubiske, M.E., Zak, D.R., Campany, C.E., Burton, A.J. *et al.* (2014). Elevated carbon dioxide and ozone alter productivity and ecosystem carbon content in northern temperate forests. *Global Change Biology* 20(8), 2492-2504. https://doi.org/10.1111/gcb.12564.

Tanaka, K., Berntsen, T., Fuglestvedt, J.S. y Rypdal, K. (2012). Climate effects of emission standards: The case for gasoline and diesel cars. *Environmental science and technology* 46(9), 5205- 5213. https://doi.org/10.1021/es204190w.

The World in 2050 Initiative (2018). *Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals: Report Prepared by the World in 2050 Initiative.* Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis. http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/15347/1/TWI2050_Report_web-071718.pdf.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. y Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(50), 20260-20264. https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108.

Tilman, D. y Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515, 518-522. https://doi.org/10.1038/nature13959.

Tilman, D., Clark, M., Williams, D.R., Kimmel, K., Polasky, S. y Packer, C. (2017). Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. *Nature* 546(7656), 73-81. https://doi.org/10.1038/nature22900.

Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A. y Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis. *Journal of applied ecology* 51(3), 746-755. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219.

United Nations (2016). *Amendment to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Kigali, 5 October 2016*. https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2016/CN.872.2016-Eng.pdf.

United Nations Children's Fund (2015). *Committing to Child Survival: A Promise Renewed Progress Report 2015.* New York, NY. https://www.unicef.org/publications/files/APR_2015_9_Sep_15.pdf.

United Nations Conference on Trade and Development (2014). *World Investment Report 2014: Investing in the SDGs - An Action Plan.* Geneva. https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2014_en.pdf.

United Nations Convention to Combat Desertification (2017). *Global Land Outlook.* Bonn: https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20English_Full_Report_rev1.pdf.

United Nations Development Programme (2016). *Human Development Report 2016. Human Development for Everyone.* New York, NY. http://hdr.undp.org/sites/default/files/2016_human_development_report.pdf.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf.

United Nations Environment Programme (2017). *The Emissions Gap Report 2017. A UN Environment Synthesis Report.* Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22070/EGR_2017.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). *Adoption of the Paris Agreement. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1.* Paris. https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf.

van der Esch, S., ten Brink, B., Stehfest, E., Bakkenes, M., Sewell, A., Bouwman, A. *et al.* (2017). *Exploring Future Changes in Land Use and Land Condition and the Impacts on Food, Water, Climate Change and Biodiversity: Scenarios for the UNCCD Global Land Outlook.* The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-exploring-future-changes-in-land-use-and-land-condition-2076b.pdf.

van der Zwaan, B.C.C., Rösler, H., Kober, T., Aboumahboub, T., Calvin, K.V., Gernaat, D.E.H.J. *et al.* (2013). A cross-model comparison of global long-term technology diffusion under a 2°c climate change control target. *Climate Change Economics* 4(4), 1-24. https://doi.org/10.1142/S2010007813400137.

van Dingenen, R., Dentener, F., Crippa, M., Leitao, J., Marmer, E., Rao, S. *et al.* (2018). TM5-FASST. A global atmospheric source-receptor model for rapid impact analysis of emission changes on air quality and short-lived climate pollutants. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 18, 16173-16211. https://doi.org/10.5194/acp-18-16173-2018.

van Puijenbroek, P.J.T.M., Beusen, A.H.W. y Bouwman, A.F. (2019). Global nitrogen and phosphorus in urban waste water based on the shared socio-economic pathways. *Journal of Environmental Management* 231, 446-456. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.048.

van Puijenbroek, P.J.T.M., Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W. y Lucas, P.L. (2015). Global implementation of two shared socioeconomic pathways for future sanitation and wastewater flows. *Water Science and Technology* 71(2), 227-233. https://doi.org/10.2166/wst.2014.498.

van Ruijven, B.J. (2008). *Energy and Development - A Modelling Approach.* PhD Thesis, Utrecht University https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/31562/ruijven.pdf?sequence=2

van Sluisveld, M.A.E., Harmsen, J.H.M., Bauer, N., McCollum, D.L., Riahi, K., Tavoni, M. *et al.* (2015). Comparing future patterns of energy system change in 2 °C scenarios with historically observed rates of change. *Global Environmental Change* 35, 436-449. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.019.

van Vuuren, D.P., Kok, M.T.J., Girod, B., Lucas, P.L. y de Vries, B. (2012). Scenarios in global environmental assessments: Key characteristics and lessons for future use. *Global Environmental Change* 22(4), 884-895. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.06.001.

van Vuuren, D.P., Kok, M., Lucas, P.L., Prins, A.G., Alkemade, R., van den Berg, M. *et al.* (2015). Pathways to achieve a set of ambitious global sustainability objectives by 2050: Explorations using the IMAGE integrated assessment model. *Technological Forecasting and Social Change* 98, 303-323. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.005.

van Vuuren, D.P., Stehfest, E., Gernaat, D., Doelman, J.C., Van den Berg, M., Harmsen, M. *et al.* (2017a). Energy, land-use and greenhouse gas emissions trajectories under a green growth paradigm. *Global Environmental Change* 42(1), 237-250. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.008.

van Vuuren, D.P., Hof, A.F., van Sluisveld, M.A.E. y Riahi, K. (2017b). Open discussion of negative emissions is urgently needed. *Nature Energy* 2(12), 902-904. https://doi.org/10.1038/s41560-017-0055-2.

van Vuuren, D.P., Stehfest, E., Gernaat, D.E.H.J., van den Berg, M., Bijl, D.L., de Boer, H.S. *et al.* (2018). Alternative pathways towards the 1.5 degree target focusing on the need of negative emission technologies. *Nature Climate Change* 8(5), 391–397. https://doi.org/10.1038/s41558-018-0119-8.

van Vuuren, D.P., van Soest, H., Riahi, K., Clarke, L., Krey, V., Kriegler, E. *et al.* (2016). Carbon budgets and energy transition pathways. *Environmental Research Letters* 11(7). https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/7/075002.

van Zanten, H.H.E., Bikker, P., Meerburg, B.G. y de Boer, I.J.M. (2018). Attributional versus consequential life cycle assessment and feed optimization: Alternative protein sources in pig diets. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23(1), 1-11. https://doi.org/10.1007/s11367-017-1299-6.

van Zon, A. y Muysken, J. (2003). *Health as a Principal Determinant of Economic Growth.* Maastricht Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology,Maastricht University. http://collections.unu.edu/eserv/UNU:1144/rm2003-021.pdf.

Verner, D. (2004). *Education and Its Poverty-Reducing Effects: The Case Of Paraiba, Brazil.* World Bank Policy Research Working Paper. Washington, D.C: World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/14083/wps3321.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

von Stechow, C., Minx, J.C., Riahi, K., Jewell, J., McCollum, D.L., Callaghan, M.W. *et al.* (2016). 2 °C and SDGs: United they stand, divided they fall? *Environmental Research Letters* 11(3). https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/034022.

Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P. *et al.* (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467(7315), 555-561. https://doi.org/10.1038/nature09440.

Wada, Y., Flörke, M., Hanasaki, N., Eisner, S., Fischer, G., Tramberend, S. *et al.* (2016). Modeling global water use for the 21st century: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its approaches. *Geoscientific Model Development* 9(1), 175. https://doi.org/10.5194/gmd-9-175-2016.

Wada, Y., Gleeson, T. y Esnault, L. (2014). Wedge approach to water stress. *Nature Geoscience* 7(9), 615. https://doi.org/10.1038/ngeo2241.

Wanner, N., Cafiero, C., Troubat, N. y Conforti, P. (2014). *Refinements to the FAO Methodology for Estimating the Prevalence of Undernourishment Indicator.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/a-i4046e.pdf.

Water and Sanitation Program (2004). *The Case for Marketing Sanitation.* http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/af_marketing.pdf.

Watt, S. y Chamberlain, J. (2011). Water, climate change, and maternal and newborn health. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 3(6), 491-496. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.10.008.

Weitz, N., Carlsen, H., Nilsson, M. y Skånberg, K. (2018). Towards systemic and contextual priority setting for implementing the 2030 Agenda. *Sustainability Science* 13(2), 531-548. https://doi.org/10.1007/s11625-017-0470-0.

West, P.C., Gerber, J.S., Engstrom, P.M., Mueller, N.D., Brauman, K.A., Carlson, K.M. *et al.* (2014). Leverage points for improving global food security and the environment. *Science* 345(6194), 325-328. https://doi.org/10.1126/science.1246067.

Wicke, B. (2011). *Bioenergy Production on Degraded and Marginal Land: Assessing its Potentials, Economic Performance, and Environmental Impacts for Different Settings and Geographical Scales.* Utrecht University https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/203772/wicke.pdf

Wolff, S., Schrammeijer, E.A., Schulp, C.J.E. y Verburg, P.H. (2018). Meeting global land restoration and protection targets: What would the world look like in 2050? *Global Environmental Change* 52, 259- 272. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.08.002.

Wood, S.L.R., Jones, S.K., Johnson, J.A., Brauman, K.A., Chaplin-Kramer, R., Fremier, A. *et al.* (2018). Distilling the role of ecosystem services in the sustainable development goals. *Ecosystem Services* 29, 70-82. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.010.

World Economic Forum (2017). *Shaping the Future of Global Good Systems: A Scenarios Analysis* Geneva: World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/IP/2016/NVA/WEF_FSA_FutureofGlobalFoodSystems.pdf.

World Health Organization (2006). *WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide: Global Update 2005. Summary of Risk Assessment.* Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=F232D7F7BDD673090F5BB2309F58CAA8?sequence=1

World Health Organization (2014). *Who Guidelines for Indoor Air Quality: Household Fuel Combustion.* Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/141496/9789241548885_eng.pdf?sequence=1.

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2017). *Reacing the Every Newborn National 2020 Milestones Country Progress, Plans and Moving Forward.* Geneva. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255719/9789241512619-eng.pdf?sequence=1.

World Water Assessment Programme (2003). *Water for People: Water for Life, The United Nations World Water Development Report.* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e.pdf

Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S. *et al.* (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314(5800), 787-790. https://doi.org/10.1126/science.1132294.

Xu, Y. y Ramanathan, V. (2017). Well below 2 °C: Mitigation strategies for avoiding dangerous to catastrophic climate changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(39), 10315-10323. https://doi.org/10.1073/pnas.1618481114.

Yamagata, Y., Hanasaki, N., Ito, A., Kinoshita, T., Murakami, D. y Zhou, Q. (2018). Estimating water–food–ecosystem trade-offs for the global negative emission scenario (IPCC-RCP2.6). *Sustainability Science* 13(2), 301-313. https://doi.org/10.1007/s11625-017-0522-5.

Yoshikawa, H., Aber, J.L. y Beardslee, W.R. (2012). The effects of poverty on the mental, emotional, and behavioral health of children and youth: Implications for prevention. *American Psychologist* 67(4), 272-284. https://doi.org/10.1037/a0028015.

Zhang, W., Cao, G., Li, X., Zhang, H., Wang, C., Liu, Q. *et al.* (2016). Closing yield gaps in China by empowering smallholder farmers. *Nature* 537(7622), 671-674. https://doi.org/10.1038/nature19368.

Zhang, X., Davidson, E.A., Mauzerall, D.L., Searchinger, T.D., Dumas, P. y Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature* 528, 51-59. https://doi.org/10.1038/nature15743.

Zhao, Z.Q., Bai, Z.H., Winiwarter, W., Kiesewetter, G., Heyes, C. y Ma, L. (2017). Mitigating ammonia emission from agriculture reduces PM2.5 pollution in the Hai River Basin in China. *Science of the total environment* 609, 1152-1160. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.240.

Zhou, X. y Moinuddin, M. (2017). *Sustainable Development Goals Interlinkages and Network Analysis: A Practical Tool for SDG Integration and Policy Coherence.* Institute for Global Environmental Strategies. Hayama. https://pub.iges.or.jp/pub_file/igesresearch-reportsdg/download.

Zhu, R., Hu, J., Bao, X., He, L., Lai, Y., Zu, L. *et al.* (2016). Tailpipe emissions from gasoline direct injection (GDI) and port fuel injection (PFI) vehicles at both low and high ambient temperatures. *Environmental Pollution* 216, 223-234. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.066.

Zimmerman, N., Wang, J.M., Jeong, C.-H., Wallace, J.S. y Evans, G.J. (2016). Assessing the climate trade-offs of gasoline direct injection engines. *Environmental science and technology* 50(15), 8385-8392. https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01800.

Capítulo 23

Iniciativas ascendentes y enfoques participativos para las perspectivas



© Shutterstock/ StevenK

Autor principal coordinador: Laura Pereira (Centre for Complex Systems in Transition, Stellenbosch University)

Autores principales: Ghassem Asrar (Pacific Northwest National Laboratory), Laur Hesse Fisher (Massachusetts Institute of Technology), Angel Hsu (Yale University), Jeanne Nel (Vrije Universiteit Amsterdam), Nadia Sitas (Council for Scientific and Industrial Research, South Africa), James Ward (University of South Australia), Joost Vervoort (Utrecht University),

Autores colaboradores: Odirilwe Selomane (Stockholm Resilience Centre, Stockholm University), Christopher Trisos (National Socio-Environmental Synthesis Center, United States of America), Thomas Malone (Massachusetts Institute of Technology), Yaolin Zhang (Yale-Nus College)

Asistentes GEO: Rohan Bhargava (Utrecht University), Mandy Angèl van den Ende (Utrecht University), Amy Weinfurter (Yale University)

Resumen ejecutivo

El reto del desarrollo sostenible ofrece la oportunidad de integrar más eficazmente los enfoques de los escenarios mundiales y locales en las evaluaciones y perspectivas medio ambientales a fin de apoyar la toma de decisiones para todos los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en todos los niveles: local, nacional, regional y mundial (*establecido, pero incompleto*). Una perspectiva ascendente sobre el futuro o de abajo hacia arriba, basada en escenarios y prácticas locales ofrece potenciales beneficios para explorar futuros alternativos que tengan en cuenta las realidades locales y que partan de acciones prácticas existentes que puedan ampliarse adecuadamente. La vinculación de los enfoques descendentes y ascendentes con el desarrollo de escenarios multinivel ofrece una oportunidad para que los procesos mundiales influyan en las acciones locales y para que las acciones locales se tengan en cuenta en los acuerdos mundiales. El desarrollo conjunto de enfoques que involucre a las múltiples partes interesadas ayudará a superar las limitaciones actuales para ampliar, extender y profundizar las innovaciones, y para transferir valiosas lecciones y resultados desde el nivel local al regional y al mundial, y viceversa {23.1}.

El enfoque ascendente involucra una amplia gama de conocimientos científicos y orientados a la acción, perspectivas y opiniones sobre un mundo deseable en el futuro y los métodos para llegar a este, dentro de las que se incluyen las vías para alcanzar los objetivos de sostenibilidad a largo plazo (por ejemplo, los ODS) (*establecido, pero incompleto*). Dado que no existe una única respuesta para lograr la sostenibilidad, es esencial contar con múltiples perspectivas. Gracias a una combinación de plataformas de crowdsourcing, talleres participativos en diferentes regiones del mundo, análisis de las soluciones de sostenibilidad existentes y una evaluación de las perspectivas regionales, se ha hecho posible la aplicación de nuevos métodos para vincular los resultados genéricos de los modelos globales con la información complementaria y la visión del nivel local. El resultado de la aplicación de este marco innovador proporciona información y conocimientos útiles y pertinentes para que los responsables políticos y los profesionales tomen decisiones más informadas sobre cómo lograr un futuro sostenible {23.4, 23.6}.

Actualmente, se está produciendo una oleada de esfuerzos ascendentes y de acuerdos ambientales multilaterales para alcanzar los ODS, así como otros esfuerzos para apoyar y facilitar la colaboración entre ellos *(establecido, pero incompleto).* El examen de las plataformas relacionadas con iniciativas ascendentes ofrece una comprensión preliminar de la amplitud y profundidad de las ideas, acciones y programas que pretenden contribuir a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible. La clara mayoría de las plataformas tienen un nivel de cobertura mundial, que hace uso de ejemplos y que promueve las interconexiones en todo el mundo. En su mayoría, las plataformas facilitan el intercambio de conocimientos y la identificación de soluciones de dos maneras: en primer lugar, a través de la recopilación de ejemplos, soluciones y mejores prácticas (por ejemplo, Momentum for Change Lighthouse Initiative de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [CMNUCC], PANORAMA Solutions for a Healthy Planet; WOCAT; Véase Anexo 23-1); y, en segundo lugar, mediante la creación de foros para compartir herramientas y conocimientos técnicos o regionales para actividades sobre el terreno (por ejemplo, Biofin Knowledge Platform, ClimateTechWiki). Otras plataformas utilizan concursos o crowdsourcing para generar y sintetizar soluciones a preguntas difíciles (por ejemplo, VertMTL, MIT Climate CoLab). Estas plataformas destacan la importancia de involucrar a una mayor variedad de personas para complementar las políticas e iniciativas gubernamentales {23,9}.

Las evaluaciones regionales del GEO destacan importantes presiones ambientales a futuro, pero también destacan prioridades y soluciones regionales que son fundamentales en los procesos de toma de decisiones (*bien establecidas*). El GEO-África se centró en el llamado desarrollo *leapfrogging* o a saltos e hizo énfasis en las bajas emisiones de carbono, para satisfacer las necesidades de alimentos, energía, agua y vivienda mientras mantenía los activos ecológicos del continente. Asia y el Pacífico tuvieron prioridades regionales diferentes, incluyendo la reducción del riesgo de desastres como una consideración importante, mientras que las ciudades inteligentes se perfilaron como posibles soluciones, dadas las tendencias de población y urbanización. América Latina y el Caribe se centró en desvincular el crecimiento económico del uso de los recursos naturales a través de la gestión sostenible y la resiliencia basada en los ecosistemas. Europa reconoció la necesidad de cambios en el estilo de vida y en el consumo para alcanzar sostenibilidad. América del Norte presentó un análisis de escenarios, pero hizo hincapié en la innovación tecnológica y la revolución de los datos como mecanismos para lograr el desarrollo sostenible. Asia Occidental enfatizo en la paz y la seguridad y en la importancia de la gestión integrada de los recursos para manejar aquellos recursos naturales limitados, como el agua. Aunque el cambio climático es un factor considerado en todas las regiones, se sugieren vías de adaptación y mitigación dentro de los marcos {23.10}.

Los análisis ascendentes presentan brechas en los datos y en los conocimientos que ponen de relieve la necesidad de ampliar los enfoques participativos en todos los niveles (*sin resolver*). Las brechas asociadas a dichos procesos pueden agruparse en cuatro grandes categorías, a saber: (1) Brechas relacionadas con las interconexiones entre regiones: las conexiones e interdependencias entre regiones no se destacaron en la mayoría de las evaluaciones regionales. (2) Las brechas relacionadas con temas transversales como el género, la equidad y la desigualdad están ausentes en todas las evaluaciones, excepto en las de África y América Latina y el Caribe. Es más probable que estos temas se aborden mediante un enfoque ascendente. (3) Brechas relacionadas con recursos específicos: las intervenciones para el agua dulce y los océanos son las que menos se abordan en las iniciativas ascendentes. Las propuestas e iniciativas del Climate CoLab se centraron en las intervenciones para el agua dulce, principalmente en WASH (agua, saneamiento e higiene), pero ninguna iniciativa ascendente abordó la desalinización o la regulación de los océanos. (4) Brechas relacionadas con el bienestar humano: se trata de soluciones centradas, principalmente, en la mitigación de la pobreza, mientras que la atención a la salud infantil y materna sólo fue abordada por una propuesta del Climate CoLab. Esto pone de manifiesto un área importante para que las intervenciones gubernamentales se dirijan a estas áreas específicas {23.9}.

Los enfoques participativos para identificar y evaluar soluciones transformadoras y prever vías hacia una mayor sostenibilidad pueden proporcionar a los responsables de la toma de decisiones un panorama de iniciativas útil y soluciones sinérgicas concretas (*establecido, pero incompleto*). Mediante la participación de las partes interesadas en talleres mundiales y en el Climate CoLab, el GEO-6 puede reunir muchas soluciones y visiones diversas que pueden complementarse, y potencialmente introducirse, en la información cuantitativa de los modelos de evaluación integrados. Estos enfoques participativos pueden ayudar a cambiar el enfoque de las perspectivas del "qué" al "cómo". Por ejemplo, se hizo especial énfasis en los sistemas alimentarios como puntos críticos de intervención para avanzar hacia un planeta sano con personas sanas. El Capítulo 22 identifica los objetivos de mejora del rendimiento y las soluciones como el

cambio de dieta y la reducción del uso de pesticidas. Todo ello se complementa con las iniciativas de los talleres y el Climate CoLab que elaboran campañas específicas que se están llevando a cabo en la actualidad y que ofrecen ejemplos de cómo de promover el cambio de dieta y las innovaciones para una agricultura de alto rendimiento, por ejemplo, aplicaciones que promueven la economía colaborativa para reducir el desperdicio de alimentos en las ciudades; agricultura urbana; acuicultura; intercambios de conocimientos indígenas y locales {23.12}.

Las transformaciones hacia la sostenibilidad requieren tanto innovaciones sociales como técnicas, así como un entorno político propicio en el que se puedan ampliar adecuadamente estas ideas y soluciones (*establecido, pero incompleto*). Dichas transformaciones aluden a los cambios sistémicos necesarios para pasar de una trayectoria sin cambios a un futuro más sostenible. La transformación suele desglosarse en múltiples fases con periodos temporales relacionados con un *statu quo* problemático, una fase de preparación en la que las innovaciones comienzan a desarrollarse, una fase de navegación/aceleración en la que las innovaciones crecen y se convierten en parte del nuevo sistema, y una fase de institucionalización en la que un sistema más deseable se hace sostenible a largo plazo. Cada una de estas fases requiere unas condiciones de gobernanza muy favorables para que las transformaciones se produzcan con éxito. La mejor manera de dividir estas condiciones favorables es en:

- Condiciones de apoyo para la ampliación adecuada de las innovaciones (establecimiento y apoyo de mercados para las innovaciones; apoyo a la experimentación y el aprendizaje de innovaciones; movilización de recursos financieros; movilización de recursos humanos)
- Condiciones perturbadoras para el debilitamiento de las estructuras problemáticas existentes (políticas de control; reforma normativa; reducción del apoyo al régimen existente; cambios en las redes y en los actores clave y sus relaciones) (23.12}.

Los análisis combinados de soluciones ascendentes y regionales para lograr un planeta sano con personas sanas ponen de relieve la necesidad de tener en cuenta a toda una serie de actores, que hacen posible una justicia distributiva y que garantizan una percepción justa acerca de en dónde se espera que la acción tenga lugar (*establecido, pero incompleto*). Muchas soluciones ofrecen la oportunidad a los países en desarrollo de dar un salto hacia trayectorias de desarrollo más sostenibles y equitativas. El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) desempeña un papel importante como herramienta promotora del cambio. Además, el rol de los diferentes actores sociales se hace explícito en las vías ascendentes. Por ejemplo, en muchas de las iniciativas evaluadas en este informe, los gobiernos municipales desempeñan un papel importante, así como las redes mundiales, como las ciudades sostenibles o las cooperativas energéticas. Sobre la base de las experiencias del GEO-6, el trabajo participativo en el futuro puede mejorarse involucrando globalmente a las partes interesadas de una mayor diversidad de orígenes, centrándose en la recopilación de datos relevantes para las políticas, como las funciones de los actores y las barreras al cambio, y perfeccionando los procesos de transformación y las implicaciones para la equidad de las intervenciones propuestas {23.13}.

23.1 Introducción

El rápido ritmo y la magnitud de los cambios sociales y medio ambientales en el Antropoceno, donde la actividad humana domina la mayor parte de los procesos de la Tierra (Crutzen 2006; Leach *et al.* 2013; Steffen *et al.* 2015) están cambiando la forma de realizar las evaluaciones ambientales globales. Estas (incluido el GEO-6) están desplazando el enfoque de las tendencias actuales, por ejemplo, ¿cuál es el estado actual de la biodiversidad?, hacia el de las transformaciones necesarias para un futuro más sostenible y los medios para llegar a él, como por ejemplo, ¿qué intervenciones son necesarias para mantener el calentamiento global por debajo de 1,5°C? (Kowarsch *et al.* 2017; Minx *et al.* 2017). Los responsables de la toma de decisiones, los académicos y los profesionales exigen un enfoque más profundo y explícito sobre las opciones de respuesta y el análisis de las políticas (Jabbour y Flachsland 2017). Este cambio de intención y dirección es especialmente relevante en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en el que las naciones han establecido la ambición de alcanzar una amplia gama de objetivos sociales, económicos y medio ambientales integrados y aceptados a nivel mundial para 2030. Sin embargo, la toma de decisiones a mediano y largo plazo se complica por el hecho de que el futuro es incierto, y a menudo no es evidente cómo se pueden transformar las políticas y prácticas existentes para lograr los resultados futuros deseados (Miller 2013; Miller, Poli y Rossel 2013; Bennett *et al.* 2016).

Las evaluaciones ambientales mundiales extraen, sintetizan e interpretan la información existente de forma que sea relevante para los responsables de la toma de decisiones, mientras ayudan a los gobiernos a lograr consensos a la hora de negociar acuerdos internacionales complejos, como por ejemplo, el Acuerdo Climático de París y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (Jabbour y Flachsland 2017). Sin embargo, mientras que las evaluaciones ambientales globales suelen basarse en escenarios cuantitativos a escala mundial para evaluar futuros potenciales y sortear situaciones de incertidumbre (van Vuuren *et al.* 2012), estas tienen dificultades para integrar dinámicas que puedan enlazar las escalas local, regional y global (Bennett *et al.* 2003). Además, los modelos de evaluación integrada, como los empleados en el Capítulo 22 para desarrollar escenarios mundiales cuantitativos, tienen dificultades para simular decisiones que implican múltiples niveles jurisdiccionales, así como diversos actores, y por tanto no pueden captar el impacto de las tendencias que surgen de las escalas subglobales. En consecuencia, si bien esos escenarios presentan futuros arquetípicos y unificados a nivel mundial, no siempre está claro para los responsables de la toma de decisiones, cómo las políticas nacionales pueden utilizarlos de manera que estén orientados a las decisiones y acciones locales (Biggs *et al.* 2015; Pereira *et al.* 2018a).

La implementación exitosa de vías de transformación requiere una comprensión de:

i. cómo se producen los cambios transformadores a nivel local, nacional, regional y mundial;
ii. qué actores y qué tecnologías disruptivas (es decir, que sustituyen a las tecnologías existentes creando nuevos mercados) impulsan dichos cambios; y,
iii. qué consecuencias puede tener la acción transformadora en cuanto a las conexiones entre los distintos niveles (Cash *et al.* 2006; Feola 2015; Patterson *et al.* 2017).

Aquí es donde la combinación de los escenarios de arriba hacia abajo y el análisis de abajo hacia arriba resulta crucial.

Este capítulo evalúa los procesos participativos y las prácticas locales que buscan un futuro diferente y fundamenta las intervenciones propuestas en el Capítulo 22 con ejemplos existentes. Las siguientes secciones ofrecen información de fondo sobre las interacciones entre los distintos niveles en las evaluaciones subglobales y las de las evaluaciones submundializadas e investigaciones existentes sobre la agregación de las prácticas locales para la aplicación eficaz de los ODS. Las secciones posteriores describen la metodología utilizada para el análisis ascendente del GEO-6, seguida de los resultados de la evaluación y la información obtenida del análisis.

23.2 Integración de las evaluaciones mundiales y los análisis ascendentes

La evaluación de las vías de transformación puede realizarse de lo global a lo local, o de lo local a lo global. Por ejemplo, los Capítulos 21 y 22 presentan análisis de escenarios y vías globales, pero estos análisis también pueden realizarse a nivel local y regional. Además, las vías pueden formularse de forma ascendente o de abajo hacia arriba utilizando iniciativas existentes y potencialmente transformadoras como punto de partida (Pereira *et al.* 2018b). Como se describe en el Capítulo 22, los escenarios globales integran modelos y datos a escala mundial para proyectar vías y resultados futuros plausibles. Estos métodos se utilizan para explorar una amplia gama de futuros posibles (escenarios de exploración) y los impactos de las soluciones u opciones políticas recomendadas (escenarios de búsqueda de objetivos) (van Vuuren *et al.* 2012; Intergovernmental Science- Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES] 2016). Sin embargo, la mayoría de los enfoques globales y de los modelos de evaluación integrados no pueden abordarse eficazmente con: (1) las funciones y el comportamiento de actores específicos y los mecanismos políticos multinivel que apoyan la transformación, (2) las tecnologías disruptivas y, (3) la desagregación geográfica.

En cambio, los enfoques participativos de escenarios locales pueden utilizar las narrativas e iniciativas existentes para imaginar y observar el comportamiento de los actores, considerar el cambio disruptivo y desarrollar vías futuras que estén contextualizadas localmente y sean prácticas (Merrie *et al.* 2018). Sin embargo, estos escenarios locales se enfrentan al reto de ampliar y transferir el conocimiento acumulado y los resultados de los casos individuales, desde el nivel local hasta el regional y el global. Además, los enfoques locales carecen de la especificidad de los enfoques basados en modelos, ya que a menudo solo están parcialmente cuantificados o agregados, lo que limita su aplicación a niveles superiores.

Desde estos puntos de partida alternativos, los escenarios multinivel pueden desarrollarse en dos direcciones. Los escenarios globales pueden reducirse de forma descendente para su uso a nivel regional y local; y los escenarios locales pueden agregarse mediante enfoques ascendentes para complementarlos insertando contextos locales que permitan abordar los sesgos y las presunciones. La reducción de escala de los escenarios globales se ha investigado y publicado ampliamente (Zurek y Henrichs 2007; Mason-D'Croz *et al.* 2016; Palazzo *et al.* 2017). La creación de escenarios globales por medio de la agregación de enfoques ascendentes o mediante otras escalas innovadoras de escenarios locales ha recibido, por el contrario, poca atención por parte de la investigación. Este ámbito ofrece muchos beneficios potenciales para integrar futuros más imaginativos de las distintas escalas en las evaluaciones medio ambientales mundiales, con el fin de proporcionar información más útil para fundamentar las políticas y las decisiones (Bennett *et al.* 2016).

23.3 Evaluaciones subglobales en un contexto multinivel

Las evaluaciones regionales o subglobales basadas en escenarios descendentes ofrecen una visión y una experiencia útiles sobre la navegación de las dinámicas multiescalares y transescalares. Existen importantes retos asociados a la creación y conexión de los escenarios a diferentes escalas y niveles, pero también oportunidades significativas para una mayor relevancia política.

La bibliografía existente ha asumido en su mayoría que los escenarios de nivel superior (mundial) pueden servir de marco para los escenarios de nivel inferior (regional, nacional o local) de cinco maneras (Zurek y Henrichs 2007; Tabla 1. p.1292):

i. los escenarios entre diferentes niveles se consideran *equivalentes* en todos los aspectos si lo que se considera cierto a nivel global también lo es a nivel local;
ii. son *coherentes* cuando todos los supuestos clave que enmarcan los escenarios globales pueden utilizarse para restringir los escenarios a nivel local. En general, así es como se desarrollaron las evaluaciones regionales del GEO antes del GEO-6, es decir, las evaluaciones regionales que se analizan en este capítulo;
iii. los escenarios con una menor conexión directa se consideran *coherentes* si comparten ciertos (pero no todos) los supuestos básicos sobre el futuro y en todos los niveles y los demás supuestos suelen ser específicos para cada nivel. Un ejemplo de ello es un conjunto de escenarios regionales creados teniendo en cuenta las preocupaciones políticas de África Occidental, pero conectados en términos de algunos supuestos clave con los escenarios globales desarrollados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (véase Palazzo *et al.* 2017);
iv. los conjuntos de escenarios *comparables* estudian el mismo ámbito de temas y problemas, pero no están conectados en términos de supuestos clave sobre el futuro. Las evaluaciones regionales de la IPBES siguen hasta cierto punto este proceso al utilizar arquetipos de escenarios como herramientas de comparación entre las distintas regiones (Sitas y Harmáčková *et al.* presentado para su publicación); y,
v. los escenarios *independientes* pueden ampliar este proceso, basándose en diferentes preocupaciones y enfoques.

La literatura científica demuestra cómo los escenarios de alto nivel pueden integrarse con conjuntos de escenarios más locales, entrelazándose con escenarios que van desde los que son más similares (Kok *et al.* 2015) hasta los que tienen conjuntos de escenarios comparables (Mason-D'Croz *et al.* 2016). Sin embargo, existe una importante brecha en la existencia de estudios que utilizan escenarios a nivel local y regional para fundamentar escenarios a nivel mundial, a través de un enfoque ascendente. Este es un nuevo e importante enfoque para las perspectivas presentadas por el GEO-6.

Tanto el GEO como la IPBES comparten el interés por los escenarios futuros ascendentes (IPBES 2016; Rosa *et al.* 2017; Lundquist *et al.* 2017). Las evaluaciones regionales de la IPBES ofrecen un importante punto de comparación que incluyen una amplia revisión de los escenarios submundiales y los esfuerzos en materia de las vías (**véase el Recuadro 23.1**). Otro ejemplo muy relevante del uso de vías y escenarios regionales es el CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (Vervoort *et al.* 2014), ya que permite entender cómo el desarrollo de vías puede conectarse directamente a la formulación de políticas en diferentes regiones submundiales.

Recuadro 23.1: La IPBES y los procesos de los escenarios ascendentes

La evaluación metodológica de la IPBES sobre escenarios y modelos exploró cómo los escenarios pueden emplearse como herramientas para la toma de decisiones (IPBES 2016). Al igual que el GEO, la IPBES tiene como objetivo vincular la ciencia con las políticas en una variedad de niveles a través de las Evaluaciones Regionales, que se utilizan como base de conocimientos científicos para el desarrollo de políticas. En general, la IPBES se centra en el estado del planeta en relación con la biodiversidad, los ecosistemas y las contribuciones de la naturaleza a las personas, basándose en las interacciones entre el mundo humano y el no humano (Pascual *et al.* 2017). Las conclusiones de las evaluaciones regionales muestran que los ecosistemas, y en consecuencia sus servicios, están degradándose, por lo que es sumamente necesario que las políticas que abordan este desafío se investiguen desde lo local hasta lo global (IPBES 2016). La IPBES está llevando a cabo revisiones de escenarios tanto a nivel global (informe global de la IPBES en preparación) como a nivel regional (IPBES 2018a; IPBES 2018b; IPBES 2018c; IPBES 2018d), lo que permite un enfoque más específico sobre cómo los futuros ascendentes pueden contribuir a las narrativas globales y ayudar a comprender mejor cómo lograr futuros más deseables, sistemas acoplados hombre-naturaleza y un desarrollo sostenible (Lundquist *et al.* 2017).

Cada vez hay más consenso en la literatura sobre la utilidad de los escenarios, especialmente en el proceso de la IPBES, a través de un desarrollo más creativo de múltiples escenarios ascendentes, diversos y multiescalares con la participación de las partes interesadas, los cuales sean coherentes dentro de un contexto de escenario global (Kok *et al.* 2016; Rosa *et al.* 2017). Esto se ha visto reforzado en las conclusiones sobre la necesidad de crear competencias en cuanto al papel de los escenarios en la toma de decisiones, una conclusión clave en algunas de las evaluaciones regionales de la IPBES (véase IPBES 2018a; IPBES 2018b). En respuesta a esto, el Grupo de Expertos de la IPBES 3c sobre escenarios y modelización acordó establecer un camino a seguir para empezar a llenar las brechas en los ejercicios de escenarios (Rosa *et al*. 2017).

El grupo de expertos reconoció que:

1. los escenarios no incorporan los objetivos políticos relacionados con la conservación de la naturaleza y la retroalimentación socioecológica;
2. los escenarios suelen ser relevantes solo a un nivel espacial concreto; y,
3. la naturaleza y sus contribuciones a las personas se tratan como consecuencia de las decisiones humanas, en lugar de estar en el centro del análisis (Lundquist *et al.* 2017).

Para abordar estas cuestiones, el grupo de expertos inició el desarrollo de un conjunto de escenarios multiescala sobre el futuro de la naturaleza, los cuales están basados en visiones positivas de las relaciones humanas con la misma. El primer paso de este proceso fue un taller de visión con las partes interesadas multisectoriales y los expertos (del 4 al 8 de septiembre de 2017 en Auckland, Nueva Zelanda; véase Lundquist *et al.* 2017). Utilizando una metodología adaptada de Manoa mash-up basado en Pereira *et al.* (2018a), el taller dio lugar a siete visiones de futuros positivos para la naturaleza a partir de un enfoque de escenarios ascendente que serán desarrolladas en mayor medida en el plan de trabajo del grupo de expertos. El proceso de perfeccionamiento de las visiones para convertirlas en escenarios que puedan tener un elemento cuantitativo para la modelización, así como para subsanar las brechas, implicará ciclos iterativos de visión, consulta a las partes interesadas y modelización a través de una variedad de distintos foros (Lundquist *et al.* 2017).

23.4 Futuros ascendentes basados en las prácticas locales actuales

La necesidad de considerar las contribuciones de las iniciativas ascendentes está siendo reconocida formalmente en las evaluaciones globales. Esto demuestra tanto el compromiso político con la implementación ascendente y el potencial que ofrece de alcanzar los objetivos medio ambientales, como la descarbonización para 2050. El Capítulo 12 del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, sobre asentamientos humanos, infraestructuras y ordenación del territorio, reconoce el papel de los actores locales en la mitigación del clima mundial (Seto *et al.* 2014). El informe de síntesis sobre la Brecha de Emisiones 2016 del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente incluyó, por primera vez, una evaluación de múltiples estudios que cuantificaron la contribución adicional de los actores locales a la mitigación (United Nations Environment Programme [UNEP] 2016). Este análisis determinó que los actores subnacionales y no estatales podrían reducir las emisiones en un equivalente de 0,4 a 10,0 gigatoneladas de CO_2 en 2020. Estos recortes ayudarían a reducir la brecha entre 12 y 14 Gt para el 2030 entre los recortes de emisiones de los gobiernos nacionales y lo que los escenarios globales especifican que se necesita para evitar un aumento de 2°C en las temperaturas globales, aunque, el último informe del IPCC enfatiza la necesidad de canalizar la acción global hacia un objetivo de 1,5°C (IPCC 2018). En septiembre de 2018, Jerry Brown, el gobernador de California y, Michael Bloomberg, el ex alcalde de la ciudad de Nueva York, organizaron la Cumbre de Acción Climática Global que destacó el papel que podrían desempeñar diversos actores tales como las universidades, las organizaciones de la sociedad civil, las empresas y los gobiernos locales a través de procesos ascendentes y procesos participativos para enfrentar el cambio climático (Global Climate Action Summit 2018). El papel fundamental de las ciudades en la adaptación y la mitigación del clima también se ha identificado en un informe de la Red de Investigación sobre el Cambio Climático Urbano mediante el cual se identifican las vías para las transformaciones urbanas sostenibles (Rosenzweig *et al.* 2018).

Varios enfoques de futuros ascendentes identifican prácticas locales e iniciativas de sostenibilidad a pequeña escala en distintos niveles y sectores geográficos. A nivel mundial, dos ejemplos de estas iniciativas son los proyectos Seeds of Good Anthropocenes y Climate CoLab. El primero de estos proyectos desarrolla una colección de iniciativas locales, sociales, tecnológicas, económicas, ecológicas y socioecológicas para ayudar a imaginar un futuro medio ambiental positivo (Bennett *et al.* 2016). El segundo proyecto es una plataforma en línea para que cualquier persona pueda presentar y debatir soluciones para el cambio climático (Malone *et al.* 2017). Mientras que el proyecto Seeds of Good Anthropocenes se centra en la identificación e investigación de las prácticas de las iniciativas locales, Climate CoLab se centra principalmente en el proceso de identificación, desarrollo y evaluación de iniciativas mediante un mecanismo de crowdsourcing. Un ejemplo de base de datos mundial específica del sector es el Panorama Mundial de Enfoques y Tecnologías de la Conservación (WOCAT, por su sigla en inglés). La red WOCAT se creó en 1992 para recopilar, documentar, evaluar, compartir, difundir y aplicar conocimientos para la gestión sostenible de la tierra (WOCAT 2018). Fue una red que marcó tendencia al reconocer la vital importancia de dicha gestión y la necesidad apremiante de la correspondiente gestión del conocimiento. A principios de 2014 fue reconocida oficialmente por la Convención de las Naciones Unidas para Lucha contra la Desertificación (CNULD) como la principal base de datos en materia de mejores prácticas para la gestión sostenible de la tierra.

A nivel regional, tres proyectos de la Unión Europea, a saber, TESS, TRANSMANGO y PATHWAYS, también han recogido iniciativas locales sobre diversos temas ambientales. TESS elaboró una base de datos de iniciativas de innovación social a pequeña escala en Europa centradas en el cambio climático (TESS 2018), mientras que TRANSMANGO se centró en la sostenibilidad alimentaria (TRANSMANGO 2018), y PATHWAYS desarrolló una base de datos sobre las transiciones locales y regionales para una Europa sostenible y baja en carbono (PATHWAYS 2018).

La iniciativa Seeds of Good Anthropocenes aboga por escenarios "basados en semillas" en los que las iniciativas recogidas de abajo hacia arriba se amplían, se extienden y se profundizan (Bennett *et al.* 2016), y cuyas primeras actividades se han completado recientemente (Lundquist *et al.* 2017; Pereira *et al.* 2018b). Climate CoLab y TESS no exploran iniciativas a través de escenarios específicamente, sin embargo, Climate CoLab ha realizado experimentos en los que se ha invitado al público a que integre propuestas locales para crear planes de acción climática a nivel nacional para muchos países y regiones del mundo (Malone *et al.* 2017). Mientras tanto, TRANSMANGO y PATHWAYS han construido escenarios ascendentes, por ejemplo, en el primer caso, el proyecto TRANSMANGO se basó en 18 estudios de caso para explorar las futuras vías locales hacia sistemas alimentarios sostenibles. En cambio, PATHWAYS integró en su desarrollo y análisis de vías de transición, los conocimientos de su base de datos, los cuales, sin embargo, no se basaron en combinaciones de iniciativas. Aunque existen diversas bases de datos de iniciativas ascendentes que podrían utilizarse para construir escenarios de esa naturaleza o basados en semillas, no hay escenarios globales relevantes para todos los aspectos del cambio medio ambiental que estén específicamente basados en dichas semillas. Las metodologías de Seeds of Good Anthropocenes y TRANSMANGO (Hebinck *et al.* 2016; Hebinck *et al.* 2018; Pereira *et al.* 2018a) proporcionan un punto de partida para desarrollar dichos escenarios globales ascendentes. La bibliografía relacionada con la planificación y la toma de decisiones ascendentes (Fraser *et al.* 2006; Reed, Fraser y Dougill 2006; Reed 2008; Kuramochi, Wakiyama y Kuriyama 2016; Nemoto y Biazoti 2017) y el crowdsourcing (Wiggins y Crowston 2011; Gellers 2015; Vasileiadou, Huijben y Raven 2016), proporcionan directrices útiles para los métodos utilizados en este capítulo.

23.5 Justificación y enfoque metodológico

Parte de la base conceptual de este capítulo es la noción de que las evaluaciones globales integradas y los procesos ascendentes basados en prácticas innovadoras tienen beneficios complementarios, y que su conexión ofrece perspectivas únicas (**Tabla 23.1**). Tal y como se ha explicado en el Capítulo 22, las simulaciones cuantitativas globales de las vías hacia el logro de los ODS tienen la ventaja de ofrecer una sólida comprensión numérica de los cambios mundiales necesarios para alcanzar estos objetivos, así como de los impactos positivos y negativos inesperados que pueden tener los intentos de crear estos cambios. Dichas vías globales también tienen la ventaja de ofrecer un contexto en el que se pueden considerar las fuerzas motrices mundiales del cambio, como las captadas por los escenarios de no intervención presentados en el Capítulo 21. Como enfoque complementario a estas evaluaciones globales, este capítulo evalúa tres modos de análisis complementarios:

i. una evaluación de las plataformas existentes que ofrecen iniciativas de sostenibilidad ascendentes
ii. una evaluación sobre las prácticas locales a través de ejemplos ilustrativos de crowdsourcing y enfoques participativos; y,

iii. el análisis de las intervenciones a nivel submundial para transitar a un futuro más sostenible, tal y como lo destacan las evaluaciones submundiales/regionales (**Figura 23.1**).

El análisis de las iniciativas a nivel local ofrece respaldar las vías globales con ejemplos tangibles y mecanismos de cambio, especialmente, cuando se basan en iniciativas que ya están en marcha, aunque sea en forma de piloto o nicho. Las evaluaciones submundiales ofrecen una especificidad regional al tiempo que proporcionan un contexto a nivel intermedio ampliamente aplicable a los itinerarios nacionales y locales.

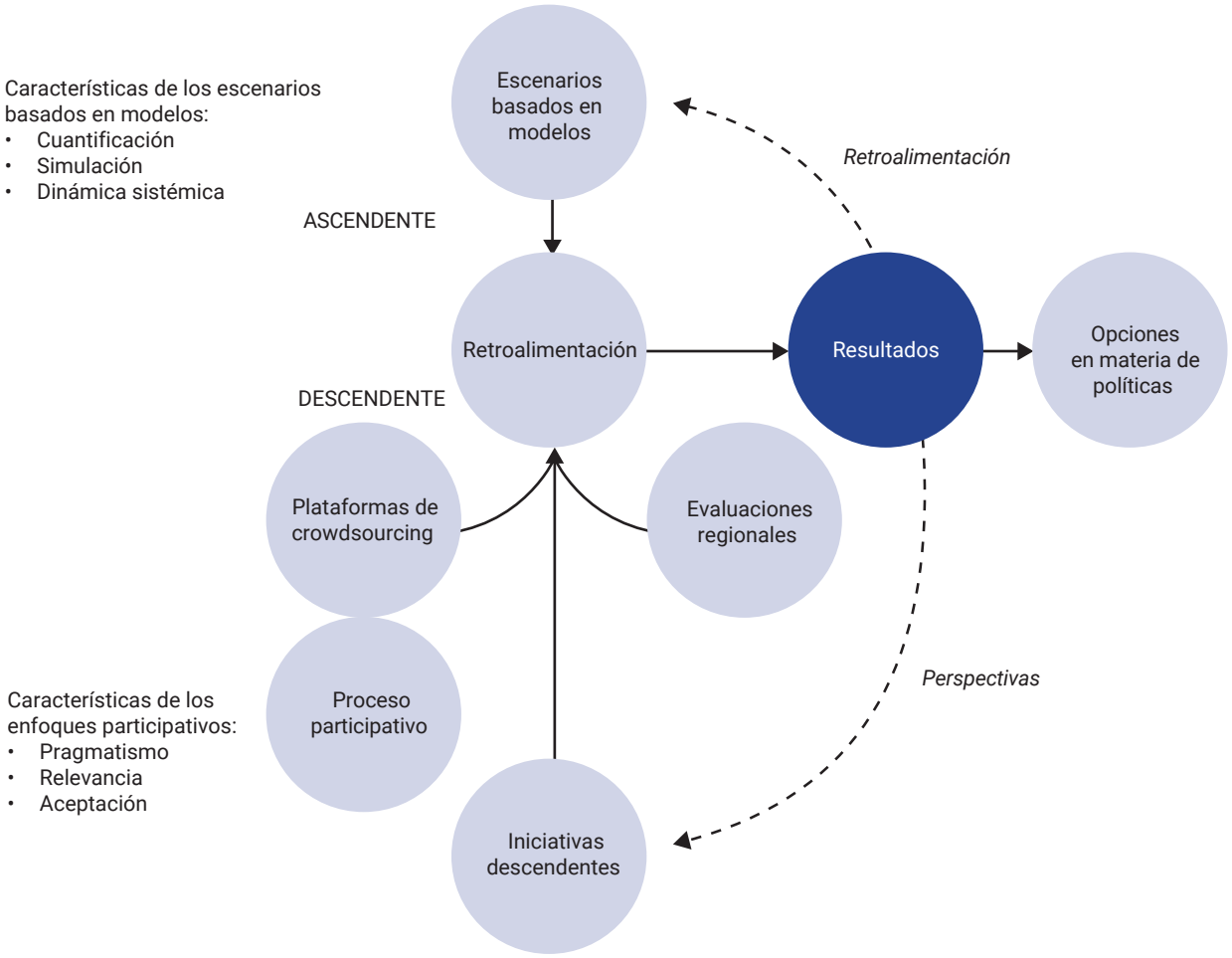
23.6 Investigar el amplio panorama de las iniciativas ascendentes

El amplio panorama de las iniciativas ascendentes no recogidas en los procesos participativos es diverso, pero los métodos para captar esta diversidad son limitados debido a la disponibilidad de datos. A través de una búsqueda en línea se ha identificado y codificado una serie de plataformas que recopilan una variedad de iniciativas ascendentes relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad. Aunque no es exhaustivo, el Anexo 23-1 ofrece una muestra de unas 20 plataformas de iniciativas ascendentes. Estas fueron identificadas a través de búsquedas en Internet utilizando palabras clave que incluían "plataforma de sostenibilidad" e

Tabla 23.1: Diferentes tipos de modelo de evaluación

Modelo global de evaluación integrada	❖ Contexto global ❖ Integración de las varias dimensiones del cambio ❖ Simulación de los efectos causados por las intervenciones globales ❖ Cuantificación de la magnitud de los retos
Subglobal	❖ Contextualización regional de las intervenciones en términos de condiciones físicas, económicas, políticas y culturales, de retos y oportunidades
Síntesis de las prácticas locales	❖ Completar las intervenciones a nivel macro con el "quién y cómo": los numerosos actores e innovaciones que dan viabilidad a las vías globales y regionales

Figura 23.1: Esquema de cómo los enfoques ascendentes de este capítulo complementan las conclusiones descendentes de los Capítulos 21 y 22 y cómo, en conjunto, pueden ofrecer ideas políticas para el Capítulo 24



"iniciativas medio ambientales ascendentes", así como a través del conocimiento previo de las mismas. Estas plataformas están lideradas por una serie de actores tanto no gubernamentales como gubernamentales y proporcionan una comprensión preliminar de la amplitud y el rango de ideas, acciones y programas que buscan implementar y ayudar a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible.

23.7 Iniciativas participativas del GEO-6

Para desarrollar vías ascendentes centradas en transformaciones concretas del sistema se organizaron dos procesos participativos. Estas vías se desarrollaron para complementar los modelos integrales de evaluación mundial y se basan en una diversidad de prácticas y conocimientos de campo que resultan potencialmente transformadores. Estas vías también ayudan a conectar el GEO-6 con las partes interesadas a nivel mundial. El primer proceso participativo consistió en una serie de talleres celebrados en Bangkok, Guangzhou, Nairobi y Singapur, en los que se invitó a las partes interesadas locales a visualizar vías de transformación específicas basadas en las prácticas locales, enmarcadas en las tres vías de Camino a Río+20 (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency 2012): tecnología global, soluciones descentralizadas y cambio en el estilo de vida (UNEP 2017a; UNEP 2017b; UNEP 2017c; UNEP 2018). El segundo proceso participativo fue un concurso en línea celebrado junto con la plataforma Climate CoLab (véase la **Figura 21.9: Aumento de la temperatura media mundial;** Climate CoLab 2018). El concurso solicitó a los participantes que combinaran las propuestas existentes dentro de la plataforma Climate CoLab para construir combinaciones creativas de acciones que pudieran alcanzar los objetivos del cambio climático junto con otros ODS.

Como aspecto nuevo e innovador del GEO-6, este capítulo y las iniciativas participativas ofrecen una evaluación ilustrativa de cómo las acciones participativas pueden incorporar las perspectivas de las partes interesadas y los conocimientos de terreno a los modelos de evaluación integrada. Por tanto, este análisis tiene dos objetivos: (1) ayudar a vincular la perspectiva de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo sobre el cambio sistémico transformador para los futuros informes del GEO, y, (2) proporcionar ideas sobre las prácticas existentes y potencialmente impactantes que podrían ayudar a generar un cambio transformador hacia la sostenibilidad.

A partir de los cuatro talleres y del concurso del Climate CoLab, tres distintos tipos de datos fueron reconocidos: prácticas y conceptos innovadores (denominados semillas); una combinación de ideas semilla centradas en propuestas más amplias sobre cambios específicos del sistema; y, propuestas de Climate CoLab (se trata de propuestas que combinan ideas existentes dentro de la plataforma de forma nueva e innovadora). Las semillas son ejemplos de iniciativas sociales existentes, pero aún no predominantes, nuevas tecnologías, herramientas económicas o proyectos socio-ecológicos, u organizaciones, movimientos o nuevas formas de actuar que parecen estar haciendo una contribución sustancial hacia la creación de un futuro que sea justo, próspero y sostenible (Pereira *et al.* 2018a). En los talleres se recogieron semillas y se pidió a los participantes que construyeran propuestas sobre cómo alcanzar el mayor número posible de ODS combinando esas semillas entre sí y explorando cómo podrían interactuar (UNEP 2017a; UNEP 2017b; UNEP 2017c; UNEP 2018). Tanto las semillas como las propuestas combinadas se enmarcaron en torno a una de las tres vías de Río+20 mencionadas anteriormente (véase el PBL Netherlands Environmental Assessment Agency 2012 y el Capítulo 22). Los cuatro talleres dieron lugar a 156 semillas y 24 propuestas de transformaciones específicas del sistema; y el concurso del Climate CoLab dio lugar a 70 propuestas, de las cuales los jueces seleccionaron 34 semifinalistas, 12 finalistas y 2 ganadores (uno seleccionado por el voto del público y otro por los jueces, véase la **Figura 21.9: Aumento de la temperatura media mundial** y el **Recuadro 23.4**).

Para evaluar los resultados del proceso participativo, las semillas y las propuestas semifinalistas del Climate CoLab se codificaron según las cinco dimensiones resumidas en la **Tabla 23.2**. Estas dimensiones se seleccionaron para plasmar de la mejor manera posible la diversidad de resultados y para integrar los resultados con el Capítulo 22. Como proceso reiterativo y participativo, las semillas y las propuestas se codificaron en función de la disponibilidad y la calidad de los datos presentados, por lo que no todos los resultados pudieron ser clasificados en todas las dimensiones. También hay que señalar que algunas dimensiones

Recuadro 23.2: Climate CoLab

Climate CoLab es una plataforma de concursos en línea y una comunidad dirigida por el Centro de Inteligencia Colectiva del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por su sigla en inglés), con el objetivo de aprovechar la inteligencia colectiva de miles de personas de todo el mundo para hacer frente al cambio climático a nivel mundial. Las personas trabajan en la plataforma entre sí y con más de 800 expertos en cambio climático y temas afines, para crear, analizar y seleccionar propuestas detalladas sobre qué hacer con los distintos aspectos del problema del cambio climático. El sitio Climate CoLab cuenta con más de 100.000 miembros registrados y ha recibido más de 2.500 propuestas. El concurso, al que se dio el título de Exploring Synergistic Solutions for Sustainable Development, empezó a aceptar propuestas el 1 de noviembre de 2017, e invitó a cualquier persona a presentar propuestas que respondieran a la pregunta: "¿Qué combinaciones de propuestas del Climate CoLab podrían ayudar a alcanzar múltiples ODS?".

El concurso de los jueces se promocionó a través de una amplia gama de redes, incluso a través de ONU Medio Ambiente, el MIT y otros socios organizativos de todo el mundo, además de promocionarse entre la propia comunidad de Climate CoLab. Los jueces seleccionaron 12 finalistas, así como un ganador. También se invitó al público mundial a votar por la propuesta más merecedora de un premio de elección popular de entre los 12 elegidos. Estos ganadores se anunciaron el 15 de marzo de 2018 (véase el **Recuadro 23.4**).

- Estadísticas del concurso:
- 73 propuestas presentadas
- 112 autores de propuestas (individuales o en equipo)
- 188 comentarios sobre las propuestas presentados por expertos, autores y otros miembros
- 3.064 votos válidos emitidos
- La página web del concurso puede ser consultada en: http://www.climatecolab.org/contests/2017/exploring-synergistic-solutions-for-sustainable-development

Fuente: Climate CoLab (2018).

Tabla 23.2: Dimensiones de categorización

Dimensión	Categorías	Descripción
Beneficios de la iniciativa	17 ODS	La clasificación según ODS capta la gama de beneficios de cada una de las semillas y propuestas. Al finalizar, una diversidad de resultados fue identificada, así como las posibles sinergias con los ODS.
Categoría de medidas globales	41 "medidas" o "intervenciones" mundiales (a las que se hace referencia en este capítulo cuando se describen iniciativas específicas) desglosadas en cinco grupos centrados en el sistema	Los resultados se clasificaron bajo las 32 medidas identificadas en el Capítulo 22 junto con 9 intervenciones adicionales que fueron identificadas durante el proceso de clasificación y que no encajaban claramente en ninguna de las 32 medidas existentes. Los grupos de agua dulce y de océanos se agruparon debido a la baja representabilidad de los resultados.
Teoría del cambio	❖ Nueva tecnología ❖ Descentralización ❖ Diseño/infraestructura ❖ Seguimiento e informes ❖ Cambio en las prácticas de producción ❖ Cambio de estilo de vida ❖ Nueva organización/empresa ❖ Plataforma de conocimientos/datos ❖ Cambio de política ❖ Financiación/incentivos/subvenciones ❖ Sensibilización, conocimiento, desarrollo de habilidades	La teoría del cambio identifica el tipo de cambio o solución de la iniciativa. Estas categorías se basan en un proceso de codificación repetitivo de los resultados para captar mejor la diversidad y minimizar el solapamiento de las categorías.
Actor	❖ Organizaciones internacionales ❖ Gobiernos (locales, regionales, nacionales) ❖ Sector privado/empresas ❖ Sociedad civil ❖ Instituciones académicas y de investigación ❖ Hogares/individuos	El tipo de actor se centra en su participación en cada una de las iniciativas.
Geografía (sólo para los semifinalistas del Climate CoLab)	❖ Por país	El país o los países donde se desplegaría la iniciativa y de donde son originarios los autores.

fueron autoidentificadas por los colaboradores, mientras que otras fueron clasificadas de forma especial por el equipo de autores del GEO.

23.8 Evaluaciones regionales en el GEO-6

En 2016 se completaron seis evaluaciones regionales del GEO para África, Asia y el Pacífico, Europa, América Latina y el Caribe, América del Norte y Asia Occidental. Estas pueden considerarse evaluaciones intermedias entre las mundiales y las locales. Cada evaluación regional destaca los retos medio ambientales específicos de la región y las intervenciones clave para abordarlos. En conjunto, estas evaluaciones proporcionan un conjunto global de retos y respuestas para asegurar un futuro más sostenible en el que aún se siguen manteniendo ciertas prioridades regionales. En este capítulo, comparamos las intervenciones clave identificadas en las seis regiones con las identificadas a partir de la revisión de la literatura sobre escenarios (Capítulo 22) y los procesos de abajo hacia arriba o ascendentes (**Figura 23.15**). De este modo, pretendemos identificar posibles brechas en las intervenciones consideradas en los tres niveles de evaluación (global, regional y local), y extraer ideas que mejoren la gama de intervenciones y opciones políticas disponibles para los responsables de la toma de decisiones.

De forma similar a las iniciativas participativas, las intervenciones más importantes identificadas en los capítulos de Perspectivas de las evaluaciones regionales del GEO se clasificaron según las intervenciones identificadas mediante la revisión de la literatura de escenarios (Capítulo 22, **Tabla 22.1**). Las intervenciones que no estaban en la lista predefinida fueron añadidas desde la revisión de la literatura del escenario a fin de obtener una lista actualizada de las mismas.

23.9 Conclusiones de un enfoque ascendente

23.9.1 Plataformas ascendentes de mayor alcance y los diversos actores necesarios para el cambio

Los gobiernos nacionales de todo el mundo han empezado a reconocer que una buena modelización y evaluación de los escenarios climáticos requiere la contribución de fuentes ascendentes (Hsu *et al.* en prensa). Las trayectorias de las emisiones mundiales modeladas a partir de modelos descendentes de evaluación integrada (van Vuuren *et al.* 2011) no incorporan explícitamente la información de las iniciativas ascendentes, ni las contribuciones individuales de los gobiernos locales, las empresas y las organizaciones de la sociedad civil. Las vías de emisión descendentes suponen que estos esfuerzos de mitigación se subsumen en las promesas de los gobiernos nacionales, pero los actores ascendentes asumen compromisos climáticos que podrían considerarse adicionales o ajenos a los esfuerzos climáticos nacionales, lo que complica la evaluación de los escenarios de mitigación climática (Hsu *et al.* 2015; Jordan *et al.* 2015). Para agravar esta complejidad, los actores individuales suelen formar

coaliciones híbridas, a menudo en cooperación con los gobiernos nacionales, con lo que construyen redes transnacionales de gobernanza climática. Estas asociaciones demuestran los posibles efectos acumulativos de las iniciativas individuales de base sobre las acciones climáticas individuales de abajo hacia arriba cuando los actores alinean sus objetivos y coordinan sus esfuerzos (Andonova, Betsill y Bulkeley 2009).

En diciembre de 2014, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) puso en marcha el portal de Acción Climática Mundial, también conocido como Zona de actores no estatales para la acción climática (NAZCA, por sus siglas en inglés), en un esfuerzo por captar y hacer un seguimiento de la diversidad de actores y compromisos ascendentes que prometen mitigación, adaptación, financiación, creación de capacidades y otras acciones para hacer frente al cambio climático (UNFCCC 2018; véase el **Recuadro 23.3**). El portal de Acción Climática Global se desarrolló inicialmente para ilustrar el enfoque de "all hands on deck" manos a la obra (Hale 2016) para la gobernanza climática, lo cual ha conducido a que la comunidad científica y analítica avance en la actualidad hacia una metodología coherente para dar cuenta de la cuantificación de las contribuciones de los actores ascendentes en los escenarios de mitigación climática global (Initiative for Climate Action Transparency [ICAT] 2018; Hsu *et al.* en prensa). Este esfuerzo pretende servir a múltiples objetivos:

i. cuantificar la agregación global de los esfuerzos climáticos ascendentes y su impacto adicional en los escenarios climáticos existentes permitirá una evaluación más precisa de las vías de emisión y las brechas existentes.
ii. comprender los aportes de mitigación de los esfuerzos ascendentes proporcionará a los gobiernos nacionales información adicional con la que podrán impulsar Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional más ambiciosas para el Acuerdo Climático de París en los ciclos de revisión (UNFCCC 2015). Este conocimiento de los impactos descentralizados también puede impulsar y permitir a los gobiernos apoyar y ampliar mejor estas actividades.
iii. incorporar las iniciativas ascendentes en los escenarios climáticos globales permitirá reconocer las iniciativas a pequeña escala o las contribuciones cualitativas (por ejemplo, la creación de capacidades) que son fundamentales para avanzar en las trayectorias con menos emisiones de carbono, pero que son difíciles de cuantificar (Chan, Brandi y Bauer 2016).

Resultados sobre el análisis de las plataformas ascendentes

Más de 50.000 acciones de abajo hacia arriba fueron identificadas, pero sus diferentes estructuras y objetivos dificultaron las comparaciones. Evaluar las plataformas, en lugar de los compromisos individuales, ayudó a facilitar las comparaciones entre los diferentes tipos de acciones ascendentes, y también a arrojar luz sobre las estructuras existentes para permitir y apoyar el crecimiento y desarrollo continuos de estas. Las plataformas identificadas a través de la búsqueda en línea van desde el programa Visión Amazonía, con sede en Colombia, y que incluye más de 200 iniciativas que apoyan la realización de actividades de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); hasta Sustainia 100, que ha realizado un seguimiento de más de 4.500 soluciones sostenibles desplegadas por 188 empresas. Los objetivos de estas plataformas varían, desde la oferta de soluciones de crowdsourcing hasta un listado de opciones de microfinanciación, pasando por el suministro de información que conecta a las partes interesadas (**Figura 23.2**). A menudo, las plataformas tratan de apoyar o presentar iniciativas de una amplia gama de actores, mientras que otras se centran más en un tipo de actor concreto, como las empresas. Con ejemplos de todo el mundo, todas las plataformas, excepto cinco, tienen un nivel de cobertura global. Las cinco iniciativas no globales se centran en cuestiones urbanas (MTLGreen), regionales (Visión Amazonía, MACBIO - Pacific) y nacionales (por ejemplo, WorthWild, GreenCrowd).

La mayoría de las plataformas consideradas facilitaron el intercambio de conocimientos y la identificación de soluciones de dos maneras. Una de ellas fue mediante la recopilación de ejemplos, soluciones y mejores prácticas (por ejemplo, la iniciativa Momentum for Change Lighthouse de la CMNUCC, PANORAMA Solutions for a Healthy Planet), y la segunda fue mediante la creación de foros para compartir herramientas y conocimientos técnicos o regionales, con el fin de apoyar una amplia gama de actividades sobre el terreno (por ejemplo, Biofin Knowledge Platform, ClimateTechWiki). Otras plataformas recurrieron a concursos o al crowdsourcing para generar y sintetizar soluciones a cuestiones difíciles (por ejemplo, VertMTL, MIT Climate CoLab). Un número menor de plataformas se centró en el seguimiento de los avances o el impacto de las actividades (por ejemplo, REDDX) o en la facilitación de la ejecución de proyectos mediante la asignación de fondos u otras formas de apoyo técnico o de capacidad (por ejemplo, WorthWild, Greencrowd, Divvy, LifeWeb Initiative).

El análisis de codificación reveló una gran variedad de actores que trabajan a todos los niveles para lograr la implementación los ODS (**Figura 23.3**). Las plataformas que identificamos son organizadas, dirigidas o supervisadas principalmente por una serie de actores gubernamentales y no gubernamentales, y facilitan principalmente el intercambio de conocimientos y la identificación de soluciones entre las iniciativas ascendentes. Estos espacios pueden constituir una vía importante para la ampliación de las soluciones y establecer las bases para la ampliación de las

Recuadro 23.3: El portal para la Acción Climática Mundial

El portal para la Acción Climática Mundial, también conocido como NAZCA, es una plataforma en línea que actualmente cuenta con más de 12.000 compromisos de acción contra el cambio climático realizados por gobiernos locales, empresas, organizaciones de la sociedad civil, instituciones de educación superior e inversores. Estos compromisos van desde empresas particulares que adoptan precios internos del carbono para limitar el crecimiento de las emisiones, hasta gobiernos municipales que se comprometen a la neutralidad del mismo. El portal para la Acción Climática Mundial también incluye iniciativas como la Iniciativa de Resiliencia Rural R4 del Programa Mundial de Alimentos (World Food Programme 2018), que tiene como objetivo aumentar la resiliencia al cambio climático a través de un sistema integrado de gestión de riesgos para 100.000 agricultores. De lejos, los actores ascendentes más numerosos en el portal son los gobiernos subnacionales y locales, ya que cerca de tres cuartas partes de las ciudades de la plataforma se encuentran en Europa (Hsu *et al.* 2016). Esta sobrerrepresentación geográfica de los actores ascendentes en el Norte global, debido a la falta de datos reportados, es una de las principales limitaciones de los esfuerzos por comprender el alcance de la acción climática. La gran mayoría de los compromisos climáticos se centran en los objetivos de reducción de emisiones y el 85% de los esfuerzos subnacionales y cerca del 40% de las acciones corporativas abordan la mitigación del clima. La mayoría de las acciones del portal de Acción Climática Mundial reconocen el papel de los esfuerzos locales para promover la producción de energía limpia y alterar los sistemas de consumo responsables del cambio climático a nivel mundial.

Figura 23.2: Cantidad de iniciativas incluidas en una muestra de plataformas que cuentan con iniciativas de sostenibilidad ascendente (véase el Anexo 23-1 para una breve descripción de las plataformas)

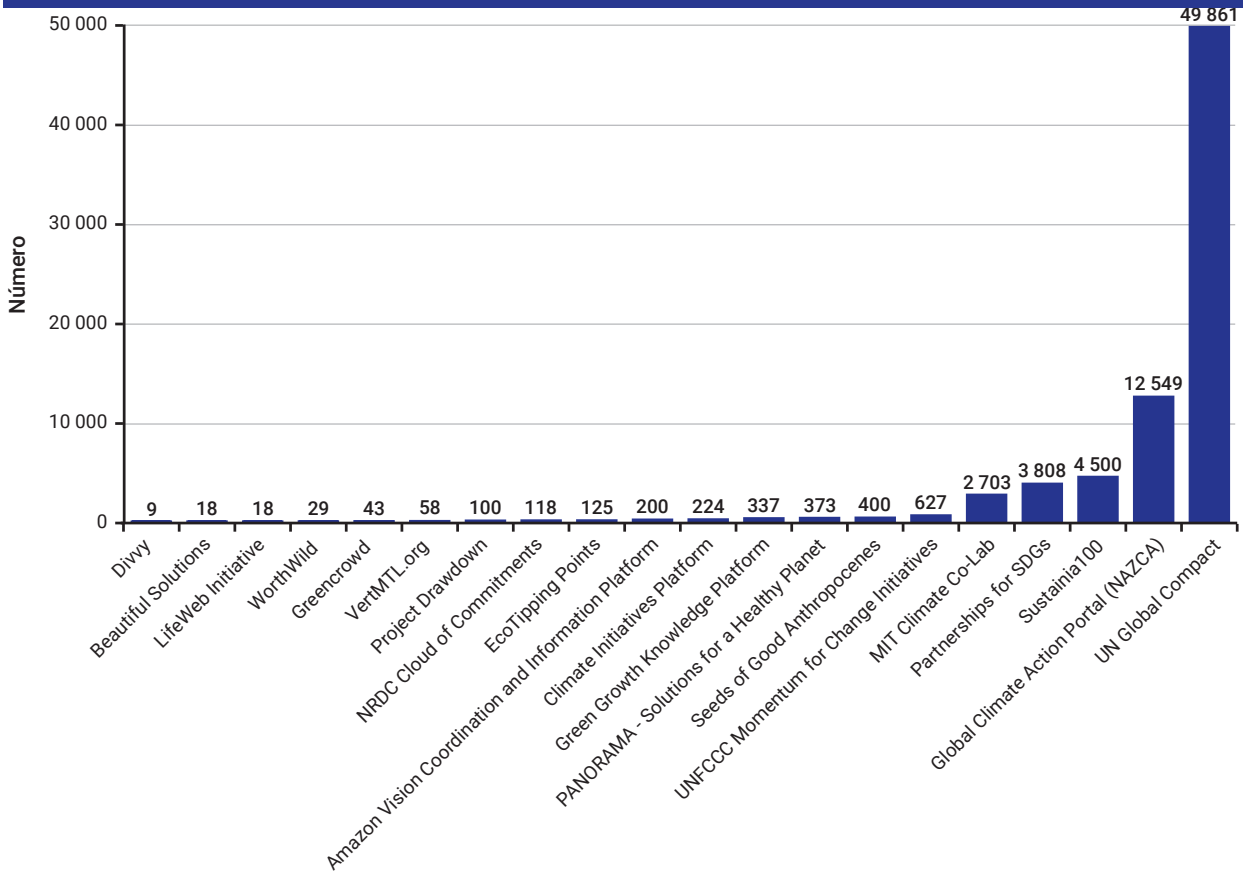
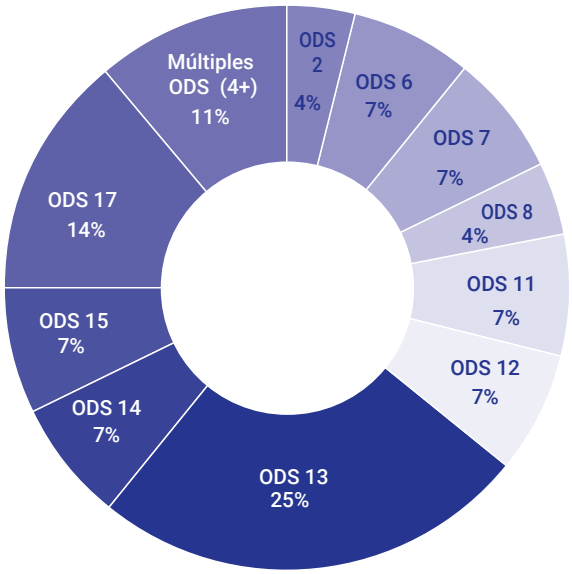


Figura 23.3: Representación proporcional de los ODS según su cobertura por parte de las plataformas de iniciativas de sostenibilidad ascendentes seleccionadas. Algunas iniciativas tienen un alcance más limitado y se refieren estrictamente a uno, dos o tres ODS, mientras que otras son diversas y abarcan una gama más amplia de ODS (cuatro o más) (véase el Anexo 23-1 para una breve descripción de las plataformas de iniciativas)



mismas, mediante la recopilación y el análisis de las mejores prácticas y las soluciones innovadoras. La creación de foros para la colaboración y el intercambio también puede ayudar a facilitar la coordinación informal y una división del trabajo mutuamente beneficiosa entre los diferentes actores. La investigación de Abbott (2012) sobre las iniciativas transnacionales, por ejemplo, concluye que muchas coaliciones logran ejecutar actividades para las cuales los gobiernos nacionales suelen estar menos capacitados, como el intercambio de información y la creación de capacidades.

23.9.2 Procesos participativos

Mientras que en la Sección 23.10 se subraya el conjunto de plataformas que recogen en la actualidad iniciativas con potencial para ayudar a cumplir la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en esta sección se presentan los resultados de los talleres participativos y del crowdsourcing del Climate CoLab, con el fin de evidenciar aún más la diversidad de soluciones encontradas a nivel mundial. Estas iniciativas se identificaron como ejemplos concretos de soluciones típicas en las categorías de medidas descritas en el Capítulo 22. También cuestionan algunos de los supuestos sobre cómo se produce el cambio dentro de los modelos descendentes y ponen de relieve las tendencias interrelacionadas de los ODS, sus posibles sinergias y el papel de diversos actores en la consecución de la Agenda 2030, mientras que los modelos descendentes ayudan a centrarse en las compensaciones. Esta sección ofrece primero una visión general de las tendencias encontradas en todos los talleres de semillas y en las propuestas del Climate CoLab, antes de desglosar los resultados según los cuatro grupos estudiados en el Capítulo 22. Además, se creó un quinto grupo de categorías sobre medidas/

intervenciones basado en aquellas soluciones encontradas en el trabajo ascendente que no encajaban claramente en los cuatro grupos existentes y que se analizan con más detalle en la Sección 23.10. La evaluación demuestra el potencial de las iniciativas ascendentes para ayudar a los responsables políticos y los análisis descendentes, pero, debido al limitado tamaño de la muestra, no constituye una visión general de todas las soluciones aplicadas sobre el terreno a nivel mundial.

Panorama general de las iniciativas

ODS

El taller de semillas y las propuestas del Climate CoLab apuntaron a los 17 ODS en diversos grados. La **Figura 23.4** destaca el rango de ODS encontrado en el análisis. En el caso del taller de semillas, el ODS 12 (consumo y producción sostenibles) y el ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) fueron los más representados. En cuanto a las propuestas del Climate CoLab, el ODS 13 (acción por el clima) fue el objetivo que se planteó en más del 80% de las propuestas, seguido del ODS 3 (buena salud y bienestar).

Actores

El taller de semillas se centró sobre todo en los actores gubernamentales, el sector privado/empresas y los hogares/individuos (**Figura 23.5**). Más del 60% de dichos talleres estableció un papel para el gobierno, siendo el gobierno local el más mencionado, seguido por los gobiernos nacionales. Del mismo modo, las propuestas del Climate CoLab también hicieron hincapié en el papel del gobierno, siendo los gobiernos nacionales los más mencionados. La importancia de evaluar a los diversos actores se explica con más detalle en la sección 23.11.

Geografía

Al presentar las propuestas en la plataforma Climate CoLab, se pidió a los colaboradores que identificaran hasta cinco países en los que sus propuestas serían efectivas (**Figura 23.6a**).

Dentro de los 34 semifinalistas del Climate CoLab, los países que más se mencionaron fueron la República de Kenia (11 menciones de propuestas), la República de la India (8) y la República Unida de Tanzania (7). Al tratarse de un proyecto de crowdsourcing abierto y mundial para la búsqueda de soluciones, el énfasis en el Sur global apunta a una desigualdad geográfica en donde se percibe la necesidad de cambio y se destaca la necesidad de que las transformaciones sean más equitativas en todas las regiones (véase la Sección 23.14 para un debate sobre la justicia distributiva y las transformaciones equitativas). Algunas de las soluciones surgieron en el Norte global para ser aplicadas en el Sur global, lo que hace que el caso de la equidad sea especialmente relevante. Aunque no es deliberada, esta tendencia refuerza la idea de que el Norte puede continuar con su trayectoria habitual mientras el Sur se desarrolla de forma más sostenible, y también pasa por alto algunos de los matices de la interpretación contextual de la sostenibilidad y de cómo lograrla (véase Vercoe y Brinkman 2009). Sin embargo, el elevado número de sugerencias realizadas por los colaboradores del Sur Global (**Figura 23.6b**) también señala el pensamiento innovador que se está produciendo en estas partes del mundo, donde la urgencia de llevar a cabo acciones a fin de cumplir con la Agenda 2030 es mayor (Nagendra 2018). Al permitir las contribuciones de todo el mundo, los procesos participativos del GEO 6 podrían captar una serie de soluciones específicas del contexto para lograr el desarrollo sostenible.

Figura 23.4: ODS a los que se dirigen el total de los talleres semillas y el total de propuestas del Climate CoLab

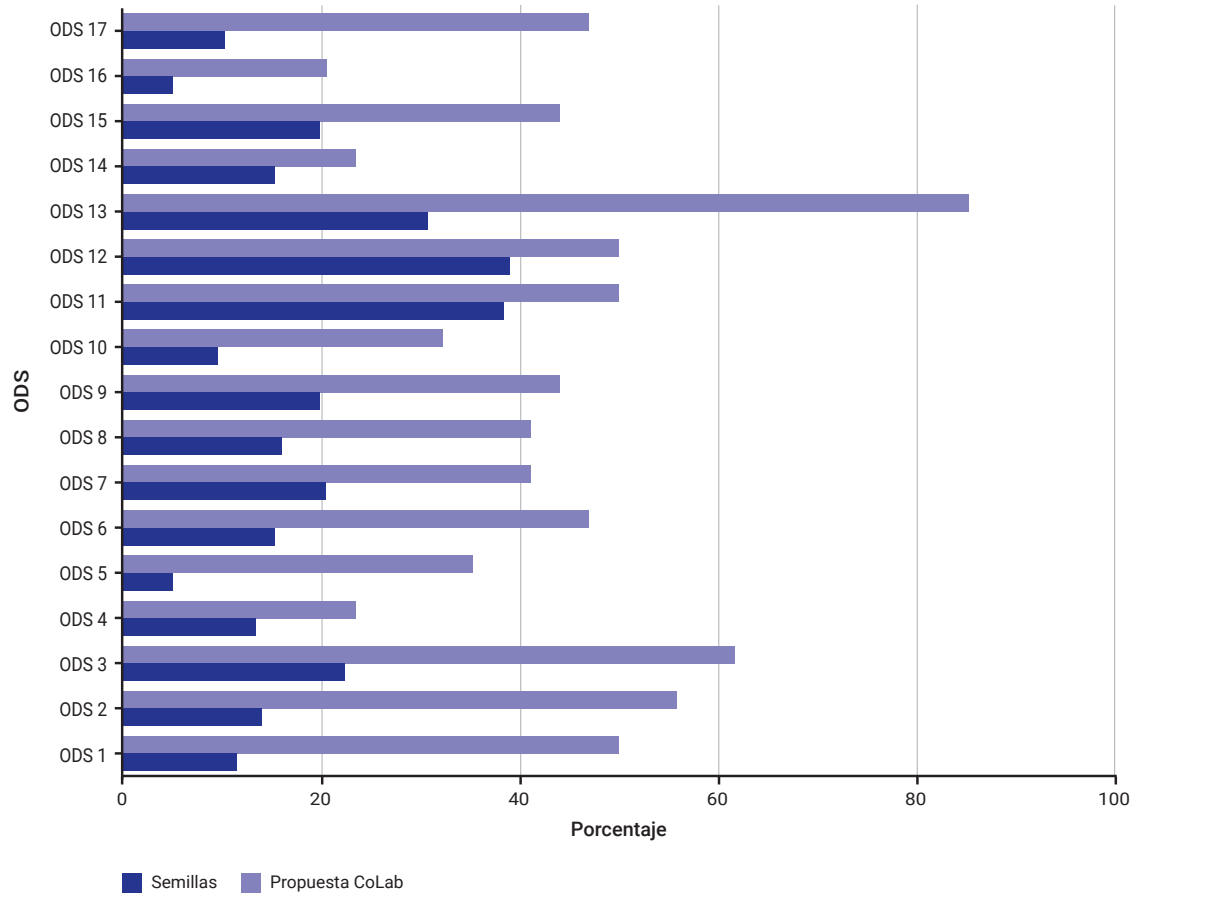


Figura 23.5: Tipos de actores representados por el total de semillas y el total de propuestas de Climate CoLab

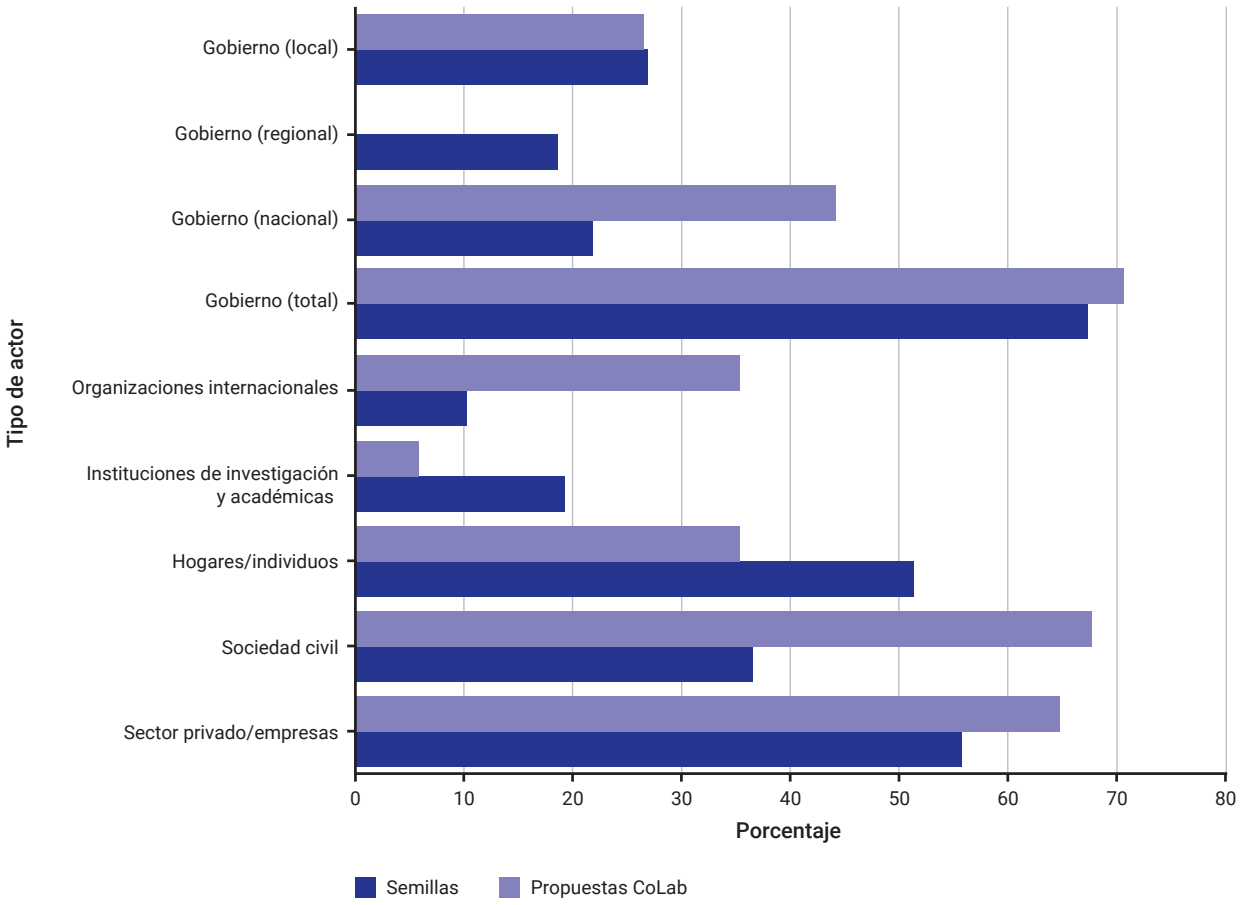


Figura 23.6a: Cubrimiento regional de las propuestas de Climate CoLab

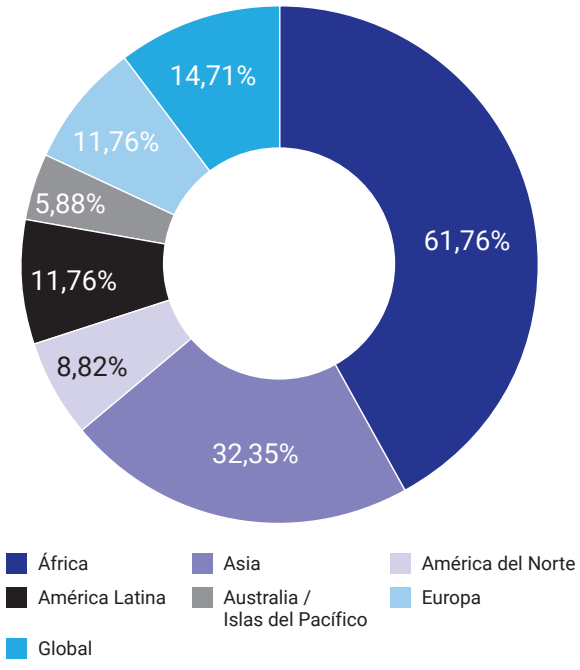
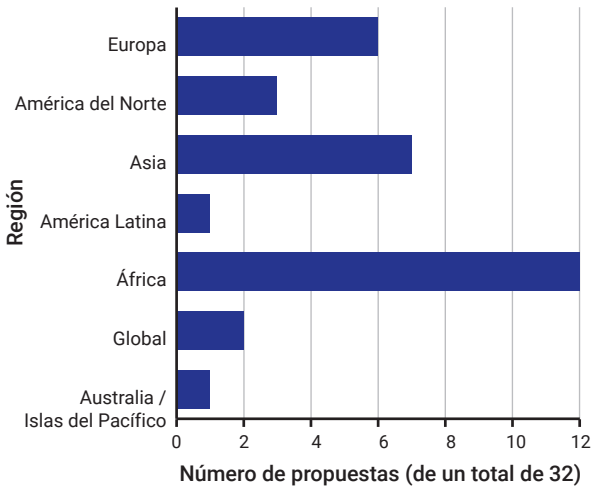


Figura 23.6b: Desglose regional de las propuestas de Climate CoLab



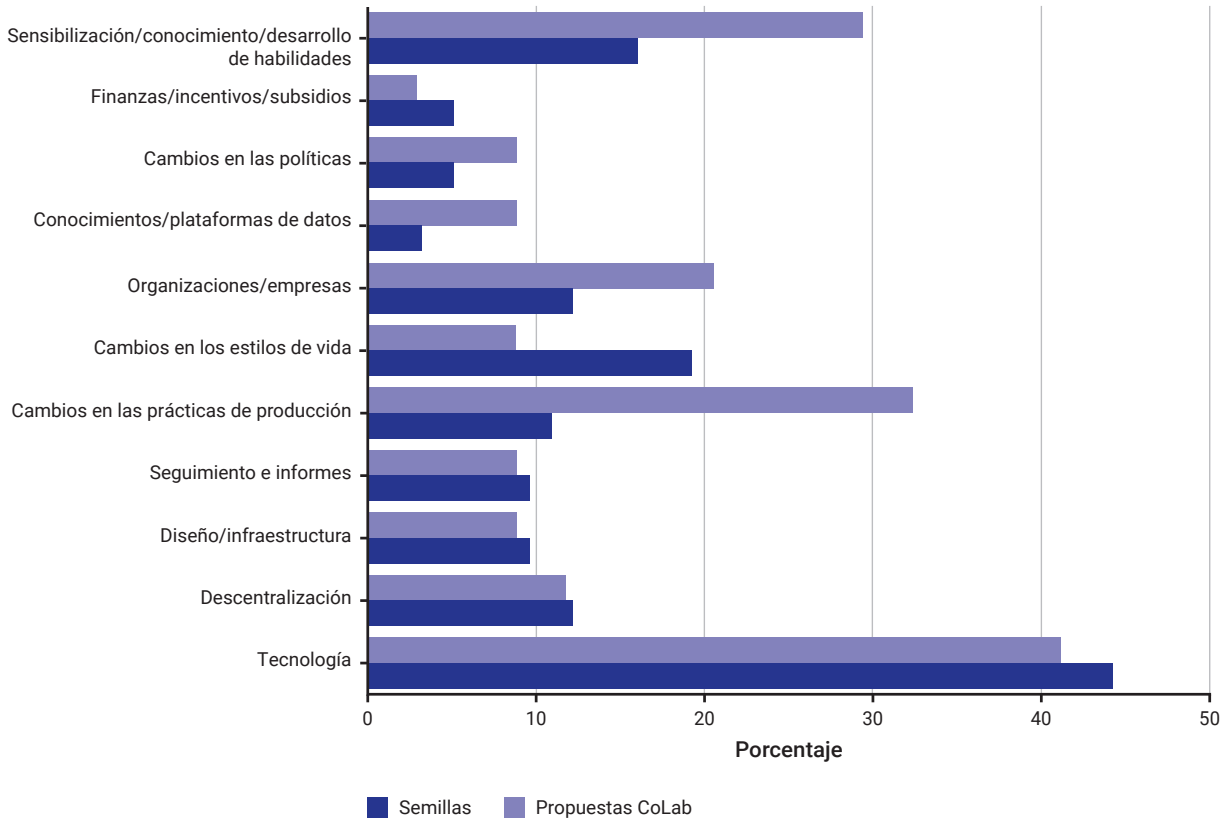
Teoría del cambio

Las semillas y las propuestas del Climate CoLab se centraron, mayoritariamente, en nuevas tecnologías para alcanzar los objetivos deseados (**Figura 23.7**). Las propuestas del Climate CoLab también hicieron hincapié en cambiar las prácticas de producción, a fin de que los productores fueran más responsables de las intervenciones de sostenibilidad. Las semillas se centraron más en el cambio de estilo de vida y en hacer recaer la responsabilidad en los consumidores más que en los productores. Dentro de la "categoría de nuevas tecnologías" también se hizo gran énfasis en las soluciones basadas en aplicaciones. Once semillas y una propuesta del Climate CoLab plantearon el uso de aplicaciones, en gran parte para permitir a los usuarios supervisar y documentar temas de sostenibilidad y conectarse con otros sobre ellas. Entre ellas, la propuesta del Climate CoLab para que los habitantes de las ciudades reporten sobre la calidad de su entorno (C'SQUARE), y semillas como una aplicación para calcular la huella de los residuos de plástico o aplicaciones para informar sobre la contaminación del agua a las autoridades competentes, controlar el consumo de energía, ayudar a estudiar e identificar las plantas, y varias aplicaciones de economía colaborativa relacionadas con el uso compartido de viajes, el intercambio de residuos y el préstamo de productos a los vecinos. Las propuestas ganadoras del Climate CoLab tenían innovaciones tecnológicas en su núcleo: ClimateCoop se basaba en la tecnología blockhain y el Marco Comunitario para el Desarrollo Sostenible integraba las tecnologías existentes para satisfacer múltiples necesidades de sostenibilidad de forma holística (para un ejemplo, véase el **Recuadro 23.4**).

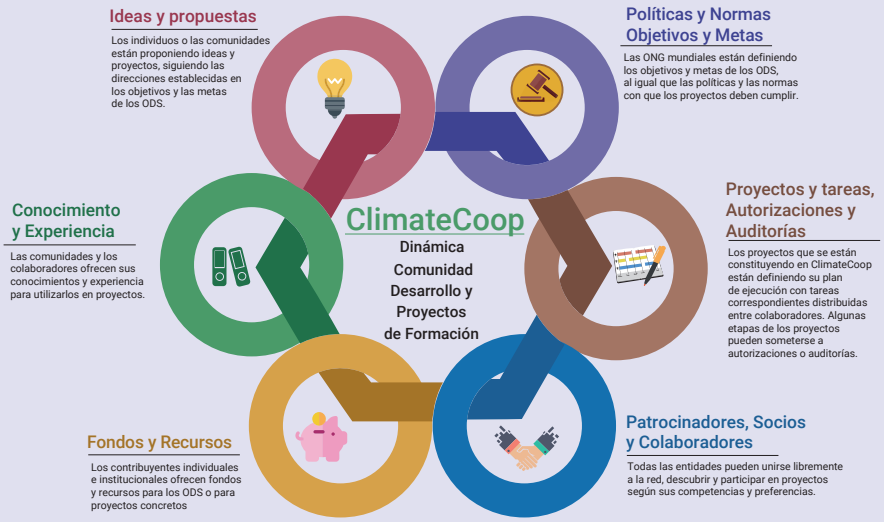
Grupos temáticos al interior de los talleres semillas y las propuestas de Climate CoLab

Los talleres semillas y las propuestas del Climate CoLab se codificaron por tipos de intervención y grupos generales, según las categorías indicadas en la **Tabla 22.13** del Capítulo 22. La codificación por grupos permite que las iniciativas ascendentes complementen y refuercen el análisis descendente. Dado que los enfoques ascendentes son nuevos en el GEO-6, el siguiente análisis pretende ser ilustrativo de las posibilidades que ofrecen estos métodos complementarios. En futuras evaluaciones, sería posible reunir un conjunto de datos más amplio y vincular los resultados de forma más explícita a los esfuerzos descendentes y, a su vez, el análisis descendente podría mejorarse incluyendo algunas de las conclusiones del análisis ascendente. La codificación se realizó asignando subjetivamente tantos tipos de intervención como fueran apropiados, basándose en la descripción proporcionada para cada propuesta de semilla o de Climate CoLab; como tal, es común que varios tipos de intervención a través de más de un grupo estén representados en una propuesta dada. En el caso de agua dulce y océanos, debido a la escasa representación en ambos dos grupos, éstos se han agrupado a lo largo de este capítulo para su análisis según el grupo y la categorización original dada en el Capítulo 22. Sin embargo, se recomienda que el agua dulce y los océanos se consideren por separado en futuras evaluaciones.

Figura 23.7: Cómo está representada cada teoría del cambio por el total de semillas y propuestas

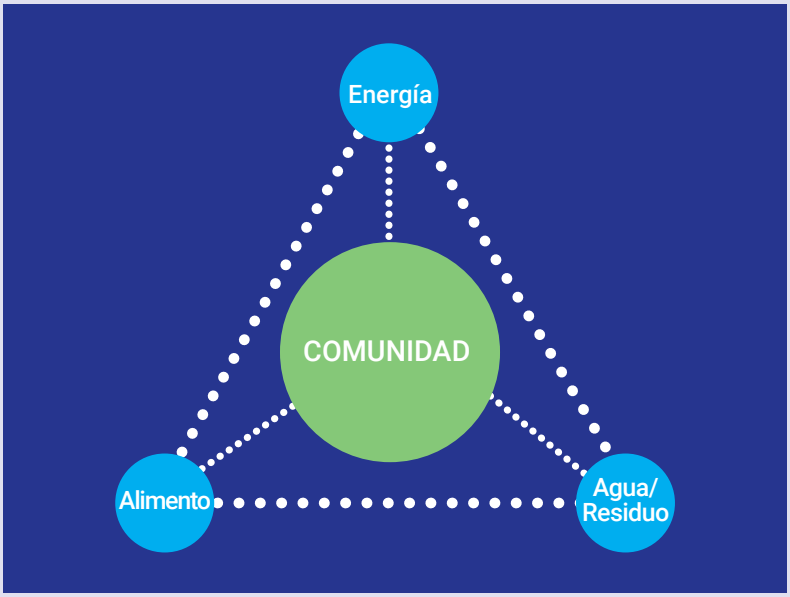


ClimateCoop - The Climate Consortium Blockchain (ganador elegido por el jurado)
ClimateCoop es una plataforma basada en blockchain que permite una acción descentralizada, local y transparente sobre los ODS. Esta plataforma descentralizada conecta a las partes interesadas (por ejemplo, individuos, investigadores, patrocinadores, organizaciones internacionales, gobiernos, empresas) y facilita la colaboración para nuevas ideas e iniciativas. En la plataforma, los creadores de iniciativas pueden actualizar sus progresos, mientras que facilita la colaboración para nuevas ideas e iniciativas. En la plataforma, los creadores de iniciativas pueden actualizar sus progresos, mientras que los miembros acreditados pueden revisar y aprobar futuras iniciativas. Los creadores de la plataforma ClimateCoop están convencidos que su innovación utiliza la mejor tecnología digital distribuida, modelos sociales modernos, gobernanza descentralizada y modelos económicos disruptivos (p. ej. crowdsourcing) para apoyar eficazmente la acción ascendente en materia de clima y sostenibilidad. Su plataforma permite a individuos e instituciones cooperar y colaborar.



Fuente: ClimateCoop (2018)

Marco para el Desarrollo Sostenible Basado en la Comunidad (ganador elegido por el público)
El Marco para el Desarrollo Sostenible Basado en la Comunidad presenta una hoja de ruta, completa e integrada, para que las comunidades persigan el desarrollo sostenible. Esta hoja de ruta integrada se basa en los sectores de la energía, el agua/ residuos y la alimentación con el fin de crear un enfoque holístico para la sostenibilidad comunitaria. Al hacer énfasis en la naturaleza sinérgica de las infraestructuras y la sociedad, esta hoja de ruta ayuda a que el desarrollo futuro tenga en cuenta el "factor humano" dentro de la sostenibilidad, garantizando una sostenibilidad medio ambiental que incluya a la comunidad. Los componentes independientes del marco, como el desarrollo de la tecnología del biogás, las granjas hidropónicas verticales y la recogida de agua de lluvia, están diseñados para adaptarse a las diferentes necesidades de la comunidad.



Fuente: Wright, Yang y Ma (2018).

La **Figura 23.8** muestra que en los talleres de semillas hubo una fuerte representación del grupo de energía, clima y aire, particularmente vinculado a los ODS 7, 11 y 13. Aunque las intervenciones específicas dentro de este grupo se detallarán más adelante, las más populares están relacionadas con emisiones bajas o nulas, el cambio de comportamiento, la eficiencia energética y (en menor medida) el acceso a la energía. Las semillas mostraron una fuerte representación de las diversas categorías descritas como "otras" (las cuales no forman parte de las principales agrupaciones identificadas en el Capítulo 22), en particular la sensibilización y el desarrollo de habilidades, el seguimiento y la presentación de informes, la reducción de los plásticos y los residuos de los consumidores, y la economía circular, siendo los vínculos más fuertes con los ODS 11 y 12 y vínculos ligeramente menos fuertes con los ODS 3 y 13. El grupo de alimentos, agricultura, tierra y biodiversidad suscitó un modesto interés, y las intervenciones más fuertes se relacionaron con el cambio de dieta y la protección de los ecosistemas terrestres. Debido a que los talleres participativos se celebraron en ciudades, se prestó mucha atención a cómo cumplir los ODS en un contexto urbano. El **Recuadro 23.5** presenta algunas de estas conclusiones clave de las intervenciones que surgieron en los procesos participativos.



Recuadro 23.5: Sistemas urbanos

El GEO-6 identifica la urbanización como uno de los cinco motores clave del cambio medio ambiental y que provoca cambios fundamentales en los sistemas naturales y sociales, así como una de las 12 cuestiones transversales que requieren respuestas urgentes y sistémicas (véanse los Capítulos 2 y 4). Dado que alrededor del 60% de las zonas urbanas aún no se han construido para acoger a la población urbana prevista para 2050, es fundamental garantizar que los actuales sistemas urbanos sean lo más sostenibles posible.

En gran medida, los resultados de la participación se centraron en la mejora de los entornos urbanos, y el ODS 11 (ciudades y comunidades sostenibles) fue mencionado con frecuencia, por el 38% de los talleres semilla y por la mitad de todas las propuestas del Climate CoLab. El análisis de estos resultados también mostró una variedad de sinergias entre los ODS, lo que apoya la idea de que la urbanización es una cuestión transversal en la que las soluciones pueden generar múltiples beneficios. Las semillas que abordaban el ODS 11 tenían grandes sinergias para abordar los ODS 3, 9, 12 y 13. Las propuestas del Climate CoLab también mostraron varias sinergias con el ODS 11, incluso para los ODS 3, 12, 13 y 17. Estos resultados de la codificación se reflejaron además en las descripciones de las semillas y propuestas pertinentes, ya que muchas hablaron de una variedad de beneficios conjuntos para las soluciones urbanas.

Las semillas relacionadas con las ciudades se centraron a menudo en el empoderamiento de los ciudadanos mediante plataformas en línea y aplicaciones para teléfonos inteligentes. Algunas aplicaciones se centraban en permitir a los usuarios controlar y notificar su consumo de energía, la contaminación del aire y del agua, identificar especies vegetales (biodiversidad), etc. Un aspecto fundamental de estas aplicaciones fue permitir una acción basada en datos, así como educar a los usuarios. Una aplicación para controlar el consumo de energía incorporaba incentivos monetarios para cambiar los hábitos de uso de la electricidad y una aplicación para controlar la calidad del agua se conectaba directamente con las agencias municipales de agua pertinentes. Las semillas urbanas también se centraron en las infraestructuras, sobre todo en el desarrollo de infraestructuras verdes a través de tejados verdes, jardines comunitarios y normas de construcción ecológica en general.

En los cuatro talleres, las visiones basadas en las semillas a menudo se unieron en torno a ciudades o comunidades sostenibles. Se imaginaron zonas urbanas en las que los edificios están equipados con paneles solares y/o tejados verdes, están construidos con materiales sostenibles y hacen uso de tecnologías inteligentes para minimizar el uso de la energía. Las vías hacia un futuro sostenible incluían a menudo la reserva de espacios y la provisión de infraestructuras para permitir la agricultura urbana, cuyos productos podrían utilizarse para la alimentación, así como para bienes de consumo sostenibles, como cubiertos biodegradables o comestibles. Una de las vías se centró específicamente en una plataforma internacional de ciudades que permite que los datos y las acciones medio ambientales sean incorporados internacionalmente y que sean usados por los ciudadanos para aprender y participar en acciones comunitarias sostenibles.

Figura 23.8: Mapa de calor sobre los talleres de semillas, mostrando los emparejamientos de las medidas/ intervenciones específicas y los ODS

Grupos	Categoría de las medidas	Sin pobreza (1)	Hambre cero (2)	Buena salud y bienestar (3)	Educación de calidad (4)	Igualdad de género (5)	Agua limpia y saneamiento (6)	Energía limpia y asequible (7)	Trabajo decente y crecimiento económico (8)	Industria, innovación e infraestructura (9)	Reducción de las desigualdades (10)	Ciudades y comunidades sostenibles (11)	Consumo y producción responsables (12)	Acción climática (13)	Vida submarina (14)	Vida en la tierra (15)	Paz, justicia e instituciones fuertes (16)	Alianzas por los ODS (17)
Energía, clima y aire	Acceso a la energía	1	0	0	1	0	0	9	4	3	1	4	1	4	0	0	1	1
	Cambio de comportamiento (transporte y hogares)	1	0	5	1	0	2	6	4	5	1	10	6	10	1	1	0	1
	Electrificación de uso final	0	0	0	0	0	0	5	1	3	0	2	0	4	0	0	0	0
	Tecnologías de baja/ nula emisión (no biomasa)	1	0	5	1	0	2	18	6	7	1	8	5	10	1	1	0	2
	Bioenergía (con y sin CAC)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mejora de la eficiencia energética	0	1	4	0	0	2	5	4	7	0	7	4	7	0	1	0	0
	Tecnologías de emisiones negativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Control de la contaminación del aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Reducción de emisiones distintas al CO_2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0
Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad	Reducir el desperdicio de alimentos	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0
	Mejora del rendimiento	3	4	2	0	1	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0
	Manejo de la nutrición	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
	Acceso a los alimentos	2	5	3	0	1	0	1	2	1	1	2	1	0	0	1	0	1
	Cambio de dieta	0	2	4	1	0	1	1	0	1	0	4	4	3	3	4	0	1
	Gestionar la pérdida de carbono del suelo	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Minimizar los daños a la tierra	1	2	1	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	0	2	0	2
	Propiedad de la tierra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protección de los ecosistemas terrestres	2	2	1	0	0	3	2	3	3	0	3	1	4	2	6	0	1
	Planificación del uso de la tierra	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	1	0	0
	Gestión forestal	1	3	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	3	0	4	0	0
Bienestar humano	Alivio de la pobreza	2	1	2	1	1	0	3	4	3	3	3	3	2	0	1	1	1
	Atención sanitaria infantil/maternal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Educación	2	1	2	6	0	1	0	3	0	3	1	0	0	0	1	1	2
Agua dulce y Océanos	Mejorar la eficiencia del uso del agua	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
	Carbón azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	WASH	0	1	2	0	0	7	1	0	2	1	3	0	0	1	1	0	0
	Tratamiento de aguas residuales	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Normas de calidad del agua	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desalinización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gestión integrada de los recursos hídricos	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0
	Pesca sostenible	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
	Regulación oceánica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protección de los ecosistemas marinos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0
Otros	Seguimiento e informes	3	3	10	3	1	3	3	4	6	3	8	5	3	3	5	2	3
	Economía circular	1	0	1	1	0	2	1	2	4	1	6	14	1	2	1	0	1
	Economía colaborativa	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	6	1	2	2	0	1
	Reducción de plásticos y residuos de consumo	1	2	3	1	0	2	1	1	2	0	6	16	8	5	5	0	1
	Sensibilización y desarrollo de habilidades	3	4	8	10	4	5	5	6	6	5	12	12	10	8	7	3	6
	Igualdad de género	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
	Ciudades inteligentes para la sostenibilidad	1	0	2	0	0	1	1	2	1	0	6	3	5	1	1	0	0
	Restauración del ecosistema	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Gobernanza eficaz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Los números indican el recuento de las propuestas codificadas con el binomio específico de intervención (fila) y ODS (columna). "Otros" se describe con más detalle en la Sección 23.11

Figura 23.9: Mapa de calor de las propuestas del Climate CoLab que muestran los emparejamientos de las medidas/ intervenciones ylos ODS

Grupos	Categorías de las medidas	No pobreza (1)	Hambre cero (2)	Buena salud y bienestar (3)	Educación de calidad (4)	Igualdad de género (5)	Agua limpia y saneamiento (6)	Energía limpia y asequible (7)	Trabajo decente y crecimiento económico (8)	Industria, innovación e infraestructura (9)	Reducción de las desigualdades (10)	Ciudades y comunidades sostenibles (11)	Consumo y producción responsables (12)	Acción climática (13)	Vida submarina (14)	Vida en la tierra (15)	Paz, justicia e instituciones fuertes (16)	Alianzas por los ODS (17)
Energía, clima y aire	Acceso a la energía	2	2	2	1	1	2	4	2	2	1	0	1	4	1	1	0	2
	Cambio de comportamiento (transporte y hogares)	3	3	3	1	2	2	4	3	3	2	3	3	5	3	3	2	4
	Electrificación de uso final	1	1	1	0	0	2	2	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0
	Tecnologías de baja/ nula emisión (no biomasa)	3	4	4	1	2	3	5	4	2	2	2	0	5	1	2	1	3
	Bioenergía (con y sin CAC)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Mejora de la eficiencia energética	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	0	3	1	1	0	1
	Tecnologías de emisiones negativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Control de la contaminación del aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Reducción de emisiones distintas al CO_2	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad	Reducir el desperdicio de alimentos	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2
	Mejora del rendimiento	3	3	2	0	2	1	0	1	1	1	1	1	3	0	1	0	2
	Manejo de la nutrición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acceso a los alimentos	7	10	10	4	6	4	6	8	3	5	4	6	10	3	6	2	8
	Cambio de dieta	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
	Gestionar la pérdida de carbono del suelo	3	3	2	1	2	3	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	2
	Minimizar los daños a la tierra	5	8	8	3	6	7	6	7	5	5	4	6	10	4	7	3	6
	Propiedad de la tierra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protección de los ecosistemas terrestres	3	5	5	2	3	5	4	4	3	2	3	5	6	3	5	1	3
	Planificación del uso de la tierra	1	2	2	1	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	0	1
	Gestión forestal	2	3	2	1	1	4	3	2	1	0	1	3	4	2	3	0	1
Bienestar humano	Alivio de la pobreza	8	9	9	3	3	5	5	7	4	4	3	5	10	3	5	1	5
	Atención sanitaria infantil/maternal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Educación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agua dulce y Océanos	Mejorar la eficiencia del uso del agua	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Carbón azul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	WASH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tratamiento de aguas residuales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Normas de calidad del agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desalinización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gestión integrada de los recursos hídricos	1	3	3	2	3	2	2	3	0	2	2	0	3	0	1	1	3
	Pesca sostenible	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Regulación oceánica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protección de los ecosistemas marinos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Otros	Seguimiento e informes	1	1	2	1	0	2	1	1	2	1	1	1	2	0	1	2	2
	Economía circular	3	3	5	1	3	1	1	1	2	2	4	4	4	1	2	1	2
	Economía colaborativa	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
	Reducción de plásticos y residuos de consumo	2	1	3	0	2	1	0	0	1	1	4	4	4	1	3	0	2
	Sensibilización y desarrollo de habilidades	7	8	8	5	7	7	7	8	5	7	9	7	13	5	7	5	6
	Igualdad de género	5	6	7	2	7	3	3	5	1	5	6	3	7	1	4	2	6
	Ciudades inteligentes para la sostenibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Restauración del ecosistema	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	Gobernanza efectiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1

Los números indican el recuento de las propuestas codificadas con el binomio específico de intervención (fila) y ODS (columna). "Otros" se describe con más detalle en la Sección 23.11.

Las agrupaciones de grupos fueron bastante diferentes entre las semillas y las propuestas del Climate CoLab. En estas últimas, mucho más que en el primero, la agricultura, los alimentos, la tierra y la biodiversidad surgieron como un grupo muy fuerte, con muchas propuestas dirigidas al acceso a los alimentos y a minimizar los daños a la tierra (**Figura 23.9**). Las propuestas de Climate CoLab también se centraron en gran medida en el alivio de la pobreza. El tipo de intervención añadido, la concienciación y el desarrollo de habilidades, estuvo muy presente tanto en las propuestas de semillas como en las de Climate CoLab. Los ODS 1, 2, 3 y 13 aparecen fuertemente vinculados en muchas propuestas. Comparativamente, pocas propuestas del Climate CoLab tuvieron intervenciones relacionadas con la energía, el clima y el aire a pesar de la fuerte presencia del ODS 13 (acción climática). La igualdad de género surgió como una fuerte intervención en las propuestas del Climate CoLab en comparación con el de semillas, aunque no estaba fuertemente relacionada con ningún otro ODS. Ni las semillas ni el Climate CoLab produjeron un enfoque sustancial en el grupo combinado de agua dulce y océanos, no obstante, este vacío se aborda parcialmente en el análisis de las evaluaciones regionales.

La **Figura 23.10** muestra el número de semillas/propuestas que abarcan varios grupos temáticos. Las propuestas del Climate CoLab tenían más probabilidades de ser relevantes en más de un grupo, mientras que las de semillas tendían a permanecer dentro

Figura 23.10: Emparejamiento entre grupos a través de las propuestas de semillas y Climate CoLab

Taller

Grupo	Agricultura, Alimentación, Tierra y Biodiversidad	Energía, Clima y Aire	Agua dulce y Océanos	Bienestar Humano	Otros
Agricultura, Alimentación, Tierra y Biodiversidad	30	4	4	5	6
Energía, Clima y Aire	4	43	5	4	13
Agua dulce y Océanos	4	5	17	0	3
Bienestar humano	5	4	0	16	4
Otros	6	13	3	4	84

Climate CoLab

Grupo	Agricultura, Alimentación, Tierra y Biodiversidad	Energía, Clima y Aire	Agua dulce y Océanos	Bienestar humano	Otros
Agricultura, Alimentación, Tierra y Biodiversidad	18	6	5	9	12
Energía, Clima y Aire	6	12	2	7	6
Agua dulce y Océanos	5	2	5	2	4
Bienestar humano	9	7	2	14	9
Otros	12	6	4	9	23

Los números indican la cantidad de semillas/propuestas con al menos una intervención de cada uno de los grupos emparejados.



de un grupo. Esto tiene sentido porque las semillas suelen ser iniciativas únicas, en lugar de una combinación de intervenciones en una sola propuesta. Las semillas muestran una tendencia a relacionar la energía, el clima y el aire con el grupo "otros", mientras que en las propuestas del Climate CoLab, este emparejamiento es uno de los menos comunes. Las propuestas del Climate CoLab son mucho más propensas a mostrar emparejamientos entre varios grupos temáticos con el bienestar humano debido a la fuerte presencia del alivio de la pobreza. La principal conclusión de este gráfico es que, cuando se observan ejemplos del mundo real, es posible que las intervenciones funcionen en todos los grupos temáticos. Por tanto, también es posible dar ejemplos concretos de cómo lograr las sinergias descritas en el Capítulo 22.

Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad

Las propuestas de semillas y Clima CoLab dentro del grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad estaban más relacionadas con el acceso a los alimentos, la protección de los ecosistemas terrestres y la minimización de los daños a la tierra (**Figura 23.11**). Ninguna de las soluciones se centró en la propiedad de la tierra y únicamente dos abordaron la gestión de la nutrición.

Algunas tendencias clave que surgen de este grupo son la descentralización y la localización de la producción de alimentos (por ejemplo, la agricultura apoyada por la comunidad, las innovaciones de la agricultura urbana) para mejorar el acceso a los alimentos, minimizar los daños a la tierra y mejorar potencialmente los rendimientos. Este tipo de soluciones podría abordar las compensaciones de mejora del rendimiento que se identificaron en el Capítulo 22, por ejemplo, contra el cambio climático y la escasez de agua.

Energía, clima y aire

Las semillas y propuestas que encajan en el grupo de energía, clima y aire estaban más relacionadas con las tecnologías de emisiones bajas o nulas, el cambio de comportamiento en el uso del transporte y la energía doméstica, el acceso a la energía y la mejora de la eficiencia energética (**Figura 23.12**). La bioenergía, las tecnologías de emisiones negativas y el control de la contaminación atmosférica se abordaron de forma muy limitada. Una de las propuestas del Climate CoLab, "Adaptación del enfoque indígena a la mitigación y adaptación al cambio climático" pone de manifiesto la importancia de no depender únicamente de las soluciones tecnológicas, sino de reconocer la relevancia de las innovaciones locales que se basan en una variedad de fuentes de conocimiento.

Agua dulce y océanos

Los grupos de agua dulce y océanos, combinados para el análisis, fueron de los menos abordados, especialmente en las propuestas del Climate CoLab (**Figura 23.13**). Las semillas de este grupo combinado se centraron sobre todo en WASH (agua, saneamiento e higiene), mientras que ninguna semilla o propuesta abordó la desalinización o la regulación de los océanos.

Figura 23.11: Número total de talleres de semillas y propuestas de Climate CoLab que abordan cada intervención en el grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad (las semillas y las propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas)

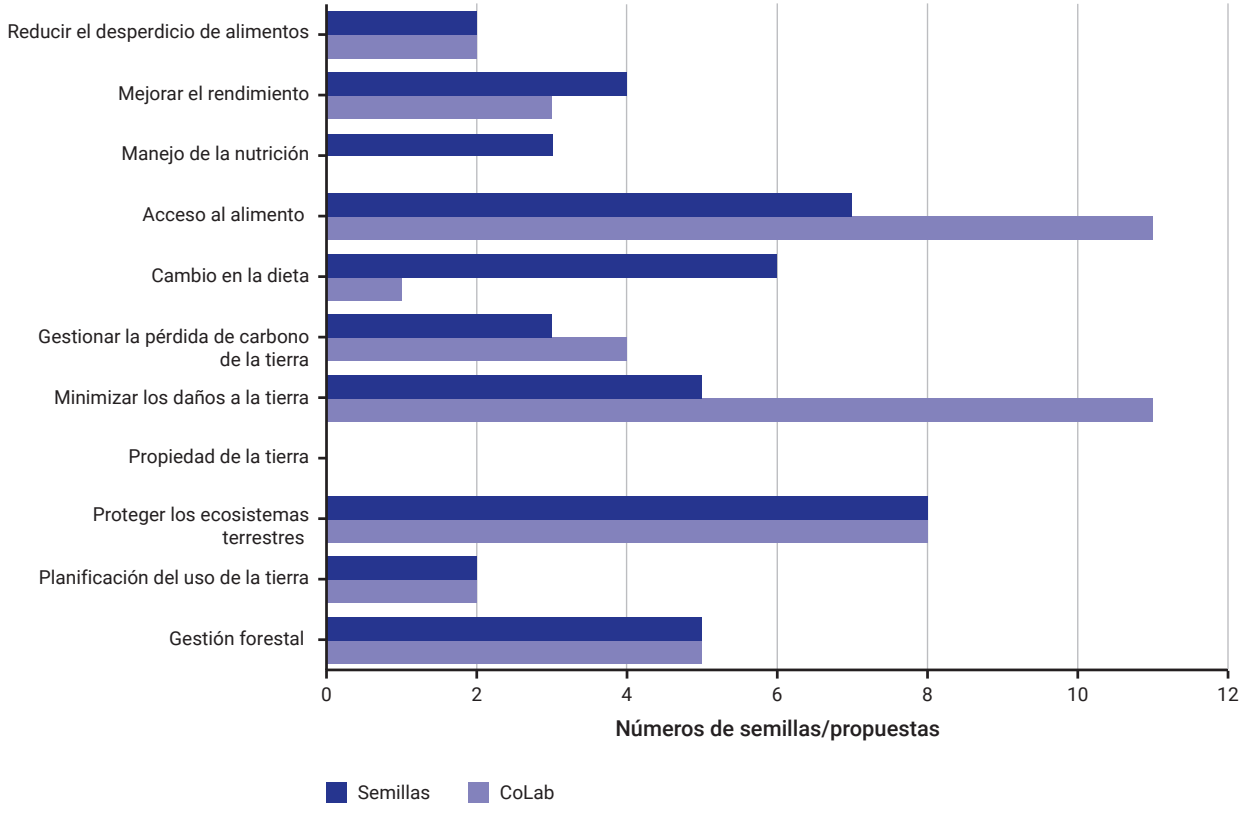


Figura 23.12: Número total en el grupo de energía, clima y aire (las semillas y propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas)

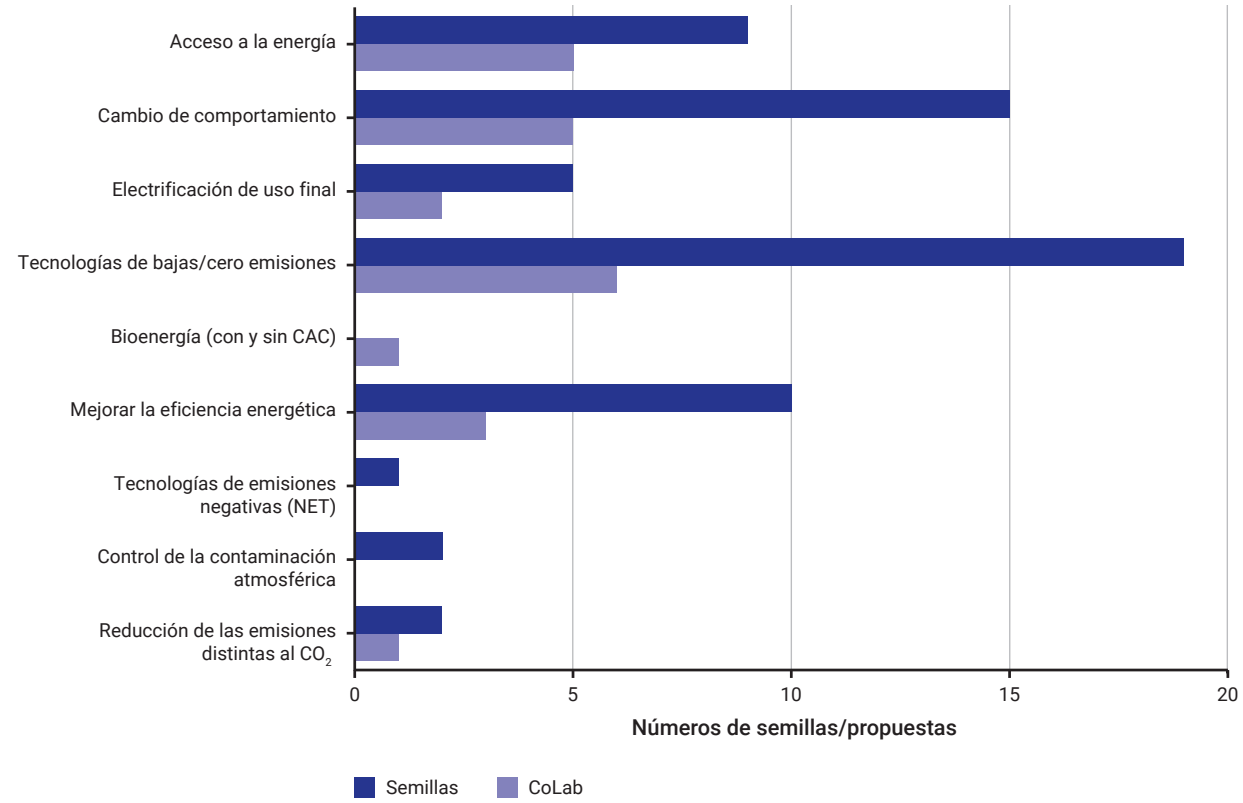
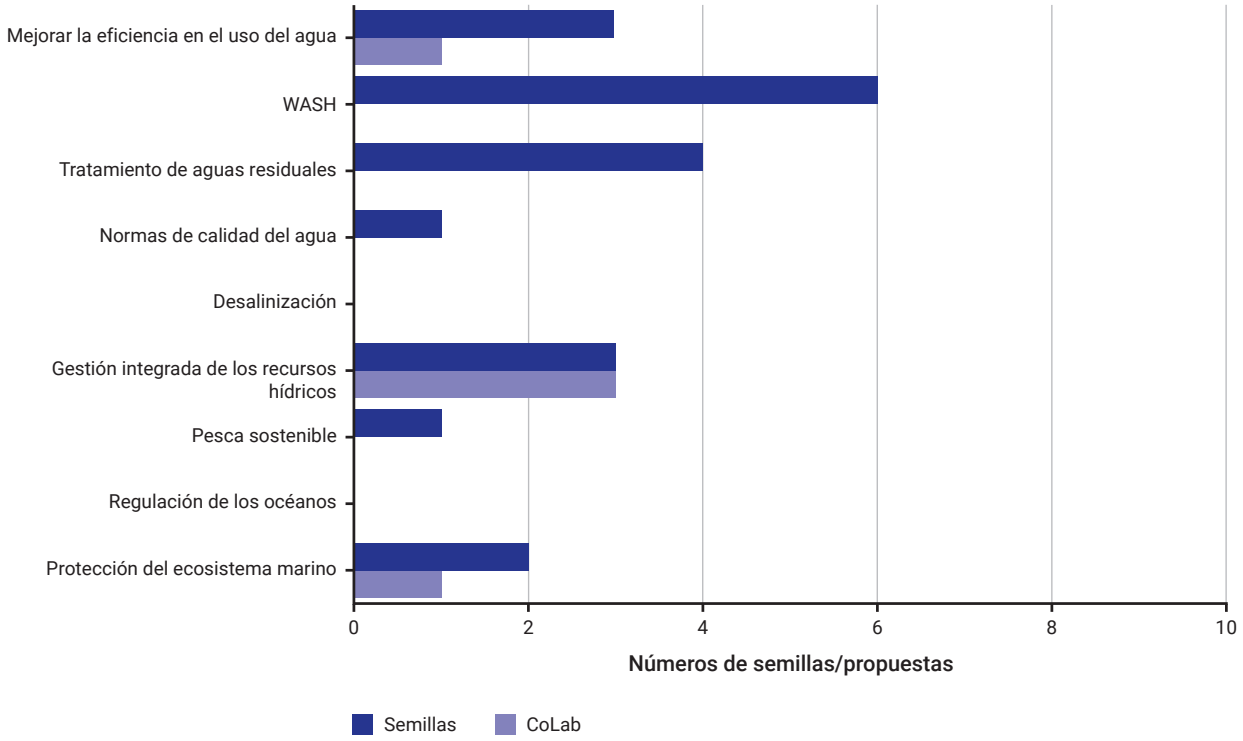


Figura 23.13: Número total de semillas de talleres y de propuestas de Climate CoLab que abordan cada intervención en los grupos combinados para el agua dulce y los océanos (las semillas y las propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas)



El bienestar humano

Las soluciones relacionadas con el bienestar humano se centraron predominantemente en la mitigación de la pobreza, mientras que la atención a la salud infantil y materna fue abordada solo por una propuesta del Climate CoLab (**Figura 23.14**). Esto podría poner de manifiesto un área importante para que las intervenciones gubernamentales se dirijan a estos ámbitos de forma específica.

23.10 Síntesis de la evaluación regional del GEO

A continuación se presentan las intervenciones adicionales destacadas por las Evaluaciones Regionales del GEO-6, seguidas de un resumen sobre el énfasis regional más importante de los diferentes grupos de intervenciones, así como de una comparación entre las intervenciones descendentes y ascendentes predominantes.

23.10.1 Relevancia de las intervenciones adicionales para las distintas regiones

Nueve intervenciones adicionales fueron destacadas en las Evaluaciones Regionales (véase la Sección 23.11 para un análisis más a fondo). Dos de ellas, a saber: la gobernanza eficaz y la sensibilización y el desarrollo de capacidades, se destacaron como intervenciones importantes en las seis Evaluaciones Regionales. Estas Evaluaciones señalan la necesidad de involucrar a una amplia gama de actores en la búsqueda de soluciones transformadoras para lograr el desarrollo sostenible, y todas las Evaluaciones Regionales hacen énfasis en el desarrollo de nuevas alianzas entre las empresas, el gobierno y la sociedad civil. Además de estos aspectos comunes, las evaluaciones reflejaron con fuerza los problemas específicos de cada región, lo que subraya la necesidad de considerar iniciativas ascendentes. En América del Norte, las necesidades identificadas en materia de gobernanza y desarrollo de capacidades se centraron en enfoques integrados con visión de futuro que aprovecharan las nuevas tecnologías y la ciencia ciudadana en el seguimiento y la presentación de informes que, en última instancia, internalizaran los costos ambientales en la economía. África y América Latina y el Caribe hicieron énfasis en la aplicación y regulación efectivas para evitar una mayor pérdida de hábitat y degradación de la tierra, centrándose fuertemente en políticas que fortalezcan la propiedad justa de la tierra y el uso sostenible de los recursos naturales. Europa, Asia y el Pacífico hicieron mucho hincapié en la integración y la cooperación de las políticas regionales, aunque las perspectivas de Europa se centraron en la coordinación de sus políticas en torno al fomento de estilos de vida sostenibles, mientras que en Asia y el Pacífico se hizo hincapié en la coordinación como respuesta de adaptación en la reducción del riesgo de desastres. En Asia Occidental, el tema predominante en materia de gobernanza fue la paz y la seguridad. Solo tres evaluaciones (África, Europa y América Latina y el Caribe) hicieron hincapié en la necesidad de una gobernanza mundial al abordar los aspectos del teleacoplamiento mediante los cuales se transfieren los impactos de la producción y el consumo a otras regiones. Esta limitada consideración de los impactos interregionales, en particular de las principales regiones de consumo como América del Norte y partes de Asia y el Pacífico, es preocupante y debería incluirse como un criterio explícito en las futuras evaluaciones regionales.

El seguimiento y la presentación de informes, la reducción de los residuos plásticos y de consumo, y la restauración de los ecosistemas fueron también intervenciones regionales predominantes que no se destacaron originalmente en la revisión de la literatura sobre escenarios. Todas las regiones, excepto Europa, enfatizaron en el seguimiento y la presentación de informes, centrándose en el uso de las nuevas tecnologías y la ciencia ciudadana para supervisar las tendencias futuras e informar sobre el desarrollo sostenible. La reducción de los residuos plásticos y de consumo fue destacada por la mayoría de las regiones -excepto África y América Latina y el Caribe- las cuales se centraron, principalmente, en soluciones contra el uso de vertederos para la gestión de residuos sólidos. Europa, América del Norte y Asia Occidental hicieron hincapié en la restauración de los ecosistemas, sin embargo, el enfoque difiere en cada región. En América del Norte, la restauración se consideró importante para mejorar la gestión de la calidad del agua, mientras que en Asia Occidental la restauración se centró fuertemente en restaurar los ecosistemas marinos costeros como estrategia para reducir el riesgo de desastres. En Europa, la restauración fue una vía integradora para alcanzar múltiples objetivos de conservación de la biodiversidad, de recuperación de tierras agrícolas abandonadas, de reducción de las emisiones de nitrógeno y de gases de efecto invernadero, y de los beneficios para la salud mental y física de la restauración de las infraestructuras verde-azules.

Las economías circulares y las ciudades inteligentes para la sostenibilidad se destacaron como intervenciones solo en algunas de las Evaluaciones Regionales (**Figura 23.15**). Sin embargo, al menos dos regiones las identificaron como intervenciones prioritarias y las iniciativas ascendentes indican que estas intervenciones representan oportunidades emergentes que pueden aprovecharse como enfoques integrados y sinérgicos para lograr un futuro sostenible.

Figura 23.14: Número total de semillas y propuestas del Climate CoLab que abordan cada intervención en el grupo de bienestar humano (las semillas y las propuestas se cuentan dos veces cuando satisfacen varias medidas)

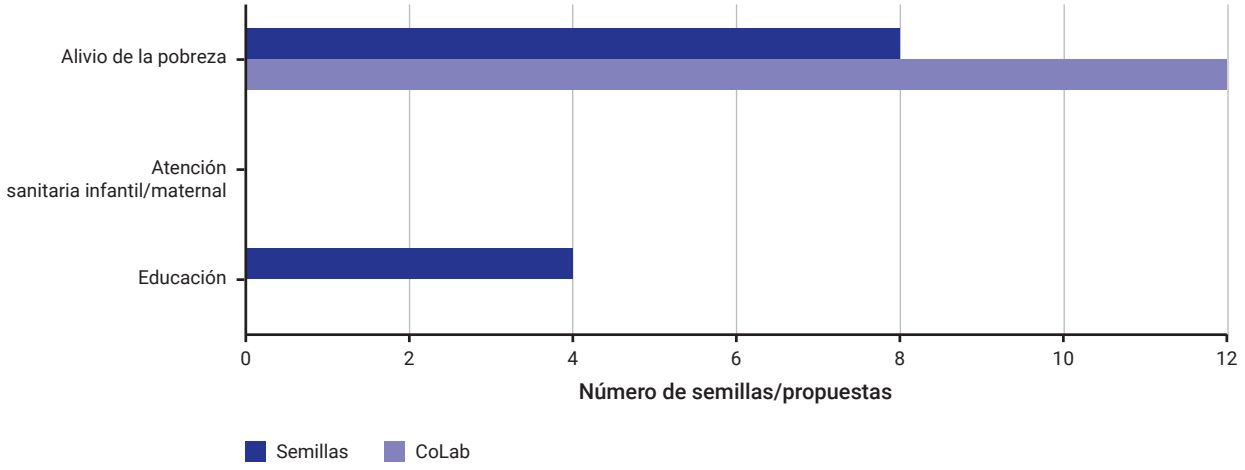


Figura 23.15: Intervenciones destacadas en los capítulos de perspectivas de las Evaluaciones Regionales del GEO

Grupo	Categoría de las medidas	Norte América	América Latina y el Caribe	África	Europa	Asia Pacífico	Asia Occidental
Energía, aire y clima	Acceso a la energía			■			
	Cambio de comportamiento (transporte y hogares)	■		■	■	■	
	Electrificación de uso final						
	Tecnologías de baja/ nula emisión (no biomasa)	■	■	■	■	■	■
	Bioenergía (con y sin CAC)	■	■		■		
	Mejora de la eficiencia energética	■			■		■
	Tecnologías de emisiones negativas				■		
	Control de la contaminación del aire				■		
	Reducción de las emisiones distintas al CO_2				■		
Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad	Reducir el desperdicio de alimentos	■			■		■
	Mejora del rendimiento	■		■	■		
	Manejo de la nutrición						
	Acceso a los alimentos			■			
	Cambio de dieta						
	Gestionar la pérdida de carbono del suelo	■		■			
	Minimizar los daños a la tierra	■	■	■			
	Propiedad de la tierra			■			
	Protección de los ecosistemas terrestres	■	■	■	■		■
	Planificación del uso del suelo		■	■	■		
	Gestión forestal		■	■	■		
	Mejorar la eficiencia del uso del agua	■		■		■	
Agua dulce y Océanos	Carbón azul						
	WASH			■		■	■
	Tratamiento de aguas residuales	■					
	Normas de calidad del agua	■					■
	Desalinización						
	Gestión integrada de los recursos hídricos	■		■			■
	Pesca sostenible			■			■
	Regulación oceánica					■	
	Protección de los ecosistemas marinos			■		■	
Bienestar humano	Alivio de la pobreza						
	Atención sanitaria infantil/maternal					■	
	Educación		■				
Otras intervenciones regionales y ascendentes	Gobernanza eficaz	■	■	■	■	■	■
	Sensibilización y desarrollo de habilidades	■	■	■	■	■	■
	Seguimiento e informes	■	■	■		■	■
	Reducción de plásticos y residuos de consumo	■			■	■	■
	Restauración del ecosistema	■			■		■
	Ciudades inteligentes para la sostenibilidad	■				■	
	Economía circular				■	■	■
	Economía colaborativa						
	Igualdad de género						

El azul indica que la intervención fue destacada por la evaluación regional asociada para avanzar hacia una trayectoria de desarrollo más sostenible; el blanco indica la ausencia de la intervención. Las intervenciones están agrupadas de forma similar a la agrupación utilizada en el Capítulo 22. Las intervenciones que no figuraban en la lista predefinida a partir de la revisión bibliográfica del escenario (las etiquetadas como "Otras intervenciones regionales y ascendentes") se añadieron para obtener una lista actualizada de intervenciones (véase la Sección 23.8).

23.10.2 Énfasis regional de los diferentes grupos de intervenciones

Las intervenciones más frecuentes en todas las regiones fueron las relacionadas con las tecnologías de bajas o cero emisiones, la protección de la biodiversidad terrestre, la gobernanza eficaz, la creación de capacidades y la sensibilización, y el seguimiento y la presentación de informes. Las Evaluaciones Regionales destacaron proporciones aproximadamente similares de intervenciones en el grupo de energía, clima y aire y en el grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad, mientras que las intervenciones en el grupo combinado de agua dulce y océanos muestran una prevalencia ligeramente menor (**Figura 23.16**). Se observó una marcada ausencia de intervenciones que abordaran directamente el grupo de bienestar humano (a diferencia de las propuestas del Climate CoLab, en las que se hizo mucho hincapié en este grupo). A continuación se analiza el énfasis que las regiones conceden a las intervenciones dentro de los grupos identificados en el Capítulo 22.

Energía, clima y aire

Una conclusión positiva, que también se destaca en el Capítulo 22, es que las energías renovables están en las agendas de todas las regiones. Todas las seis evaluaciones, independientemente de si comprenden principalmente economías desarrolladas o en desarrollo, enfatizaron en las energías renovables en sus intervenciones clave. En África, no solo se ven como una forma de mejorar la calidad del aire y las emisiones de GEI, sino también como un medio para mejorar el acceso a los servicios básicos al ofrecer un desarrollo fuera de la red en las zonas rurales. En Asia Occidental, las energías renovables se consideran fundamentales para la seguridad alimentaria y del agua. A pesar de que las emisiones de GEI en América Latina y el Caribe son actualmente las más bajas del mundo, la región pone un fuerte énfasis en las energías renovables como medio para frenar las tendencias actuales, las cuales se prevé que aumentarán drásticamente en los escenarios en los que no se invierta en un futuro bajo en carbono.

Aunque las energías renovables están en las agendas de todas las regiones, hay claras brechas en las intervenciones relacionadas con la reducción de emisiones, siendo Europa la única región que hace hincapié en toda la gama de intervenciones en materia de energía, clima y aire. Esta falta de acción directa para la mitigación del clima es preocupante. A la hora de abordar la adaptación al cambio climático hay una clara diferencia regional: tanto África como América del Norte hacen hincapié en la seguridad alimentaria y del agua; Asia y el Pacífico, y Asia Occidental hacen hincapié en la reducción del riesgo de catástrofes; Europa hace hincapié en la calidad del aire y la salud; y América Latina y el Caribe se centra en la resiliencia basada en los ecosistemas y en la necesidad de considerar sistemáticamente los marcos alternativos de sostenibilidad que pueden encontrarse en los conocimientos indígenas y locales.

Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad

Este conjunto de intervenciones refleja la gestión del sistema de tierras, convencionalmente dominado por las perspectivas ecológica y biofísica. Aunque la protección de los ecosistemas terrestres sigue dominando las intervenciones en este grupo, hay indicios de que los enfoques convencionales están ampliando su alcance para incluir iniciativas socioecológicas más integradas, como la reducción del desperdicio de alimentos, la mejora del rendimiento, la agrobiodiversidad y la gestión de bosques y tierras (**Figura 23.16**). En África y América Latina y el Caribe, este cambio de enfoque de protección hacia una gestión más sostenible de la tierra se ha reflejado en el concepto de infraestructura ecológica y en los beneficios complementarios que tiene para la infraestructura construida. Sin embargo, en todas las regiones, la falta de gestión de la nutrición y el cambio de dieta son brechas notables en las intervenciones destacadas por las Evaluaciones Regionales, lo que indica que los aspectos más conductuales del espectro socioecológico aún no se han arraigado plenamente en este grupo en las regiones. En el grupo de bienestar humano se observan brechas similares en las intervenciones socioeconómicas.

Las intervenciones de este grupo también reflejaron cuestiones medio ambientales específicas de cada región. África y América Latina y el Caribe hicieron mucho hincapié en la protección de los ecosistemas terrestres y la gestión sostenible de la tierra, lo que refleja la necesidad de abordar las enormes presiones de estas regiones en torno a la conversión de tierras a gran escala para la agricultura. La región de África, en su enfoque hacia un desarrollo más sostenible, también destacó el potencial de inversión en la intensificación de la agricultura para aumentar la eficiencia y mejorar el rendimiento agrícola simultáneamente, y así minimizar la pérdida de hábitats. Europa y América del Norte hicieron gran hincapié en la mejora del rendimiento y en la reducción del desperdicio de alimentos, y Europa también centró su atención en el abandono de tierras y la recuperación de la naturaleza. El acceso a los alimentos fue otra de las intervenciones sociales que se destacaron en este grupo, y esto se refiere a proporcionar mejores oportunidades a los pequeños agricultores de África y Asia Occidental.

Agua dulce y océanos

Al igual que en el taller de semillas y las propuestas del Climate CoLab, las Evaluaciones Regionales hicieron hincapié en un número proporcionalmente menor de intervenciones en el grupo de agua dulce y océanos en comparación con los dos grupos anteriores de esta sección. Las perspectivas para Europa y América Latina y el Caribe fueron particularmente escasas en cuanto a enfatizar las intervenciones en este grupo. Ambas regiones muestran signos de mejora en sus retos clave en materia de agua dulce (mejora de la calidad del agua en Europa; mejora del suministro de agua y del saneamiento en América Latina y el Caribe), por lo que puede haber retos regionales más importantes, como los cambios en la producción y el consumo en Europa, y la gestión sostenible de la tierra en América Latina y el Caribe.

Las intervenciones en materia de agua dulce en las que más se insistió fueron la gestión integrada de los recursos hídricos, la mejora de la eficiencia en el uso del agua, así como el agua y saneamiento. Las dos primeras suelen estar agrupadas y comparten una narrativa en la que predomina la gestión integrada de los recursos hídricos para hacer frente a la escasez de agua y a los problemas de asignación de la misma. África, Asia y el Pacífico y América del Norte (esta última tras las recientes sequías y según las proyecciones del cambio climático) hicieron hincapié en este aspecto. Curiosamente, Asia Occidental no hizo énfasis en la escasez de agua en sí misma, sino en los costos de inversión de la extracción de aguas subterráneas y la desalinización para el suministro continuo de agua y el saneamiento de las ciudades en rápida expansión. Esto indica que al menos una región está haciendo énfasis explícitamente en la diversificación de las fuentes de agua como una respuesta factible a los desafíos de su suministro. Los temas relacionados con la calidad del agua (tanto en lo que respecta al tratamiento seguro de las aguas residuales como a la calidad del suministro de agua) se abordaron por separado a la gestión integrada de los recursos hídricos. Las intervenciones sobre la calidad del agua se destacaron en las Perspectivas presentadas para América del Norte y Asia Occidental, donde ambas regiones resaltaron los problemas relacionados con el tratamiento de las aguas residuales, así como con los contaminantes químicos.

Figura 23.16: Número de regiones que hacen hincapié en las intervenciones por los grupos temáticos identificados en el Capítulo 22

		0	1	2	3	4	5	6	7
Energía, clima y aire	Acceso a la energía	■							
	Cambio de comportamiento (transporte y hogares)	■	■	■	■				
	Electrificación de uso final								
	Tecnologías de baja/ nula emisión (no biomasa)	■	■	■	■	■	■		
	Bioenergía (con y sin CAC)	■	■	■					
	Mejora de la eficiencia energética	■	■	■					
	Tecnologías de emisiones negativas	■							
	Control de la contaminación del aire	■	■						
	Reducción de emisiones distintas al CO_2	■							
Agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad	Reducir el desperdicio de alimentos	■	■	■					
	Mejora del rendimiento	■	■	■					
	Manejo de la nutrición								
	Acceso a los alimentos	■	■						
	Cambio de dieta								
	Gestionar la pérdida de carbono del suelo	■	■						
	Minimizar los daños a la tierra	■	■	■					
	Propiedad de la tierra	■							
	Protección de los ecosistemas terrestres	■	■	■	■	■			
	Planificación del uso de la tierra	■	■	■					
	Gestión forestal	■	■	■					
Bienestar humano	Alivio de la pobreza								
	Atención sanitaria infantil/maternal	■							
	Educación	■							
Agua dulce y Océanos	Mejorar la eficiencia del uso del agua	■	■	■					
	Carbón azul								
	WASH	■	■	■					
	Tratamiento de aguas residuales	■							
	Normas de calidad del agua	■	■						
	Desalinización	■							
	Gestión integrada de los recursos hídricos	■	■	■					
	Pesca sostenible	■	■						
	Regulación oceánica	■							
	Protección de los ecosistemas marinos	■	■						
Otros	Seguimiento e informes	■	■	■	■	■			
	Economía circular	■	■	■					
	Economía colaborativa								
	Reducción de plásticos y residuos de consumo	■	■	■	■				
	Sensibilización y desarrollo de habilidades	■	■	■	■	■	■		
	Igualdad de género								
	Ciudades inteligentes para la sostenibilidad	■	■						
	Restauración del ecosistema	■	■	■					
	Gobernanza efectiva	■	■	■	■	■	■		

Grupos identificados en el Capítulo 22 (0 = ninguno, 6 = todas las regiones)

Las Perspectivas regionales de África y Asia y el Pacífico fueron las únicas que destacaron las intervenciones en los océanos. En el caso de África, se trataba principalmente de la protección de los ecosistemas marinos para una pesca sostenible. En Asia y el Pacífico, la protección de los ecosistemas marinos se consideró una estrategia tanto para la gestión sostenible de la pesca como para la reducción del riesgo de catástrofes, especialmente en relación con la protección y la restauración de los manglares.

El bienestar humano

Hubo una clara falta de énfasis en las intervenciones del grupo de bienestar humano. Solo una perspectiva regional (para América Latina y el Caribe) identificó una intervención (la educación) como una intervención clave para la transformación hacia un futuro sostenible. Las intervenciones más orientadas a la sociedad en otros grupos temáticos se destacaron poco (por ejemplo, el acceso a la energía, el acceso a los alimentos, las ciudades inteligentes para la sostenibilidad), o no se destacaron en absoluto (por ejemplo, la gestión de la nutrición, el cambio de la dieta, el alivio de la pobreza, la economía compartida, la equidad y la igualdad de género). Esto no quiere decir que se ignoren las intervenciones en materia de bienestar humano en todas las evaluaciones regionales o incluso en el capítulo que presenta las perspectivas. De hecho, en muchos casos, las sinergias con los ODS de bienestar humano se discuten, y en el caso de África y América Latina y el Caribe, se discuten en detalle. Sin embargo, no se destacan como intervenciones en sí mismas. En cambio, las evaluaciones regionales consideraron las intervenciones de este grupo como las consecuencias afortunadas de la gestión de los tres grupos anteriores, en lugar de planificar explícitamente la consecución de objetivos sinérgicos. Las futuras Evaluaciones Regionales podrían esforzarse por lograr estrategias más integradoras abordando y planificando, explícitamente, este grupo de intervenciones.

23.11 Intervenciones regionales sobre las perspectivas y las iniciativas ascendentes

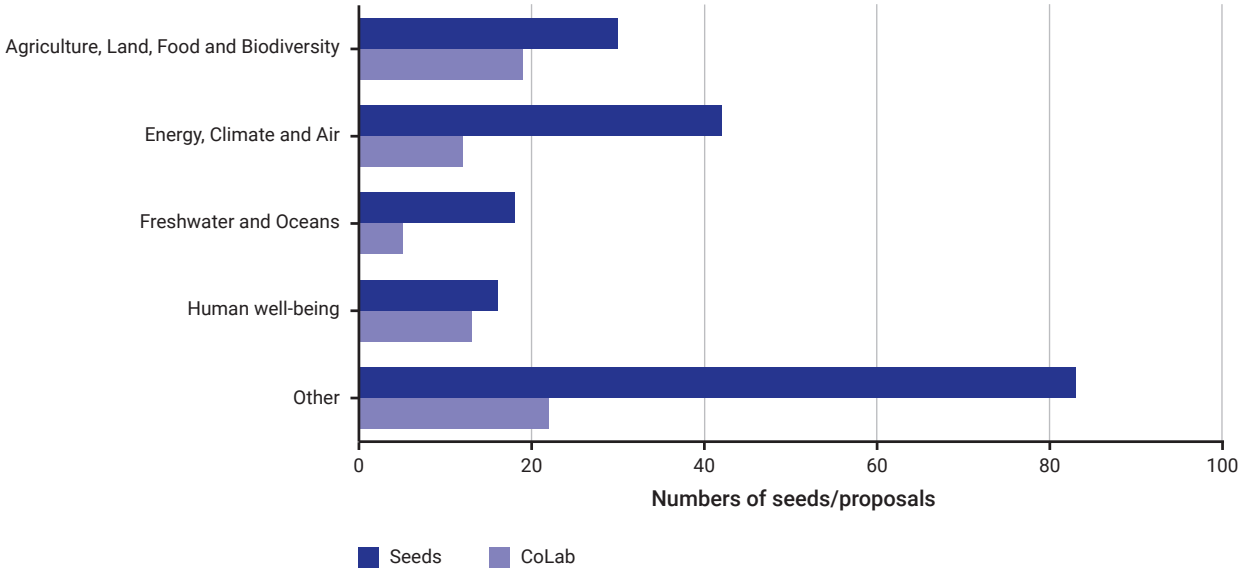
23.11.1 Categorías adicionales de intervención

Una gran parte de las soluciones no encajaban claramente en ninguna de las categorías de medidas del Capítulo 22 en el proceso de recogida y evaluación de las semillas y propuestas, así como de revisión de las intervenciones regionales destacadas (véase "otros" en **Figuras 23.15 y 23.16**).

Como resultado, se desarrollaron nueve categorías nuevas que se codificaron como parte del análisis:

- **Seguimiento y presentación de informes**: Innovaciones para mejorar el seguimiento y la notificación de las condiciones medio ambientales, incluidas las iniciativas de ciencia ciudadana.
- **Economía circular:** Innovaciones que implican un aumento en la eficiencia del uso de recursos, específicamente, mediante nuevos modelos de negocio que se comprometen de una mejor manera con la producción de desechos y otros procesos de producción (Véase Ghisellini, Cialani y Ulgiati 2016).
- **Economía colaborativa**: Innovaciones relacionadas con el intercambio de bienes y servicios entre iguales, principalmente a través de plataformas de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (véase Hamari, Sköklint y Ukkonen 2016).
- **Reducción de los residuos plásticos y sólidos:** Innovaciones que ayuden a reducir los residuos plásticos y sólidos.
- **Sensibilización y desarrollo de habilidades:** Educación relacionada con la sostenibilidad y los temas medio ambientales para mejorar la sensibilización del público y promover el desarrollo de habilidades.
- **Igualdad de género:** Soluciones que promueven un trato justo para todos los géneros, incluyendo el empoderamiento femenino, así como consideraciones de equidad de género.
- **Ciudades inteligentes para la sostenibilidad:** Las ciudades inteligentes utilizan tecnologías digitales modernas, como aplicaciones para teléfonos móviles, con el fin de involucrar y conectar a los ciudadanos en la resolución de sus principales problemas de sostenibilidad, como el transporte urbano, los patrones de consumo, la energía, la nutrición, el agua y los residuos.
- **Restauración de ecosistemas:** El proceso para colaborar en la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido. Aunque esta categoría encajaría bien en el grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad, aquí se considera como una categoría separada debido al énfasis de los informes en esta intervención. En futuras evaluaciones, podría adaptarse para referirse a las soluciones basadas en la naturaleza, encapsulando aquellas innovaciones relevantes que se basan en el conocimiento indígena y la infraestructura ecológica.

Figura 23.17: Semillas y propuestas por grupo



- **Una gobernanza eficaz**: Soluciones para mejorar la cooperación regional y la armonización entre niveles, incluso para mejorar el manejo de las interconexiones y el teleacoplamiento entre sistemas a fin de reducir las desigualdades entre las regiones.

60 de las 157 semillas, y 7 de las 34 propuestas de Climate CoLab, se codificaron en función de intervenciones exclusivamente de este nuevo conjunto de categorías agrupadas como "otros" (**Figura 23.18**). En el caso de las semillas y las propuestas con medidas que se codificaron tanto en "otros" como en al menos uno de los cuatro grupos, surgieron algunos patrones preliminares, no obstante que el tamaño de la muestra fuera pequeño. En el caso de las semillas, el grupo emparejado con más frecuencia con "otras" medidas fue el de energía, clima y aire, y las semillas vincularon este grupo con el seguimiento y la presentación de informes, ciudades inteligentes y sensibilización y desarrollo de habilidades. La igualdad de género únicamente apareció en dos semillas y ninguna de ellas se codificó con ninguno de los cuatro grupos principales. En cambio, en las propuestas del Climate CoLab, la igualdad de género, la sensibilización y el desarrollo de habilidades surgieron como las categorías de intervención más fuertes y aparecieron emparejadas en varias propuestas con los cuatro grupos principales. Estas propuestas iban desde una red de tutoría para mujeres, hasta el empoderamiento económico femenino a través de actividades como la apicultura. La agricultura, la alimentación, la tierra y la biodiversidad fueron el grupo más fuerte emparejado con varias "otras" intervenciones. Mientras que el seguimiento y la presentación de informes fue una medida muy representada en las semillas, fue mucho menos frecuente en las propuestas del Climate CoLab.

En las plataformas de iniciativas ascendentes destacan dos intervenciones que no están incluidas en la evaluación global: las economías colaborativas y las economías circulares. Estas muestran innovaciones que impulsarían el grupo temático sobre


© Shutterstock/khlong Wangchao

Figura 23.18: Recuento del número de emparejamientos de "otras" medidas con al menos una intervención de un grupo temático principal

Taller de semillas

Categoría "Otro"	Agricultura, Alimentación, Tierra y Biodiversidad	Energía, Clima y Aire	Agua dulce y Océanos	Bienestar humano
Seguimiento e informes	2	5	0	1
Economía circular	2	1	2	2
Economía colaborativa	0	0	0	0
Reducción de plásticos y residuos de consumo	2	1	0	2
Sensibilización y desarrollo de habilidades	1	3	0	0
Igualdad de género	0	0	0	0
Ciudades inteligentes para la sostenibilidad	0	4	0	0
Restauración del ecosistema	0	0	1	0
Gobernanza efectiva	0	0	0	0

Climate CoLab

Categoría "Otro"	Agricultura, Alimentación, Tierra y Biodiversidad	Energía, Clima y Aire	Agua dulce y Océanos	Bienestar humano
Seguimiento e informes	0	0	0	1
Economía circular	3	0	1	2
Economía colaborativa	2	1	0	1
Reducción de plásticos y residuos de consumo	2	1	0	0
Sensibilización y desarrollo de habilidades	5	5	2	4
Igualdad de género	6	3	3	2
Ciudades inteligentes para la sostenibilidad	0	0	0	0
Restauración del ecosistema	1	0	0	1
Gobernanza efectiva	0	1	0	0

energía, al mismo tiempo que abordarían los retos de la producción y el consumo en el grupo de agricultura, alimentación, tierra y biodiversidad (véase el **Recuadro 23.6**).

23.11.2 Implicaciones para evaluaciones futuras

La revisión global del escenario proporcionó una visión de conjunto útil para resumir el abanico de posibles intervenciones que están disponibles para avanzar hacia un futuro más sostenible. Asimismo, al disponer de ejemplos concretos, fue posible analizar las probables sinergias y compensaciones entre estas intervenciones. Sin embargo, las nueve intervenciones adicionales que se descubrieron en el análisis ascendente deberían ser consideradas en futuras Perspectivas mundiales (**Figura 23.18**). Las ciudades inteligentes, por ejemplo, fueron destacadas en las Perspectivas regionales como un medio para lograr respuestas integradas a la sostenibilidad que captan muchas intervenciones hacia el cambio transformador. La exploración de estas oportunidades urbanas, así como el papel que desempeñan en el cambio de la dinámica urbano-rural, debería ser un punto destacado en las evaluaciones mundiales, dadas las tendencias actuales de población y urbanización. Las iniciativas ascendentes destacan las economías colaborativas y las economías circulares como intervenciones emergentes de rápida evolución y específicas de cada región. Las futuras evaluaciones mundiales deberían tener como objetivo incluir el impacto de dichas intervenciones en sus perspectivas. Aunque el importante papel de los conocimientos indígenas y locales en las innovaciones en materia de sostenibilidad no se ha añadido como una categoría separada, se ha captado como un aspecto importante en procesos participativos similares emprendidos por la IPBES (véase Lundquist 2017; IPBES 2018e) y podría destacarse en la próxima edición de las evaluaciones.

El énfasis regional para una misma intervención, o grupos de intervenciones, puede diferir enormemente entre regiones y dentro de ellas.

Por lo tanto, la recopilación, el pilotaje y la ampliación de una gama diversa de iniciativas ascendentes que sean relevantes para el contexto local pueden ser extremadamente útiles para proporcionar ejemplos tangibles a los responsables políticos de vías que de otro modo serían genéricas. La gobernanza eficaz, la sensibilización y el desarrollo de capacidades fueron dos intervenciones a las que todas las Evaluaciones Regionales hicieron énfasis. Al comparar las intervenciones identificadas en los capítulos que presentan las Perspectivas de las Evaluaciones Regionales con las intervenciones identificadas a partir de la revisión de la bibliografía sobre escenarios, se identificaron varias brechas, que deberían ser señaladas y consideradas explícitamente en futuras Evaluaciones Regionales. Las brechas más notorias se encuentran en el grupo de bienestar humano, y en la inclusión de más intervenciones sociales y de comportamiento en los otros grupos (por ejemplo, gestión de la nutrición, cambio de dieta, acceso a la energía).

La revisión de la literatura sobre escenarios globales mostró claramente que algunas intervenciones hacia el desarrollo sostenible podrían lograr sinergias entre múltiples objetivos, mientras que otras podrían conducir a compensaciones con objetivos específicos. La **Tabla 22.1** proporciona una plantilla para entender qué intervenciones se compensan entre sí o proporcionan beneficios conjuntos. Esta consideración sistemática de las sinergias y compensaciones entre las intervenciones garantizaría un enfoque integrado que vincula la visión descendente y ascendente.

23.12 Condiciones favorables para las transformaciones

La literatura sostiene que las transformaciones para la sostenibilidad requieren innovación, tanto tecnológica como institucional (Olsson *et al.* 2017). El Capítulo 24 profundiza en la relación entre la política y la posibilidad de un cambio transformador para alcanzar objetivos futuros específicos. Este

Recuadro 23.6: Estudio de caso: sistemas alimentarios

El GEO-6 identifica el sistema alimentario como una cuestión transversal importante debido a sus amplios impactos ambientales (agua, tierra y emisiones de GEI) (véanse los Capítulos 4, 8 y 17). En las iniciativas de participación de las partes interesadas y de crowdsourcing a lo largo del proceso GEO-6, 27 de las 156 semillas recogidas en los talleres estaban directamente relacionadas con los alimentos, y 11 de las 34 propuestas finalistas del Climate CoLab también lo estaban. Ahí los participantes se mostraron dispuestos a adoptar un sistema alimentario más sostenible, con una gran diversidad de propuestas que incluían cambios en la dieta (por ejemplo, reducir el consumo de carne), reducir los residuos en el sistema de distribución de alimentos y sistemas de producción alternativos. Algunas propuestas de los talleres no abordaban explícitamente el impacto medio ambiental, como las relacionadas con el desperdicio de alimentos; sin embargo, dado que se estima que un tercio de los alimentos producidos en el mundo son desperdiciados (véase el Capítulo 8), su reducción permitiría un uso más eficaz de los recursos naturales consumidos por la producción agrícola.

Varias de las semillas propuestas en el taller están relacionadas con el cambio de la dieta, en concreto con el aumento de la adopción y apoyo a las dietas vegetarianas y veganas. En general, se entiende que estas dietas exigen menos tierra, agua y energía que las dietas basadas en la carne (Pimentel y Pimentel 2003), si bien la cría de ganado en pastos adecuados regionalmente puede ser sostenible (Eisler et al. 2014). Otras se referían a métodos agrícolas alternativos (por ejemplo, la agricultura urbana, las granjas en los tejados, la agrosilvicultura) que podrían tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria al tiempo que reducen la dependencia de la tierra y/o los recursos hídricos. Las propuestas del Climate CoLab contenían más detalles que las iniciativas iniciales recogidas durante los talleres presenciales con las partes interesadas. Aunque el enfoque dominante de estas propuestas era obviamente el cambio climático, alrededor de un tercio estaban relacionadas con el sistema alimentario. Las soluciones propuestas iban desde intervenciones globales de muy amplio alcance, como una red de sostenibilidad en la que participaran "decenas de miles de bosques de alimentos", hasta intervenciones más específicas, como la mejora de la capacidad de retención de humedad de los suelos agrícolas en las zonas de África afectadas por la sequía. A pesar del reto que supone demostrar su eficacia, los escenarios ascendentes muestran una clara voluntad de adoptar cambios en el sistema alimentario, lo que sugiere un grado de concientización pública sobre los cambios necesarios identificados en las vías modeladas en el Capítulo 22.

Algunas de las intervenciones propuestas, tanto en los talleres sobre semillas como en la plataforma del Climate CoLab, podrían representar cambios de juego que, sujetos a un examen más riguroso, tienen el potencial de alterar fundamentalmente la forma de desarrollar escenarios de producción de alimentos basados en modelos en el futuro. Los vínculos modelizados entre la población, el consumo de carne, los rendimientos agrícolas medios y el uso de la tierra resultante podrían reimaginarse sustancialmente a la luz de, por ejemplo, la reutilización generalizada de los residuos alimentarios para la recuperación de nutrientes (Cordell et al. 2011), combinada con sistemas agrícolas regenerativos, ecológicos y multifuncionales que tienen el potencial de aumentar y diversificar los rendimientos (Horlings y Marsden 2011). Además, también se han presentado modelos radicales de dietas hipotéticas optimizadas en la literatura (Schramski *et al.* 2011; Ward *et al.* 2014), que podrían desempeñar un papel en la alteración de los puntos de vista convencionales de los escenarios, de una rígida relación entre los seres humanos y el uso de la tierra.

capítulo concluye con un debate sobre qué tipos de condiciones son necesarias para que las iniciativas ascendentes o de abajo hacia arriba se amplíen y logren un cambio potencialmente transformador. Hay muchas iniciativas existentes y en curso que pretenden alcanzar los ODS y otros acuerdos medio ambientales multilaterales mundiales. Aunque estas iniciativas pueden ser los elementos básicos de un futuro más deseable para las personas y el planeta, las condiciones de gobernanza de alto nivel serán cruciales para su ampliación (Moore, Riddell y Vocisano 2015).

Existe una gran cantidad de literatura relativa a las transformaciones de la sostenibilidad, la cual proporciona un marco útil para comprender las condiciones de gobernanza necesarias para transformar los sistemas insostenibles y ampliar las innovaciones mencionadas por las semillas y las propuestas del Climate CoLab. Las transformaciones de sostenibilidad suelen desglosarse en múltiples fases, con periodos temporales relacionados con un statu quo problemático, una fase de preparación en la que las innovaciones comienzan a desarrollarse, una fase de navegación/aceleración en la que las innovaciones crecen y se convierten en parte del nuevo sistema y una fase de institucionalización en la que un sistema más deseable se hace sostenible a largo plazo (Olsson *et al.* 2006; Moore *et al.* 2014; Pereira *et al.* 2018a). Para que las transformaciones se produzcan con éxito, cada una de estas fases requiere condiciones de gobernanza fuertemente favorables. Estas condiciones de facilitación pueden desglosarse mejor en condiciones de apoyo para las innovaciones de escala adecuada y en condiciones perturbadoras para el debilitamiento de las estructuras problemáticas existentes.

Para conectar la teoría con los resultados ascendentes, la **Tabla 23.3** presenta las condiciones favorecedoras y perturbadoras de las transformaciones identificadas en la literatura existente y ofrece ejemplos que conectan las semillas con las propuestas del Climate CoLab.

23.13 Mensajes clave

El análisis de las posibles soluciones ascendentes y regionales para conseguir un planeta sano, personas sanas puso de manifiesto la necesidad de hacer lo siguiente:

1. Integrar los enfoques descendente y ascendente en la elaboración de escenarios.
2. Considerar todo el abanico de actores implicados en la consecución de la sostenibilidad.
3. Reconocer la necesidad de la justicia distributiva a la hora de establecer las expectativas sobre dónde se debe actuar.

Tabla 23.3: Resumen de condiciones favorables y disruptivas para la adecuada ampliación, salida y profundización de las innovaciones potencialmente transformadoras

CONDICIONES FAVORABLES	
Establecer y apoyar los mercados para las innovaciones *La gobernanza para las transformaciones debe conllevar el establecimiento y apoyo de nuevos mercados para las innovaciones. Se trata de políticas de regulación, exenciones fiscales, subvenciones para el desarrollo y etiquetado.*	Algunas semillas y propuestas mencionaron la creación y expansión de mercados, como el sector de la moda ética, mientras que muchas otras contemplaron innovaciones relacionadas con nuevos y crecientes mercados dentro de las economías circulares y de intercambio. Estos cambios pueden requerir políticas de apoyo al mercado, como el etiquetado de proyectos de moda que cumplan determinadas normas, y subvenciones que hagan más asequibles para los consumidores las innovaciones de nicho (por ejemplo, en la reutilización de residuos). En términos más generales, los responsables políticos y las partes interesadas deberían explorar constantemente cómo se pueden apoyar los mercados más sostenibles relacionados con las innovaciones identificadas hasta que se conviertan en la norma.
Apoyo a la innovación, experimentación y aprendizaje *El apoyo al aprendizaje y la experimentación incluye el apoyo a la investigación y el desarrollo, la implantación y la demostración, a las políticas que estimulan el espíritu empresarial, incubadoras, préstamos a bajo interés, capital de riesgo y condiciones reglamentarias de apoyo*	No hay muchas semillas ni propuestas que aborden específicamente la experimentación y el apoyo al aprendizaje. La semilla más relevante fue un laboratorio de innovación centrado en las innovaciones sostenibles a nivel local. Sin embargo, dado que las semillas y propuestas son innovaciones nuevas que se encuentran predominantemente en su prototipo o en las primeras fases de desarrollo, es necesario apoyar la experimentación y el aprendizaje en materia de innovación para garantizar un crecimiento continuo. La gobernanza relacionada con todas las semillas y propuestas debe esforzarse por lograr mejoras continuas para que las soluciones sean viables a largo plazo.
Movilización de recursos financieros *El apoyo a los recursos financieros es la movilización de capital financiero a través de mecanismos de financiación, préstamos de bajo interés y capital de riesgo*	Un gran número de semillas y propuestas del Climate CoLab identificaron la necesidad de una mayor movilización financiera, incluyendo la movilización de fondos nacionales. La propuesta de la Fundación Inga busca conseguir fondos internacionales para ayudar a financiar sus proyectos; Govardhan Ecovillage propone un Fondo de Innovaciones Verdes; y el "Marco para el desarrollo sostenible basado en la comunidad" resalta la necesidad de que los países desarrollados transfieran recursos financieros (y conocimientos tecnológicos) a los países menos desarrollados. En relación con el apoyo a los mercados, el apoyo a la experimentación y el aprendizaje y la movilización de recursos financieros, se hace hincapié en las subvenciones y los incentivos para apoyar las innovaciones. Las vías de los talleres, especialmente las desarrolladas en el taller de Singapur, hicieron especial énfasis en la necesidad de subvenciones para promover el desarrollo de las energías renovables, infraestructuras urbanas verdes y la agricultura sostenible. Las propuestas del Climate CoLab ahondaron en el tema. La propuesta "Climate protection by the elderly" propuso incentivos para que las personas mayores trabajen, incentivos para el desarrollo de sumideros de carbono y subvenciones para la educación de los niños que participen en el programa. Una propuesta presentada por la ecoaldea de Govardhan sugería subvenciones para los agricultores ecológicos. Otro ejemplo, "Business plan for production and marketing of compost from urban solid wastes", sugirió el ofrecimiento de incentivos y subvenciones para particulares, cooperativas, empresas, etc.

CONDICIONES FAVORABLES	
Condición habilitante/perturbadora y descripción (Adaptado de Kivimaa y Kern 2016)	**Conexión entre el taller de semillas y las propuestas del Climate CoLab**
Movilización de recursos humanos *El apoyo a los recursos humanos constituye la movilización del capital humano a través de las políticas educativas y laborales*	La movilización de los recursos humanos fue un tema destacado dentro de las semillas y propuestas, en particular el papel de la educación y la participación de las personas en las cuestiones medio ambientales. Un gran número de soluciones de sensibilización, conocimiento y desarrollo de habilidades, hicieron posible la movilización de la gente hacia las transformaciones. Las visiones basadas en las semillas de los cuatro talleres también mencionaron la sensibilización de la población como un componente clave para hacer realidad los futuros sostenibles imaginados por los participantes. Algunos ejemplos singulares y emocionantes de movilización de recursos humanos son la educación de los jóvenes para que trabajen en cuestiones climáticas a través de las propuestas del Climate CoLab "Youth Climate Leaders" y "Youth Informing Communities on Climate Change Adaptation through building homes", al igual que las numerosas soluciones basadas en aplicaciones que hacen accesible el compromiso medio ambiental. En términos más generales, para una ampliación significativa de las soluciones, las políticas laborales deberán promover y reflejar las mismas prioridades de desarrollo que las soluciones. Teniendo en cuenta que muchas semillas se referían al desarrollo de la energía solar, será necesario que las políticas laborales y de formación, por ejemplo, ayuden a promover la educación y el desarrollo de competencias para satisfacer las necesidades de ampliación.
CONDICIONES DISRUPTIVAS	
Políticas de control *Dentro de las políticas de control se consideran los impuestos, las restricciones comerciales y las regulaciones que pueden ser instituidas por los actores gubernamentales para hacer que los procesos existentes sean menos rentables o más sostenibles*	Las semillas y propuestas relacionadas con las políticas de control incluían la introducción de límites al plástico, la reducción de la carne roja en las dietas y las prohibiciones e impuestos sobre los envases plásticos. Las políticas de control, como los impuestos que internalizan los costos y las restricciones sociales y ambientales, aparecieron con menos frecuencia en las iniciativas ascendentes en comparación con muchas otras condiciones favorables, ya que están relacionadas con el tratamiento de las estructuras actuales más que con la innovación de nuevas soluciones. Es importante reconocer que, para todas las semillas y propuestas, las transformaciones suelen tener ganadores y perdedores (Meadowcroft 2011; Geels 2014). Como tal, para cada nueva innovación hay desplazamientos que pueden ser promovidos a través de políticas de control (y deben ser explorados), aunque tales políticas deben considerar sus implicaciones más amplias, ya que pueden tener consecuencias no deseadas.
Reforma normativa *Reforma normativa consistente en reformas políticas radicales y cambios en las estructuras normativas generales*	Unas pocas semillas y propuestas sugirieron estructuras normativas totalmente nuevas para promover la sostenibilidad, como la adopción del concepto de economía del bienestar. Entre ellas figuraba la reducción de la edad de los responsables de la toma de decisiones (por ejemplo, para votar) y de los responsables políticos, la introducción de nuevos sistemas financieros que incorporen el valor del medio ambiente y la ampliación de la economía circular con la responsabilidad ampliada del productor.
Reducción de ayudas al régimen existente *Eliminación de las condiciones de respaldo que han permitido el éxito de las estructuras problemáticas existentes*	Las soluciones que lucharon contra las condiciones que permiten el éxito de los sistemas existentes se centraron sobre todo en informar y hacer entender a la gente el por qué las estructuras existentes son problemáticas y cómo hacer las cosas de forma diferente. Por ejemplo, muchas aplicaciones trataban de enseñar a los usuarios cómo su estilo de vida era poco respetuoso con el medio ambiente y cómo mejorar, y programas como "No Straw Tuesdays" buscaron cuestionar el uso excesivo de pitillos y plásticos de forma más general. Esto puede ampliarse para incluir la eliminación de subvenciones ambiental y socialmente perversas.
Cambios en las redes y los actores clave *La sustitución de los actores titulares y la ruptura de las poderosas estructuras de actores y redes en pro de promover nuevos actores y redes más favorables para las transformaciones deseadas*	Varias vías del taller y los finalistas del Climate CoLab se refirieron a la modificación de las relaciones actuales entre los actores, concretamente a través de la creación de entornos de colaboración y el establecimiento de nuevas redes de partes interesadas. La descentralización del poder y la acción en grandes redes fue un componente clave de muchas semillas. Una de las propuestas del Climate CoLab, "C'SQUARE", reflejó la tendencia encontrada en los itinerarios de los talleres y mencionó la necesidad de empoderar y movilizar a los ciudadanos con el fin de recoger sus opiniones para mejorar las zonas urbanas. Su éxito dependía de socios y colaboraciones sólidas. Las propuestas del Climate CoLab denominadas "Organic Monetary Fund" y "Framework for Community based Sustainable Development" se centraron en la participación de las partes interesadas a todos los niveles, incluidos los gobiernos nacionales, las organizaciones internacionales, las comunidades locales y los expertos más relevantes.

Los esfuerzos en curso orientados a incorporar el impacto de la acción climática ascendente en los escenarios climáticos actuales ilustran cómo la inclusión de actividades ascendentes repercute en:

- Crear una comprensión más precisa de las vías de sostenibilidad existentes y en dónde hay brechas.
- Ayudar a los gobiernos nacionales a apoyar y tener en cuenta las actividades ascendentes en la elaboración de su propia agenda.
- Identificar las iniciativas a pequeña escala que podrían proporcionar funcionalidades (por ejemplo, la creación de capacidades, el pilotaje de soluciones innovadoras) cuyo valor puede ser difícil de cuantificar, pero que pueden ser fundamentales para lograr la transición a una sociedad con bajas emisiones de carbono (Chan, Brandi y Bauer 2016). La consolidación de las propuestas de Climate CoLab en el Sur global sugiere que estas actividades podrían, por ejemplo, subsanar una brecha de datos clave en los registros actuales de las innovaciones de sostenibilidad que van más allá del Norte global.

23.13.1 Aprendizajes metodológicos

Esta ausencia de futuros ascendentes en el contexto de la sostenibilidad plantea importantes retos. En términos de legitimidad, los futuros globales o regionales a gran escala que no representan la diversidad de muchas experiencias vividas, visiones del mundo y discursos diferentes corren el riesgo de no dar suficiente espacio a las preocupaciones y necesidades de los diferentes actores sociales. Es difícil imaginar un cambio transformador si los futuros de la sostenibilidad a gran escala no se basan en las ideas y perspectivas que consideren los niveles local y nacional, además de incorporar diversos sistemas de conocimiento como los de los pueblos indígenas. Muchas de las semillas para un futuro mejor existen hoy en día al margen de los sistemas actuales, lo que a menudo significa que operan a nivel local, aunque a veces se organicen a través de redes translocales (Bennett *et al.* 2016). Esta tendencia es válida para las semillas que pueden contribuir a futuros más deseables, como las prácticas, las tecnologías y las formas de gobernanza que pueden tener un impacto global. También es válida para las nuevas amenazas y riesgos que pueden modificar los retos del Antropoceno a medida que van surgiendo, como los conflictos, las crisis de recursos naturales, las enfermedades y las tecnologías problemáticas (Steffen *et al.* 2015). Además, la falta de contribuciones ascendentes a los futuros de la sostenibilidad global tiene también consecuencias en la forma en que se utilizan estos escenarios y visiones. Si los futuros globales carecen de conexiones con las realidades sobre el terreno, pueden considerarse demasiado teóricos y genéricos para orientar la toma de decisiones. Si se utilizan estos futuros, el encuadre descendente de los retos venideros a nivel local puede limitar lo que se tiene en cuenta y afectar la legitimidad de quien contribuye a este encuadre del futuro (Vervoort *et al.* 2014).

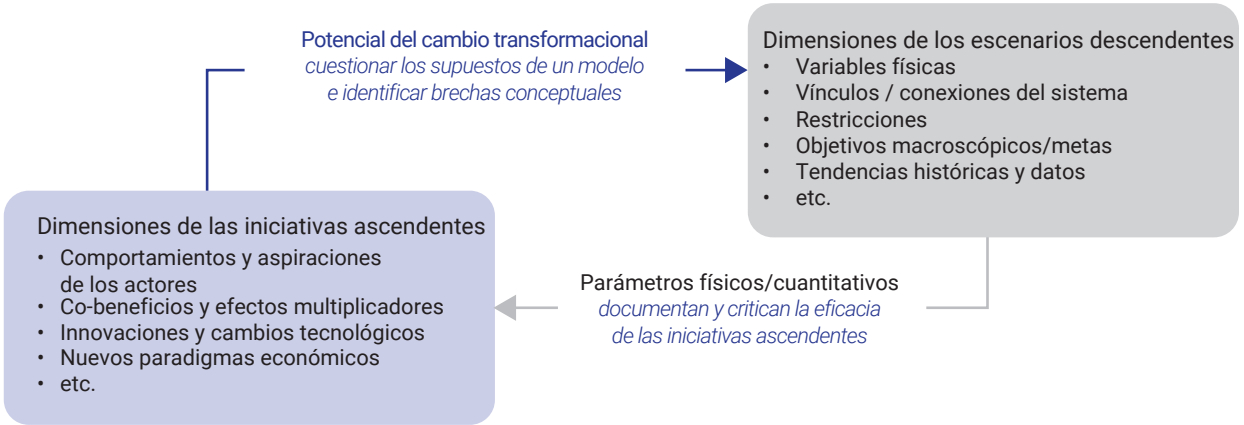
Tanto los escenarios descendentes, basados en modelos de evaluación integrados, como las iniciativas ascendentes basadas en los participantes tienen puntos fuertes y débiles como herramientas para trazar el camino hacia la sostenibilidad. Si se utilizan bien, ambos enfoques tienen el potencial de complementarse y reforzarse mutuamente, como se muestra en la **Figura 23.19.**

Los talleres de semillas y las propuestas del Climate CoLab representan una pequeña muestra, pero evidencian que algunas soluciones son muy sinérgicas en cuanto a los ODS abordados, tienen un alcance muy diverso y son multidimensionales, lo que dificulta su clasificación en una sola dimensión. Las iniciativas se dirigieron a todos los ODS, pero la mayoría se centraron principalmente en los ODS 2, 3, 11, 12 y 13. Los ámbitos abordados por las iniciativas eran diversos, y -más allá del enfoque esperado en el cambio climático por parte de las propuestas del Climate CoLab- tanto las semillas como las propuestas del Climate CoLab se centraron de manera intersectorial en los sectores de la alimentación, energía, agua, residuos y sus interconexiones. Las propuestas de semillas y Climate CoLab preveían cambiar los sistemas en gran medida a través de las nuevas tecnologías, pero también preveían que el cambio se produjera a través de cambios en el estilo de vida, que fueran favorables a la mejora de la sensibilización medio ambiental a través de la educación, el desarrollo de habilidades y la generación de conocimientos. Las propuestas del Climate CoLab difieren ligeramente y contemplan cambios en las prácticas de producción y proponen nuevas organizaciones y empresas, además de proponer el desarrollo de la sensibilización, los conocimientos y las habilidades. Por último, al examinar las propuestas de Climate CoLab, se puso un énfasis abrumador en las soluciones para el Sur global, especialmente para los países de África y Asia.

Al mismo tiempo que los enfoques cuantitativos descendentes pueden utilizarse para informar y reforzar la base física de las iniciativas ascendentes, estas últimas pueden, a su vez, cuestionar los supuestos demasiado rígidos o anticuados de los primeros modelos. Gracias a los enfoques ascendentes, puede ser posible identificar conceptos que cambien las reglas del juego y reestructuren fundamentalmente la forma en que vemos los escenarios futuros. Un ejemplo tangible es el desarrollo de sistemas de energía renovable descentralizados a pequeña escala. El rápido ritmo de desarrollo tecnológico y la consiguiente disminución del costo de, entre otras cosas, la energía solar fotovoltaica y el almacenamiento en baterías, que junto con las TIC, hacen que las microrredes sean una nueva posibilidad para las zonas que aún no reciben electricidad convencional procedente de combustibles fósiles. Esto ya es una realidad en Kenia desde la creación de M-KOPA, un sistema de pago por móvil para sistemas solares domésticos en 2013. Estas tecnologías -y la demanda pública para su adopción- significan que los tipos de transición energética que caracterizan el pasado (del carbón al petróleo, del petróleo al gas, del gas a las energías renovables a gran escala) no tienen por qué caracterizar el desarrollo leapfrog del suministro energético en el futuro.

Hay muchas similitudes entre las vías a nivel macro del Capítulo 22 y las intervenciones ascendentes de este capítulo. Las intervenciones analizadas en ambos casos tienen importantes beneficios colaterales para varios ODS. Existe un enfoque destacado en la sostenibilidad urbana y en el desperdicio de alimentos y el cambio de dieta en ambos análisis (**véanse los Recuadros 23.5 y 23.6**). Una complementariedad crucial que se pone de manifiesto es que las vías a nivel macro en los

Figura 23.19: Marco conceptual para una retroalimentación mutuamente beneficiosa entre los enfoques descendente y ascendente a fin de generar escenarios sostenibles



modelos globales permiten un análisis integrador de muchos impulsores e intervenciones contextuales, mientras que las vías ascendentes proporcionan información sobre las teorías del cambio que subyacen a las formas de ampliación de las prácticas de alto potencial para alcanzar los ODS. Los conocimientos complementarios que aportan los análisis de vías ascendentes y de nivel macro demuestran que una mayor integración de estos enfoques tiene mucho potencial. Por ejemplo, los resultados de la modelización global podrían utilizarse para proporcionar contextos globales directos a las partes interesadas que desarrollen vías ascendentes; y las vías ascendentes pueden proporcionar direcciones para futuras ampliaciones de los modelos.

Las plataformas que se pusieron en marcha en el GEO-6 representan una oportunidad -si se adoptan en futuras evaluaciones- para que la comunidad de desarrollo de escenarios descendentes reciba información sobre la aceptación pública de las distintas intervenciones y sus compensaciones adoptadas. Para satisfacer la necesidad de un mayor suministro de alimentos, por ejemplo, las vías incluyen la expansión de las tierras agrícolas para la agricultura de secano (a expensas de la biodiversidad), o un mayor uso de fertilizantes y riego para mejorar el rendimiento en las tierras ya utilizadas (a expensas de los recursos hídricos y la contaminación). Consultar a las partes interesadas podría tomarse como un mecanismo para conocer la aceptación relativa de las distintas opciones, así como para identificar puntos ciegos en el enfoque de modelización que puedan significar que se están pasando por alto soluciones alternativas y sinérgicas. Del mismo modo, también se pueden revelar las brechas en las intervenciones reales que podrían ayudar a alcanzar las metas de los ODS, como es el caso de las intervenciones dirigidas específicamente a las fuerzas motrices, como el crecimiento de la población, que presentan un importante desafío para la sostenibilidad, como se identifica en el Capítulo 22 y en todos los capítulos de la Parte A.

Las posibilidades de integración a largo plazo podrían incluir la agregación cuantitativa de escenarios locales e iniciativas de semillas con vínculos directos a las entradas y salidas del modelo; y la integración del modelo con el crowdsourcing en línea de los elementos de la vía ascendente.

23.14 Intervenciones clave y necesidad crítica de reconocer la justicia distributiva dadas las desigualdades y la inequidad globales

El análisis de las propuestas del Climate CoLab, en el que se puso un énfasis predominante en las soluciones para el Sur global, en particular los países de África y Asia, pone de manifiesto las desigualdades existentes en las percepciones de dónde son necesarias las intervenciones para la transformación, y de quién tiene que actuar. Aunque nuestro análisis se refiere a un pequeño subgrupo de estudios, si es indicativo de percepciones más amplias, la carga impuesta al Sur global para transformar y aplicar iniciativas o soluciones de desarrollo o las soluciones que exacerban las actuales desigualdades de poder en las estructuras de gobernanza mundial (Nagendra 2018; Newell 2005; Parks y Roberts 2008; United Nations Research Institute for Social Development [UNRISD] 2016).Este desequilibrio puede ocultar o ignorar el papel del Norte global en las actuales trayectorias de desarrollo (por ejemplo, centrándose solo en la mitigación de la pobreza y no discutiendo la redistribución de la riqueza). Aunque la evaluación regional del GEO para Europa puso de relieve las compensaciones y tensiones asociadas al teleacoplamiento, el limitado énfasis en estos es preocupante y requiere un esfuerzo concertado (los teleacoplamientos ponen de manifiesto que los patrones de consumo en una región impulsan las preocupaciones medio ambientales relacionadas con la producción en otra región) (Liu *et al.* 2013; Seaquist, Johansson y Nicholas 2014). En este caso, la incorporación de principios de justicia distributiva, principios normativos diseñados para guiar la asignación de los beneficios y las cargas de la actividad económica sobre la base de una distribución justa (Lamont y Favor 2008), puede ayudar a construir una agenda de desarrollo basada en principios de equidad e igualdad. Este marco basado en la igualdad y centrado en la equidad puede ayudar a dar cuenta de las condiciones de desarrollo dispares del Sur global y del Norte global (Rosales 2008; Pelletier 2010; Nagendra *et al.* 2018). Este proceso puede proporcionar opciones más equitativas sobre dónde y cómo aplicar las soluciones con mayor potencial transformador para lograr el desarrollo sostenible; por ejemplo, en la reforma de los patrones de consumo y producción o en la institución de mecanismos de mercado como los topes en los sistemas de comercio de emisiones, los impuestos sobre el carbono y los sistemas de compensación. Abordar estas desigualdades globales es un medio para alcanzar el objetivo global de la igualdad.

Muchas de las soluciones presentadas en este capítulo ofrecen la oportunidad de que los países en desarrollo den un salto hacia trayectorias de desarrollo más sostenibles y equitativas. El uso de las TIC desempeña un papel importante a la hora de impulsar el cambio en las vías ascendentes, como resultado de una mayor atención a las teorías del cambio y a la forma de facilitar los procesos de cambio. Actualmente, existen muy buenos ejemplos de cómo se está aprovechando esto para generar un cambio en el Sur global (Karpouzoglou, Pereira y Doshi 2017; Ockwell *et al.* 2018). Los roles de los diferentes actores sociales y los diversos sistemas de conocimiento se hacen explícitos en las vías ascendentes, por ejemplo, en muchas propuestas hay un papel importante para los actores gubernamentales a nivel de ciudad. Las propuestas también incluyen un papel para las redes globales de, por ejemplo, ciudades sostenibles o cooperativas de energía. Del mismo modo, diversas condiciones favorables de alto nivel, como los acuerdos internacionales, de nuevo vinculados a actores específicos, se discuten como parte de las vías ascendentes y sus iniciativas iniciales (véase Byrne *et al.* 2018 para un debate sobre la necesidad de acuerdos internacionales que permitan nichos para lograr las ambiciones energéticas y climáticas globales).

El Capítulo 22 identifica las compensaciones en el equilibrio entre las mejoras del rendimiento y un conjunto de objetivos humanos y medio ambientales que incluyen la prevención de la contaminación por nutrientes, la limitación del cambio climático, la mejora de la salud infantil, el acceso universal al agua potable y al saneamiento, y la neutralización de la degradación de la tierra. El presente capítulo ha ofrecido algunas soluciones potenciales para minimizar estas compensaciones y maximizar las sinergias. Se hizo gran énfasis en que los sistemas alimentarios son un punto de intervención crítico para avanzar hacia un planeta más sano, así como hacia personas más sanas. Muchas semillas y propuestas abordaron los retos actuales del sistema alimentario haciendo referencia a ejemplos que se están llevando a cabo en la actualidad: ejemplos de agricultura urbana, acuicultura, iniciativas de cambio de dieta e intercambios de conocimientos indígenas y locales (véase el Anexo 23-1).

En el Capítulo 22 también se identificó el reto de promover el desarrollo económico al tiempo que se reducen las emisiones. Las numerosas iniciativas de economías colaborativas y circulares que se observan en las vías ascendentes contribuyen a un cambio transformador hacia una economía del bienestar que ya no presenta compensaciones. Estas vías ofrecen métodos fundamentados para abordar las compensaciones globales.

Este análisis ha puesto de relieve las intervenciones específicas que los gobiernos podrían facilitar en el cambio hacia un planeta más sano con personas más sanas, y ha destacado cómo estas intervenciones difieren entre los distintos lugares. También ha ofrecido algunos ejemplos concretos de dónde y cómo está empezando a producirse el cambio. Estos ejemplos se desarrollan en el Capítulo 24.

Referencias

Abbott, K.W. (2012). The transnational regime complex for climate change. *Environment and Planning C: Government and Policy* 30(4), 571-590. https://doi.org/10.2139/ssrn.1813198.

Andonova, L.B., Betsill, M.M. y Bulkeley, H. (2009). Transnational climate governance. *Global Environmental Politics* 9(2), 52-73. https://doi.org/10.1162/glep.2009.9.2.52.

Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Peterson, G.D., Cumming, G.S., Zurek, M. y Pingali, P. (2003). Why global scenarios need ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(6). https://doi.org/10.1890/1540-9295(2003)001[0322:WGSNE]2.0.CO;2.

Bennett, E.M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A.V., Olsson, P. *et al.* (2016). Bright spots: Seeds of a good Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14(8), 441-448. https://doi.org/10.1002/fee.1309.

Biggs, R., Raudsepp-Hearne, C., Atkinson-Palombo, C., Bohensky, E., Boyd, E., Cundill, G. *et al.* (2007). Linking futures across scales: A dialog on multiscale scenarios. *Ecology and Society* 12(1), 17. https://doi.org/10.5751/ES-02051-120117.

Byrne, R., Mbeva, K. y Ockwell, D. (2018). A political economy of niche-building: Neoliberaldevelopmental encounters in photovoltaic electrification in Kenya. *Energy Research and Social Science* 44, 6-16. https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.03.028.

Cash, D., Adger, W.N., Berkes, F., Garden, P., Lebel, L., Olsson, P. *et al.* (2006). Scale and Cross-Scale Dynamics: Governance and Information in a Multilevel World. *Ecology and Society* 11(2), 8. https://doi.org/10.5751/ES-01759-110208.

Chan, S., Brandi, C. y Bauer, S. (2016). Aligning transnational climate action with international climate governance: The road from Paris. *Review of European Community and International Environmental Law* 25(2), 238-247. https://doi.org/10.1111/reel.12168

ClimateCoop (2018). Climatecoop – The climate consortium blockchain [MIT Center for Collective IIntelligence https://www.climatecolab.org/contests/2017/exploring-synergistic-solutions-forsustainable-development/c/proposal/1334268 (Consultado: 27 de diciembre de 2018).

Climate CoLab (2018). *Exploring synergistic solutions for sustainable development 2018*. MIT Center for Collective Intelligence https://www.climatecolab.org/contests/2017/exploring-synergisticsolutions-for-sustainable-development (Consultado: 8 de octubre de 2018).

Cordell, D., Rosemarin, A., Schröder, J.J. y Smit, A.L. (2011). Towards global phosphorus security: A systems framework for phosphorus recovery and reuse options. *Chemosphere* 84(6), 747-758. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.02.032.

Crutzen, P.J. (2006). The "Anthropocene". En *Earth System Science the Anthropocene.* Ehlers, E. y Krafft, T. (eds.). Berlin: Springer. 13-18. https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-26590-2_3

Eisler, M.C., Lee, M.R., Tarlton, J.F., Martin, G.B., Beddington, J., Dungait, J.A. *et al.* (2014). Agriculture: Steps to sustainable livestock. *Nature* 507(7490), 32-34. https://doi.org/10.1038/507032a.

Feola, G. (2015). Societal transformation in response to global environmental change: A review of emerging concepts. *Ambio* 44(5), 376-390. https://doi.org/10.1007/s13280-014-0582-z.

Fraser, E.D.G., Dougill, A.J., Mabee, W.E., Reed, M. y McAlpine, P. (2006). Bottom-up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of Environmental Management* 78(2), 114-127. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.009.

Geels, F.W. (2014). Regime resistance against low-carbon transitions: introducing politics and power into the multi-level perspective. *Theory, Culture and Society* 31(5), 21-40. https://doi.org/10.1177/0263276414531627.

Gellers, J.C. (2015). *Crowdsourcing Sustainable Development Goals from Global Civil Society: A Content Analysis.* https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID2562122_code1560115_pdf?abstractid=2562122&mirid=1.

Ghisellini, P., Cialani, C. y Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of cleaner production* 114, 11-32. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007.

Global Climate Action Summit (2018). *Global Climate Action Summit*. https://globalclimateactionsummit.org (Consultado: 12 de junio de 2018).

Hale, T. (2016). "All hands on deck": The Paris agreement and nonstate climate action. *Global Environmental Politics* 16(3), 12-22. https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00362.

Hamari, J., Sjöklint, M. y Ukkonen, A. (2016). The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. 67(9), 2047-2059. https://doi.org/10.1002/asi.23552.

Hebinck, A., Vervoort, J.M., Hebinck, P., Rutting, L. y Galli, F. (2018). Imagining transformative futures: Participatory foresight for food systems change. *Ecology and Society* 23(2). https://doi.org/10.5751/ES-10054-230216.

Hebinck, A., Villarreal Herrera, G., Oostindië, H.A., Hebinck, P.G.M., Zwart, T.A., Vervoort, J.M. *et al.* (2016). *Urban Agriculture Policy-Making: Proeftuin040. TRANSMANGO Scenario Workshop Report, The Netherlands.* Wageningen University. https://transmango.files.wordpress.com/2018/04/hebinck-et-al-2016-ua-policy-making-proeftuin040-workshop-report.pdf.

Horlings, L.G. y Marsden, T.K. (2011). Towards the real green revolution? Exploring the conceptual dimensions of a new ecological modernisation of agriculture that could 'feed the world'. *Global Environmental Change* 21(2), 441-452. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.004.

Hsu, A., Cheng, Y., Weinfurter, A., Xu, K. y Yick, C. (2016). Track climate pledges of cities and companies. *Nature* 532(7599), 303-306. https://doi.org/10.1038/532303a.

Hsu, A., Höhne, N., Kuramochi, T., Roelfsema, M., Weinfurter, A., Xie, Y. *et al.* (en prensa). Defining a research roadmap for quantifying non-state and subnational climate action.

Hsu, A., Schwartz, J.D., Moffat, A.S. y Weinfurter, A.J. (2015). Towards a new climate diplomacy. *Nature Climate Change* 5(6), 501-503. https://doi.org/10.1038/nclimate2594.

Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) (2018). *Non-state and Subnational Action Guidance.* https://climateactiontransparency.org/wp-content/uploads/2018/08/ICAT-Non-State-and-Subnational-Action-Guidance-July-2018.pdf.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). *Global Warming of 1.5 °C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming Of 1.5 °C Above Pre-Industrial Levels and Related Global GreenhouseGas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty.* http://www.ipcc.ch/report/sr15/.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2016). *The Methodological Assessment Report on Scenarios and Models of Biodiversity and Ecosystem Services.* Ferrier, S., Ninan, K.N., Leadley, P., Alkemade, R., Acosta, L.A., Akçakaya, H.R. *et al.* (eds.). Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Service. https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/2016.methodological_assessment_report_scenarios_models.pdf.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018a). The Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystems Services for Africa. Bonn. https://www.ipbes.net/system/tdf/ipbes_6_inf_3_rev.1_final.pdf?file=1&type=node&id=16516.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018b). The Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystems Services for the Americas. Bonn. https://www.ipbes.net/system/tdf/ipbes-6-inf-4-rev.1.pdf?file=1&type=node&id=16517.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018c). The Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystems Services for Asia and the Pacific. Bonn. https://www.ipbes.net/system/tdf/ipbes_6_inf_5_rev.1_1.pdf?file=1&type=node&id=16518.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018d). The Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystems Services for Europe and Central Asia. Bonn. https://www.ipbes.net/system/tdf/ipbes_6_inf_6_rev.1.pdf?file=1&type=node&id=16519.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018e). Summary for Policymakers of the Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for Africa of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. Archer, L. E. Dziba, K. J. Mulongoy, M. A. Maoela, M. Walters, R. Biggs *et al.* (eds.). Bonn. https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_africa_2018_digital.pdf?file=1&type=node&id=28397.

Jabbour, J. y Flachsland, C. (2017). 40 years of global environmental assessments: A retrospective analysis. Environmental Science Policy 77, 193-202. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.001.

Jordan, A.J., Huitema, D., Hildén, M., van Asselt, H., Rayner, T.J., Schoenefeld, J.J. *et al.* (2015). Emergence of polycentric climate governance and its future prospects. Nature Climate Change 5(11), 977-982. https://doi.org/10.1038/nclimate2725.

Karpouzoglou, T., Pereira, L.M. y Doshi, S. (2018). Bridging ICTs with governance capabilities for food-energy-water sustainability. Food, Energy and Water Sustainability, 222-238. https://doi.org/10.9774/GLEAF.9781315696522_13.

Kivimaa, P. y Kern, F. (2016). Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. Research Policy 45(1), 205-217. https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.09.008

Kok, K., Pedde, S., Jäger, J. y Harrison, P. (2015). European Shared Socioeconomic Pathways. Wageningen: Wageningen University and Research. https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/publications/european-shared-socioeconomic-pathways/download.pdf.

Kok, M.T.J., Kok, K., Peterson, G.D., Hill, R., Agard, J. y Carpenter, S.R. (2016). Biodiversity and ecosystem services require IPBES to take novel approach to scenarios. Sustainability Science 12(1), 177-181. https://doi.org/10.1007/s11625-016-0354-8.

Kowarsch, M., Jabbour, J., Flachsland, C., Kok, M.T.J., Watson, R., Haas, P.M. *et al.* (2017). A road map for global environmental assessments. Nature Climate Change 7, 379-382. https://doi.org/10.1038/nclimate3307.

Kuramochi, T., Asuka, J., Fekete, H., Tamura, K. y Höhne, N. (2016). Comparative assessment of Japan's long-term carbon budget under different effort-sharing principles. Climate Policy 16(8), 1029-1047. https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1064344.

Lamont, J. y Favor, C. (2008). Distributive Justice Zalta, E.N. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Stanford, CA https://philpapers.org/rec/LAMDJ

Leach, M., Raworth, K. y Rockström, J. (2013). Between social and planetary boundaries: Navigating pathways in the safe and just space for humanity. *En* World Social Science Report 2013: Changing Global Environments. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. chapter 6. 84-90. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264203419-en.pdf?expires=1533653701&id=id&accname=ocid54015570&checksum=CC551D1F3C5B6C1E71F36A23B DEBC407

Liu, J., Hull, V., Batistella, M., DeFries, R., Dietz, T., Fu, F. *et al.* (2013). Framing Sustainability in a Telecoupled World. Ecology and Society 18(2). https://doi.org/10.5751/ES-05873-180226.

Lundquist, C.J., Pereira, H.M., Alkemade, R., den Belder, E., Carvalho Ribeiro, S., Davies, K. *et al.* 83 (2017). Visions for Nature and Nature's Contributions to People for the 21st Century NIWA Science and Technology Series. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Auckland, 123 https://www.niwa.co.nz/files/IPBES-Nature-Futures-report_2017_ExecSum.Pdf

Malone, T.W., Nickerson, J.V., Laubacher, R.J., Fisher, L.H., de Boer, P., Han, Y. *et al.* (2017). Putting the pieces back together again: Contest webs for large-scale problem solving. Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing. Portland, OR. 2998343 1661-1674. https://doi.org/10.1145/2998181.2998343

Mason-D'Croz, D., Vervoort, J., Palazzo, A., Islam, S., Lord, S., Helfgott, A. *et al.* (2016). Multi-factor, multi-state, multi-model scenarios: Exploring food and climate futures for Southeast Asia. Environmental Modelling and Software 83, 255-270. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.05.008.

Meadowcroft, J. (2011). Engaging with the politics of sustainability transitions. Environmental Innovation and Societal Transitions 1(1), 70-75. https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.003.

Merrie, A., Keys, P., Metian, M. y Österblom, H. (2018). Radical ocean futures-scenario development using science fiction prototyping. Futures 95, 22-32. https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.09.005.

Miller, R. (2013). Changing the conditions of change by learning to use the future differently. In World Social Science Report 2013: Changing Global Environments. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. chapter 10. 107-112. https://www.oecd-ilibrary.org/world-social-science-report-2013_5k43jt1wr17d.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2F9789264203419-en&mimeType=pdf

Miller, R., Poli, R. y Rossel, P. (2013). The Discipline of Anticipation: Exploring Key Issues. UNESCO Foresight. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. http://filer.fumee.dk/5/The%20Discipline%20of%20Anticipation%20-%20Miller,%20Poli,%20Rossel.pdf.

Minx, J.C., Lamb, W.F., Callaghan, M.W., Bornmann, L. y Fuss, S. (2017). Fast growing research on negative emissions. Environmental Research Letters 12(3), 035007. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5ee5.

Moore, M.-L., Riddell, D. y Vocisano, D. (2015). Scaling out, scaling up, scaling deep: Strategies of non-profits in advancing systemic social innovation. The Journal of Corporate Citizenship (58), 67-84. https://doi.org/10.9774/GLEAF.4700.2015.ju.00009.

Moore, M.-L., Tjornbo, O., Enfors, E., Knapp, C., Hodbod, J., Baggio, J.A. *et al.* (2014). Studying the complexity of change: toward an analytical framework for understanding deliberate social-ecological transformations. Ecology and Society 19(4). https://doi.org/10.5751/ES-06966-190454.

Nagendra, H. 557 (2018). The global south is rich in sustainability lessons that students deserve to hear Nature. 485-488 https://www.nature.com/articles/d41586-018-05210-0

Nagendra, H., Bai, X., Brondizio, E.S. y Lwasa, S. (2018). The urban south and the predicament of global sustainability. Nature Sustainability 1(7), 341-349. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0101-5.

Nemoto, E.H. y Biazoti, A.R. (2017). Urban agriculture: How bottom-up initiatives are impacting space and policies in São Paulo. Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society 5(3), 21-34. https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/2017110153670/fofjVol5No3S21.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Newell, P. (2005). Race, Class and the Global Politics of Environmental Inequality. 5(3), 70-94. https://doi.org/10.1162/1526380054794835.

Ockwell, D., Byrne, R., Hansen, U.E., Haselip, J. y Nygaard, I. (2018). The uptake and diffusion of solar power in Africa: Socio-cultural and political insights on a rapidly emerging socio-technical transition. Energy Research and Social Science 44, 122-129. https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.04.033.

Olsson, P., Gunderson, L.H., Carpenter, S.R., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C. *et al.* (2006). Shooting the Rapids: Navigating Transitions to Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. Ecology and Society 11(1). https://doi.org/10.5751/ES-01595-110118.

Palazzo, A., Vervoort, J.M., Mason-D'Croz, D., Rutting, L., Havlík, P., Islam, S. *et al.* (2017). Linking regional stakeholder scenarios and shared socioeconomic pathways: Quantified West African food and climate futures in a global context. Global Environmental Change 45, 227-242. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.12.002.

Parks, B.C. y Roberts, J.T. (2008). Inequality and the global climate regime: breaking the north-south impasse. Cambridge Review of International Affairs 21(4), 621-648. https://doi.org/10.1080/09557570802452979.

Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M. *et al.* (2017). Valuing nature's contributions to people: The IPBES approach. Current Opinion in Environmental Sustainability 26-27, 7-16. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006.

PATHWAYS (2018). Participation to healthy workplaces and inclusive strategies in the work sector: Welcome to PATHWAYS project. Neurological Institute Carlo Besta IRCCS Foundation https://www.path-ways.eu/ (Consultado: 15 de mayo de 2018).

Patterson, J., Schulz, K., Vervoort, J., van der Hel, S., Widerberg, O., Adler, C. *et al.* (2017). Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability. Environmental Innovation and Societal Transitions 24, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.09.001.

PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2012). Roads from Rio+20. Pathways to Achieve Global Sustainability Goals by 2050. van Vuuren, D. and Kok, M. (eds.). The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_2012_Roads%20from%20Rio_500062001.pdf.

Pelletier, N. (2010). Environmental sustainability as the first principle of distributive justice: Towards an ecological communitarian normative foundation for ecological economics. Ecological Economics 69(10), 1887-1894. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.001.

Pereira, L.M., Hichert, T., Hamann, M., Preiser, R. y Biggs, R. (2018a). Using futures methods to create transformative spaces: Visions of a good Anthropocene in southern Africa. Ecology and Society 23(1). https://doi.org/10.5751/ES-09907-230119.

Pereira, L.M., Bennett, E.M., Biggs, R.O., Peterson, G.D., McPhearson, T., Norström, A.V. *et al.* (2018b). Seeds of the future in the present: Exploring pathways for navigating towards "Good Anthropocenes". En Urban Planet: Knowledge towards Sustainable Cities. Elmqvist, T., Bai, X., Frantzeskaki, N., Griffith, C., Maddox, D., McPhearson, T. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. 327-350. http://openaccess.city.ac.uk/19567/1/seeds_of_the_future_in_the_present.pdf

Pimentel, D. y Pimentel, M. (2003). Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. The American Journal of Clinical Nutrition 78(3), 660S-663S. https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S.

Reed, M.S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. Biological Conservation 141(10), 2417-2431. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014.

Reed, M.S., Fraser, E.D.G. y Dougill, A.J. (2006). An adaptive learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities. Ecological Economics 59(4), 406-418. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.008.

Rosa, I.M.D., Pereira, H.M., Ferrier, S., Alkemade, J.R.M., Acosta, L.A., Resit Akcakaya, H. *et al.* (2017). Multiscale scenarios for nature futures. Nature Ecology and Evolution 1, 1416–1419. https://doi.org/10.1038/s41559-017-0273-9.

Rosales, J. (2008). The politics of equity: Precedent for post-Kyoto per capita schemes Grover, V.I. Global Warming and Climate Change: Ten Years After Kyoto And Still Counting. Science Publishers, Enfield, NH, 87-106 5 https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781439843444/chapters/10.1201%2Fb11007-9

Rosenzweig, C., Solecki, W., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., Bowman, T. *et al.* (2018). Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network. En Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network. Rosenzweig, C., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., Ali Ibrahim, S. y Solecki, W.D. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. xvii-xlii. https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-and-cities/climate-change-and-cities-second-assessment-report-of-the-urban-climate-change-research-network/BE242A59BEA99C3DB5E663BAF5FD480F

Schramski, J.R., Rutz, Z.J., Gattie, D.K. y Li, K. (2011). Trophically balanced sustainable agriculture. Ecological Economics 72, 88-96. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.08.017.

Seaquist, J.W., Johansson, E.L. y Nicholas, K.A. (2014). Architecture of the global land acquisition system: applying the tools of network science to identify key vulnerabilities. Environmental Research Letters 9(11), 114006. https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/114006.

Seto, K.C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G.C., Dewar D. *et al.* (2014). Human settlements, infrastructure, and spatial planning. En Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S. y Seyboth, K. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press. chapter 12. 923-1000. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter12.pdf

Sitas, N. y Harmáčková, Z. (presentado para su publicación). Exploring the utility of scenario archetypes in science-policy processes: A cross-regional comparison from the Intergovernmental science-policy platform for biodiversity and ecosystem services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

Steffen, W., Deutsch, L., Ludwig, C., Broadgate, W. y Gaffney, O. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The great acceleration. Anthropocene Review 2(1), 81-98. https://doi.org/10.1177/2053019614564785.

TRANSMANGO (2018). The transmango game jam tour. https://transmango.wordpress.com/ (Consultado: 22 de junio de 2018).

United Nations Environment Programme (2016). The Emissions Gap Report 2016: A UNEP Synthesis Report. Nairobi. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10016/emission_gap_report_2016.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

United Nations Environment Programme (2017a). First GEO-6 Innovative Scenarios and Policy Pathways Stakeholder Visioning Workshop. The Second Global Authors Meeting of the Sixth Global Environment Outlook (GEO-6). Bangkok, Thailand, 22 - 26 May 2017. 21 http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/21463/Outlooks_Meeting_First_GEO-6_Workshop%20Report_v5_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

United Nations Environment Programme (2017b). Second GEO-6 Innovative Scenarios and Policy Pathways Stakeholder Visioning Workshop. The Third Global Authors Meeting of the Sixth Global Environment Outlook (GEO-6). Guangzhou, 9 - 14 October 2017.

United Nations Environment Programme (2017c). Third GEO-6 Innovative Scenarios and Policy Pathways Stakeholder Visioning Workshop. Innovative Outlooks Visioning Workshop. Nairobi, 1 December 2017. United Nations Environment Programme

United Nations Environment Programme (2018). Fourth GEO-6 Innovative Scenarios and Policy Pathways Stakeholder Visioning Workshop. Singapore, 19-23 February 2018. United Nations Environment Programme https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25512/Summary_Scenarios%20and%20Policy%20pathways%20Stakeholder%20Visioning%20Workshop_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). The Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

United Nations Research Institute for Social Development (2016). Policy Innovations for Transformative Change: Implementing the 2030 Agenda for Sustainable Development. Geneva. http://www.unrisd.org/80256B42004CCC77/(httpInfoFiles)/2D9B6E61A43A7E87C125804F003285F5/$file/Flagship2016_FullReport.pdf.

van Vuuren, D., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K. *et al.* (2011). The representative concentration pathways: An overview. Climatic Change 109(5). https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z.

van Vuuren, D., Kok, M., Girod, B., Lucas, P.L. y de Vries, B.J.M. (2012). Scenarios in global environmental assessments: Key characteristics and lessons for future use. Global Environmental Change 22(4). https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.06.001.

Vasileiadou, E., Huijben, J.C.C.M. y Raven, R.P.J.M. (2016). Three is a crowd? Exploring the potential of crowdfunding for renewable energy in the Netherlands. Journal of Cleaner Production 128, 142-155. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.028.

Vercoe, R. y Brinkmann, R. (2012). A tale of two sustainabilities: Comparing sustainability in the global north and south to uncover meaning for educators. Journal of Sustainability Education

http://www.susted.com/wordpress/content/a-tale-of-two-sustainabilities-comparing-sustainability-in-the-global-north-and-south-to-uncover-meaning-for-educators_2012_03/ (Consultado: 06 de febrero de 2018).

Vervoort, J.M., Thornton, P.K., Kristjansson, P., Foerch, W., Ericksen, P.J., Kok, K. *et al.* (2014). Challenges to scenario-guided adaptive action on food security under climate change. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions 28, 383-394. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.03.001.

Ward, J.D., Ward, P.J., Mantzioris, E. y Saint, C. (2014). Optimising diet decisions and urban agriculture using linear programming. Food Security 6(5), 701-718. https://doi.org/10.1007/s12571-014-0374-0.

Wiggins, A. y Crowston, K. (2011). From conservation to crowdsourcing: A typology of citizen science. 44th Hawaii International Conference on System Sciences. Kauai, HI, 4-7 January 2011. https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.207

World Food Programme (2018). The R4 rural resilience initiative. http://www1.wfp.org/r4-rural-resilience-initiative (Consultado: 8 de octubre de 2018).

World Overview of Conservation Approaches and Technologies (2018). Welcome to WOCAT – The world overview of conservation approaches and technologies. https://www.wocat.net/en/ (Consultado: 8 de octubre de 2018).

Wright, C., Yang, C. y Ma, D. (2018). Framework for community-based sustainable development [MIT Center for Collective Intelligence https://www.climatecolab.org/contests/2017/exploring-synergistic-solutions-for-sustainable-development/c/proposal/1334291 (Consultado: 27 de diciembre de 2018).

Zurek, M.B. y Henrichs, T. (2007). Linking scenarios across geographical scales in international environmental assessments. Technological Forecasting and Social



Capítulo 24

El camino a seguir



© Shutterstock/ESB Professional

Autores principales coordinadores Mikiko Kainuma (Institute for Global Environmental Strategies [IGES]), Diana Mangalagiu (University of Oxford y Neoma Business School), Ghassem R. Asrar (Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), Klaus Jacob (Freie Universität Berlin)

Autores principales: Laura Pereira (Centre for Complex Systems in Transition, Stellenbosch University), Alexis Rocamora (Institute for Global Environmental Strategies), Detlef van Vuuren (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Fintan Hurley (Institute of Occupational Medicine), Steve Hedden (Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver), Paul Lucas (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency), Peter King (Institute for Global Environmental Strategies)

Autores colaboradores: Kei Gomi (National Institute for Environmental Studies [NIES]), Robyn Lucas (National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University)

Asistente GEO: Mandy Angèl van den Ende (Utrecht University)

Resumen ejecutivo

Las políticas sistémicas y transformadoras, las tecnologías y las prácticas sociales, si se utilizan de forma conjunta y holística, tienen el potencial de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y otros Acuerdos Ambientales Multilaterales (MEA) (*establecido, pero incompleto*). La transformación es un proceso disruptivo que va más allá de la mera mejora incremental de las tecnologías y prácticas existentes con el fin de servir, de forma innovadora, a las necesidades humanas. Su origen puede ser la tecnología, las políticas o las normas y prácticas sociales, pero para que sea transformadora debe ser integral, es decir, holística. Las transformaciones no son necesariamente el resultado de enfoques descendentes. Surgen de la coevolución de múltiples factores interdependientes y del compromiso activo de diversas partes interesadas. {24.2}

Los caminos transformadores hacia el desarrollo sostenible requieren (1) visiones que guíen la innovación sistémica hacia la sostenibilidad, (2) innovación social y política, (3) la eliminación progresiva de las prácticas insostenibles, (4) la experimentación en materia de políticas y, (5) la participación y facilitación de los actores y las partes interesadas (*establecido, pero incompleto*). Se necesitan soluciones innovadoras para vincular las políticas a los ODS, para promover modelos empresariales viables, para financiar el apoyo y la gestión de los riesgos de inversión, para apoyar la cooperación internacional y para atender las preocupaciones de los ciudadanos y de las partes interesadas, al tiempo de garantizar su activa participación en todo el proceso. {24.3}

El fomento de la innovación sistémica es clave para el desarrollo socioeconómico (*establecido, pero incompleto*). Muchos países tienen dificultades para desarrollar, adoptar y difundir tecnologías innovadoras debido a los elevados costos que se perciben asociados a ellas y, en algunos casos, a los obstáculos técnicos o normativos que dificultan su aplicación. Por ejemplo, en algunos países, las tecnologías con bajas emisiones de carbono han sido adoptadas por las industrias solo en la medida en que han tenido un éxito competitivo en el mercado. Sin embargo, el desarrollo de políticas y gobernanza, incluidos los mecanismos financieros, la innovación política y las capacidades humanas pertinentes, a nivel local, subnacional y nacional para crear un entorno favorable, es crucial para la difusión a gran escala. {24.3.1}

Las políticas medio ambientales transformadoras cuentan con el potencial de complementar a las existentes (*establecido, pero incompleto*). El potencial de las políticas ambientales desarrolladas e implementadas en las últimas décadas está lejos de realizarse. Algunas políticas medio ambientales de importancia estratégica que abordan las tecnologías, reducen las emisiones y mejoran la eficiencia del uso de los recursos, carecen de una aplicación efectiva. Por ejemplo, las políticas sectoriales a menudo no tienen en cuenta los problemas medio ambientales. Las políticas transformadoras tienen un potencial considerable para ir más allá de estas medidas, sin embargo, es menos seguro que la innovación experimental y sistémica tenga éxito a corto plazo. En consecuencia, ambos enfoques, centrados en una aplicación más eficaz de las políticas existentes y transformadoras de importancia estratégica, deberían aplicarse conjuntamente. {24.1, 24.4}

Un planeta sano es la condición fundamental para soportar todas las formas de vida y el bienestar humano que dependen de la viabilidad del sistema de apoyo a la vida en la Tierra (*bien establecido*). La perspectiva "Planeta Sano, Gente Sana" reconoce que las actividades humanas han transformado los sistemas naturales de la Tierra y han perturbado sus mecanismos de autorregulación y su sistema de mantenimiento de la vida. El crecimiento económico se ha producido a costa de la salud de los ecosistemas. La degradación medio ambiental resultante ha aumentado la carga de enfermedades por la exposición a contaminantes nocivos, así como por la reducción del acceso a los servicios ecosistémicos de los que disfrutamos, por ejemplo, aire limpio, ecosistemas biodiversos, alimentos sanos, océanos, tierra y agua dulce limpia. El enfoque "Planeta Sano, Gente Sana" será fundamental en los esfuerzos globales para promover la administración de los recursos del aire, la biodiversidad, la tierra, los océanos y el agua dulce con el fin de apoyar el bienestar humano y la sostenibilidad del sistema Tierra. Por ejemplo, se calcula que el ahorro sanitario mundial que supone la reducción de la contaminación atmosférica es entre 1,4 y 2,5 veces mayor que los costos de mitigación del cambio climático. La estrategia propuesta para alcanzar el objetivo de menos de 2°C de calentamiento a finales de este siglo se ha previsto que tendrá la mayor relación de rentabilidad, ya que se estima que el ahorro sanitario mundial (54,1 billones de dólares) es más del doble de los costos políticos mundiales (22,1 billones de dólares). {24.4}

24.1 Enfoques de la política medio ambiental: estratégicos y transformadores

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, junto con una serie de Acuerdos Ambientales Multilaterales (MEA, por su sigla en inglés), establecen una ambiciosa visión a largo plazo para la búsqueda universal del desarrollo sostenible, mediante la transformación económica, social, ambiental e institucional (Capítulo 20). Aunque se ha avanzado en la gestión de algunos problemas medio ambientales (por ejemplo, el agotamiento de la capa de ozono o la lluvia ácida), los acuerdos globales y las políticas asociadas no han podido frenar la trayectoria insostenible. Sin nuevas políticas y acciones efectivas, la anhelada visión de desarrollo sostenible no se cumplirá (Capítulo 21).

Existen opciones para modificar las tendencias predominantes. Avanzar hacia una senda sostenible requiere una combinación de innovaciones tecnológicas, cambios en el estilo de vida y soluciones locales, regionales, globales y descentralizadas que involucre la participación de las partes interesadas, a un ritmo de cambio sin precedentes (Capítulos 22 y 23). El potencial de las mejoras de eficiencia y de la reducción de las emisiones está lejos de ser aprovechado en su totalidad, pero debido a los efectos rebote y de crecimiento, es cuestionable que sean suficientes. Así, parecen necesarios cambios más disruptivos y transformadores, incluyendo nuevas prácticas sociales. En este capítulo se analizan los enfoques innovadores prometedores y las políticas transformadoras y eficaces que ayudarán a alcanzar el objetivo de "Planeta Sano, Gente Sana".

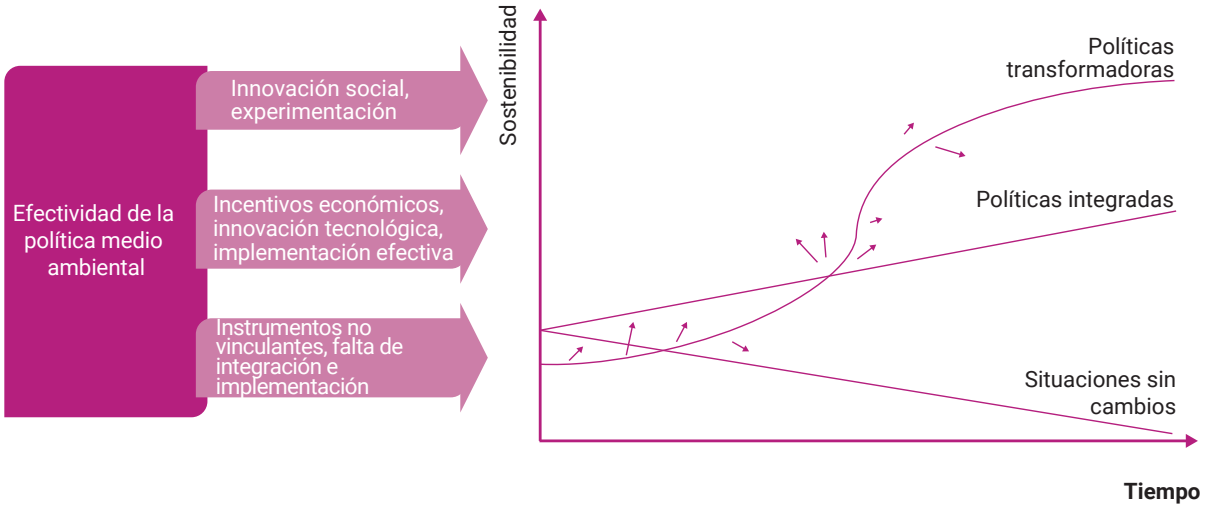
La Parte A de este informe aporta evidencia relacionada con que el actual ritmo de cambio es inadecuado para revertir el daño ambiental que ya estamos experimentando. Sin una reorientación fundamental, la mayoría de los ámbitos medio ambientales seguirán degradándose, amenazando el progreso económico y social logrado hasta la fecha y el destino de las múltiples especies que comparten el planeta Tierra. La Parte B concluye que, a pesar de la proliferación de innovaciones políticas, a menudo sólo se observan soluciones de segunda clase y a pequeña escala, que rara vez van más allá de los arreglos tecnológicos. Además, las políticas ambientales potencialmente efectivas y ambiciosas no están consiguiendo la fuerza necesaria. Las proyecciones futuras y las vías potenciales de la Parte C sugieren que se necesitan nuevas políticas y acciones cuantificables a todos los niveles (local, nacional, regional y mundial) para alcanzar, entre muchos otros, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las metas para el 2030. El análisis muestra que, para la mayoría de los objetivos medio ambientales, las condiciones previstas parecen empeorar, por ejemplo:

- Cada vez más personas vivirán en zonas con estrés hídrico (Hejazi *et al.* 2014).
- El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero dará lugar a un gran rebasamiento del objetivo "muy por debajo de 2°C" del Acuerdo de París sobre el cambio climático (Iyer *et al.* 2015; United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC] 2015).
- El rápido declive de la biodiversidad continuará (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [IPBES] 2018).
- Los sistemas alimentarios bajo tensión seguirán dando lugar a una malnutrición persistente, que afectará tanto al bienestar humano como a la salud del planeta (Whitmee *et al.* 2015).

Algunas vías de cambio fueron evaluadas en varios escenarios de sostenibilidad en el Capítulo 22, y a través de las posibles semillas del cambio en el Capítulo 23. Sin embargo, el reto de la sostenibilidad requiere nuevas estrategias que amplíen la imaginación colectiva de la humanidad, así como los conocimientos y la acción actuales. Los pasos incrementales son insuficientes.

La **Figura 24.1** ilustra las trayectorias de sostenibilidad de los enfoques integrados y transformadores en comparación con una situación sin cambio. Este último, con políticas ambientales poco ambiciosas, carece de una aplicación eficaz y de una integración holística en otras políticas sectoriales y, por tanto, no contribuirá a salvaguardar el medio ambiente ni a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Unas políticas ambientales más sólidas, incluidas las que ofrecen incentivos económicos para reducir las emisiones y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, tienen un potencial considerable. Un enfoque transformador, basado en la experimentación y la consideración de las prácticas sociales, puede ser más abierto y menos seguro en cuanto a su dirección y posibilidades de éxito, pero ofrece un mayor potencial para lograr un mayor impacto y alcanzar los objetivos de sostenibilidad. Ambos enfoques políticos podrían aplicarse en paralelo para garantizar una mayor probabilidad de éxito tanto a corto como a largo plazo.

Figura 24.1: Diferentes enfoques en materia de política



24.2 Cambio transformador

Nuestras necesidades de nutrición, salud, energía, mejora de vivienda, etc., se satisfacen mediante una serie de sistemas socioecológicos, sociotécnicos y socioeconómicos (Folke *et al.* 2011; Geels y Schot 2017: Díaz *et al.* 2018). Dichos sistemas prestan sus servicios a la sociedad, no solo mediante una única tecnología o servicio, sino porque están integrados en infraestructuras, mercados, instituciones y prácticas sociales, incluyendo normas y valores (Grießhammer y Brohmann 2015). Los diferentes elementos de estos sistemas se refuerzan y estabilizan mutuamente, no obstante, se consideran de forma relativamente independiente, lo que dificulta que las políticas medio ambientales cambien fundamentalmente la estructura de los sistemas y las organizaciones implicadas, sin hablar de sus interrelaciones e interacciones.

Las políticas medio ambientales han desencadenado la innovación en muchos sectores a través de estrategias y acciones como la modernización ecológica, la economía verde o la valoración de los servicios ecosistémicos, mientras que el potencial para seguir innovando sigue siendo considerable. El potencial de mejora de la productividad de los recursos es representativo, con factores de cuatro a diez, es decir, con una unidad de recurso se producen de cuatro a diez veces más bienes (Schmidt-Bleek 2008; von Weizsäcker *et al.* 2009). La mejora de la productividad de los recursos es necesaria, pero no suficiente, porque no cambia los sistemas subyacentes de forma adecuada para lograr la transformación requerida hacia una sociedad sostenible. Por tanto, es necesaria una reconfiguración fundamental de los sistemas sociales, incluidos los modelos mentales y los procesos de pensamiento, las instituciones, las normas y los valores (Westley *et al.* 2013; Olsson, Galaz y Boonstra 2014; Bennett *et al.* 2016). Estas transformaciones no son necesariamente el resultado de enfoques descendentes, pues surgen de la coevolución de múltiples factores interdependientes y del compromiso activo de diversas partes interesadas (Capítulo 23). De ahí la importancia de coordinar a los actores y los recursos, guiados por una visión hacia un futuro radicalmente diferente.

Fomentar la capacidad de transformación podría favorecer nuevas trayectorias de desarrollo para sistemas socioecológicos más sostenibles y con más espacio para la innovación dinámica (Folke *et al.* 2010; Jacob *et al.* 2018). Las transformaciones parten de nichos definidos como pequeños espacios protegidos en los que pueden desarrollarse nuevas prácticas, provocando así cambios desde la escala local, hasta la regional y la global (Loorbach y Raak 2006; Olsson *et al.* 2006; Jänicke y Rennings 2011; Olsson, Galaz y Boonstra 2014). Sin embargo, una vez que los mecanismos de retroalimentación han alcanzado una magnitud crítica, el cambio transformador puede ser abrupto al igual que para las tecnologías existentes y su infraestructura de apoyo, lo cual puede llevar a que los conocimientos, el capital y las instituciones se deslegitimen, mientras dicho cambio finalmente queda bien integrado en las normas y las prácticas (Arthur 2011).

La transformación histórica ha seguido este patrón, partiendo de la innovación en nichos y desafiando las prácticas imperantes, con un carácter coevolutivo y emergente (Diamond 1997; Arthur 2011; Westley, McGowan y Tjörnbo eds. 2017). En muchos casos, estas transformaciones fueron procesos no guiados que condujeron a un mayor uso de los recursos, a las emisiones y a la degradación del medio ambiente, en lugar de un uso y una gestión sostenible de los recursos y del medio ambiente. Por lo tanto, es necesario navegar y guiar las transformaciones hacia trayectorias más deseables (Olsson *et al.* 2006; Jacob *et al.* 2018).

Los enfoques transformadores pueden diferir de un país a otro. Además, aunque las políticas actuales han sido insuficientes para abordar los problemas medio ambientales, es necesario continuar con el control de la contaminación, la mejora de la eficiencia, la planificación del medio ambiente, etc. Aunque algunos países podrían lograr cambios transformadores dando un salto hacia las mejores prácticas, otros podrían necesitar cambios graduales en sus políticas y prácticas antes de alcanzar etapas transformadoras. Por ello, el despliegue de instrumentos como los incentivos económicos a la innovación y los cambios en los marcos económicos existentes, incluida la internalización de los costos externos, la eliminación de los subsidios ambientales, la promoción de la valoración de los servicios de los ecosistemas, la reforma de las inversiones del presupuesto verde, podrían desempeñar un papel clave para lograr cambios transformadores.

No existe una receta sencilla para propiciar un cambio transformador hacia la sostenibilidad, pero las recientes innovaciones metodológicas hacen énfasis en la necesidad de que los diferentes actores se unan y experimenten con innovaciones que tienen el potencial de generar una transformación sistémica (Frantzeskaki, Wittmayer y Loorbach 2014: Pereira *et al.* 2015). Muchos de estos procesos se denominan procesos basados en laboratorios del mundo real, cuya característica es que contribuyen a la transformación mediante la inclusión de métodos experimentales, un modo transdisciplinario de investigación, y la escalabilidad y transferibilidad de los resultados, así como el aprendizaje científico y social y la reflexividad (Schapke *et al.* 2018). Algunos ejemplos son los laboratorios de innovación social (Westley *et al.* 2012), los laboratorios de resiliencia (Frantzeskaki *et al.* 2018), laboratorios de transformación (Charli-Joseph *et al.* 2018; Zgambo 2018; van Zwanenberg *et al.* 2018), laboratorios vivos (Budweg *et al.* 2011; Hooli *et al.* 2016), incluidos los laboratorios vivos urbanos (Cosgrave *et al.* 2013; Voytenko *et al.* 2016) y arenas de transición (Loorbach 2010). Otros procesos relacionados se basan en campos como la previsión, un enfoque que abarca una amplia gama de métodos para investigar sistemáticamente el futuro a través de sistemas como el sistema alimentario (Hebinck *et al.* 2018), los sistemas urbanos (Potjer, Hajer y Pelzer 2018) o los sistemas energéticos (Hajer y Pelzer 2018). Algunos procesos se refieren a nuevas formas de pensar sobre cómo debe producirse el cambio, desde el nivel individual a través de ideas como el "inscaping", en el que los individuos sacan a la superficie sus experiencias internas (Nilsson y Paddock 2014), hasta cómo los grupos pueden experimentar el cambio utilizando conceptos como la "Teoría U" (Scharmer 2007), y recurriendo más a las historias y experiencias vividas para crear conexiones reales con las personas y sus entornos en el futuro (Galafassi *et al.* 2018). Estas intervenciones sistémicas se han definido como espacios transformadores, entornos colaborativos seguros en los que se puede experimentar con nuevas configuraciones de sistemas socioecológicos, cruciales para la transformación (véase Charli-Joseph *et al.* 2018; Drimie *et al.* 2018; Dye 2018; Galafassi *et al.* 2018; Hebinck *et al.* 2018; Marshall *et al.* 2018; Moore *et al.* 2018; Pereira *et al.* 2018; van Zwanenberg *et al.* 2018). Estos enfoques pueden ser un paso importante para navegar hacia una trayectoria más sostenible.

24.3 Componentes para la transformación

Se pueden identificar cinco enfoques clave para guiar, moldear y permitir la transformación, a saber:

i. visiones para guiar la innovación sistémica hacia la sostenibilidad;
ii. innovación social y política;
iii. eliminación progresiva de las prácticas insostenibles;
iv. experimentación en materia de políticas; y,
v. participación y facilitación de los actores y las partes interesadas.

Las secciones siguientes ofrecerán los ejemplos necesarios para discutir e ilustrar los anteriores enfoques.

24.3.1 Visiones para guiar la innovación sistémica hacia la sostenibilidad

Un número cada vez mayor de gobiernos, ciudades, empresas y comunidades están expresando visiones convincentes de un futuro más sostenible y compartiendo sus estrategias y planes para alcanzar esas visiones. Muchas de estas visiones son conscientes de que también se necesitan nuevas formas de medir el progreso (Midgley y Lindhult 2017).

El concepto de Felicidad Nacional Bruta (FNB), como alternativa a los valores monetarios para medir el progreso de la sociedad, se introdujo en la estrategia de desarrollo sostenible de Buthán de 1999 (Niestroy, Schmidt y Esche 2013; Jacob, Kannen y Niestroy 2014). Desde entonces, se ha convertido en la visión central de las actividades gubernamentales y económicas de dicho país. Las políticas e inversiones se evalúan en función de su contribución al aumento de la FNB, en lugar de su costo y sus beneficios monetarios. La FNB es clave para los planes quinquenales de Buthán, está incluida en su Constitución y la supervisión de su aplicación reposa a cargo de una comisión. La FNB se basa en cuatro pilares:

i. desarrollo socioeconómico equitativo (equidad entre individuos, comunidades y regiones para proporcionar armonía y estabilidad social);
ii. conservación del medio ambiente;
iii. preservación y promoción de la cultura (apreciación del patrimonio cultural del país y preservación de los valores espirituales y emocionales); y,
iv. promoción de una buena gobernanza (desarrollo de las instituciones y los recursos humanos, y provisión de oportunidades de participación).

En respuesta a una lamentable historia de deforestación y degradación ambiental (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2016), Costa Rica ha desarrollado una visión de la modernidad que otorga a la calidad ambiental un lugar primordial (Silva 2002; Johnson 2016). La Constitución de Costa Rica de 1994 establece "el derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado" (United Nations, General Assembly 2014). Algunos enfoques políticos recientes para alcanzar esa visión incluyen el pago por servicios ecosistémicos, la preservación de los bosques a cambio de créditos de carbono, los certificados de créditos forestales, la protección legal y la preservación de especies emblemáticas, la prohibición de la minería a cielo abierto y, más recientemente, el compromiso de ser neutral en cuanto a emisiones de carbono para 2021. Aunque siguen existiendo retos en relación con la calidad del agua y la protección del medio marino, de esta visión global se han derivado importantes mejoras medio ambientales. Por ejemplo, la cubierta forestal ha mejorado del 26% en la década de 1980 al 52% en 2010 (United Nations, General Assembly 2014).

Un número cada vez mayor de ciudades, comunidades y regiones de todo el mundo se proponen reducir su huella de carbono y aspiran a convertirse en lugares con cero o neutras emisiones de carbono (Yamanoshita y Aamano 2012). En todo el mundo se está desarrollando una definición clara del alcance de las emisiones (por ejemplo, las emisiones internas basadas en el límite geográfico, o las emisiones externas causadas directamente por las actividades municipales) que abordan estas etiquetas a nivel de ciudad (Kennedy y Sgouridis 2011; Straatman *et al.* 2018). A nivel mundial, 19 ciudades se han comprometido a hacer que los edificios y las infraestructuras con emisiones nulas de carbono sean un elemento central de su estrategia de inversión para 2030, y a revisar sus actuales políticas de planificación y regulaciones para que la infraestructura de los edificios existentes sean de emisiones netas cero para 2050 (C40 Cities 2018). Se han intentado prototipos de ciudades con cero emisiones mediante el uso de energías renovables, tecnología de vanguardia, planificación urbana innovadora y un énfasis en la reutilización total (Premalatha *et al.* 2013). Otras iniciativas se centran en ayudar a las ciudades existentes a entrar en una vía hacia las emisiones netas cero, por ejemplo, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible 2017, en la que los municipios trabajan junto con las empresas para reducir conjuntamente las emisiones de CO_2, al tiempo que se centran en las prioridades de sostenibilidad (Zadek 2004; Moore, Riddell y Vocisano 2015).

ProjectZero (2016) en la región de Sønderborg (77.000 habitantes), en el sur del Reino de Dinamarca, tiene la visión declarada de llegar a ser neutra en emisiones de CO_2 para 2029, basándose en un crecimiento sostenible que dé lugar a nuevos empleos verdes. Esta visión se está llevando a cabo mediante una asociación público-privada en la que participan el municipio y las principales empresas de la región. En 2015 se logró superar el hito de una reducción del 25% de las emisiones de CO_2 (en un 35%) (World Future Council 2016). En ciudades y regiones de todo el mundo se están llevando a cabo iniciativas tecnológicas, como la ampliación de las redes de calefacción urbana, la conversión de los suministros a fuentes neutras de CO_2 y la instalación de aerogeneradores terrestres e instalaciones fotovoltaicas, junto con programas que involucran a los ciudadanos y las industrias, como los programas ZEROhousing y ZEROcompany (Bulkeley y Betsill 2005; Betsill y Bulkeley 2006; Frantzeskaki, Wittmayer y Loorbach 2014; Fujino y Asakawa 2017; City of Melbourne 2018).

La Autoridad de Desarrollo Regional de Iskandar (IRDA, por su sigla en inglés), una agencia del gobierno federal de Malasia que supervisa el desarrollo económico y físico del país, formuló una visión conocida como el Proyecto de Sociedad de Bajo Carbono 2025. La IRDA elaboró el Manual de Directrices de la Economía Verde como medio para poner en práctica esta visión con la participación activa de los operadores empresariales de la región, la cual cuenta con importantes inversiones nacionales y extranjeras (Ho *et al.* 2013; Iskandar Regional Development Authority [IRDA] 2014).

24.3.2 Innovación social y política

No existe un plan único para lograr estas visiones, ya que todas están social y ecológicamente arraigadas en contextos nacionales y locales, desarrollos históricos, normas y valores culturales, etc. En consecuencia, la transformación fomenta innovaciones sociales y políticas a gran escala sin que lleguen a garantizar que ciertas formas acabarán teniendo éxito y merecerán ser emuladas en otros ámbitos. Un enfoque emergente que está encontrando múltiples aplicaciones es el concepto de economía colaborativa, por ejemplo, sistemas de alojamiento y movilidad compartidos, el cual ayuda a alejar a las sociedades del consumo derrochador de recursos tanto renovables como no renovables (véase la Sección 23.3; Frenken 2017). Compartir el alojamiento y la movilidad para reducir el impacto ambiental es potencialmente transformador. La propiedad de vehículos privados y su uso en solitario, con los elevados costos de funcionamiento del seguro, el estacionamiento, el mantenimiento, el combustible, etc., pueden reducirse hasta en un 80% en una década si se aplican reglamentos y sistemas de incentivos sólidos (Arbib y Seba 2017). La confianza ya no se basa en los lazos personales, sino en mecanismos como las calificaciones de los pares, las regulaciones comerciales y de responsabilidad y la verificación de terceros (Lan *et al.* 2017).

Algunas ciudades contemplan la posibilidad de que todo el transporte público sea gratuito. En algunas ciudades de Suiza,

por ejemplo, los hoteles proporcionan a sus huéspedes pases gratuitos para utilizar el transporte público y evitar la congestión del tráfico y el aparcamiento. Desde 2013, los residentes permanentes de Tallin, la capital de la República de Estonia, tienen derecho a utilizar el transporte público tras registrarse y adquirir una tarjeta verde por solo dos euros, tras lo cual todo el transporte es gratuito. Las motivaciones para introducir el plan fueron:

i. promover un cambio modal del uso del automóvil privado al transporte público;
ii. mejorar el acceso de las personas con bajos ingresos; y,
ii. estimular el registro de los residentes de Tallin y así aumentar los retornos provenientes de los impuestos sobre la renta (Cats, Susilo y Reimal 2017).

A medida que aumenta el número de personas que viven en las ciudades, la huella urbana en el interior del país es cada vez más perjudicial para el medio ambiente. Un enfoque político prometedor para minimizar estos impactos, abordar el cambio climático y fortalecer los lazos comunitarios es crear las condiciones favorables necesarias para aumentar la agricultura urbana: tejados verdes, granjas verticales y jardines comunitarios, por ejemplo. Por supuesto, para muchos países en desarrollo, la agricultura urbana ha sido una forma de vida (Orsini *et al.* 2013) con un 11% (Indonesia) a casi el 70% (Vietnam y Nicaragua) de los hogares urbanos que obtienen ingresos de la agricultura urbana. Lo que ha cambiado ha sido la creciente sofisticación de la agricultura urbana, como la agricultura vertical (Association of Vertical Farming 2018) y los tejados verdes (City of Melbourne 2018), predominantemente en los países más desarrollados.

Promover una economía circular es otra oportunidad potencial para reducir las emisiones de CO_2 y otros residuos, al mismo tiempo que se preservan los recursos naturales y los ecosistemas (véase el Capítulo 17). Este concepto se recoge en el enfoque para gestionar el consumo de recursos naturales y abordar los retos medio ambientales y socioeconómicos relacionados que ha adoptado el Plan de Acción para la Economía Circular de la Comisión Europea, publicado en diciembre de 2015 (Wilts 2017; European Commission 2018). Si los materiales se conservan en productos de alta calidad o se reciclan y se utilizan como materias primas secundarias de alta calidad, la economía circular puede reducir la demanda de las industrias de materias primas primarias (Wilts 2017). El concepto de economía circular también promueve un enfoque descentralizado para compartir, prestar servicios y desmaterializar las innovaciones de las empresas. Por ejemplo, un modo descentralizado de prestación de servicios, que no depende necesariamente de la propiedad de productos y materiales, está siendo posible rápidamente gracias al desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación y a los nuevos modelos empresariales (Kishita *et al.* 2018).

24.3.3 Eliminación progresiva de las prácticas insostenibles

El compromiso de cambiar la actual e insostenible trayectoria socioeconómica y medio ambiental ofrece grandes oportunidades en todos los aspectos de la vida cotidiana, con un alto potencial para generar las transformaciones necesarias. La prohibición de los plásticos de un solo uso constituye uno de los ejemplos más recientes, en el que la eliminación inicial de las bolsas de plástico ligeras ha dado paso a una respuesta política mucho más amplia a todos los niveles, abordando el uso de todo tipo de plásticos (Onyanga-Omara 2013; European Commission 2018; United Nations Environment [UNEP] 2018). Los países en desarrollo están liderando esta transformación. En 2002, la República Popular de Bangladesh se convirtió en el primer país del mundo en prohibir por completo las bolsas de plástico finas después de darse cuenta de que alrededor el 80% de los encharcamientos en las ciudades durante las inundaciones se debían a que las bolsas de polietileno bloqueaban los desagües y aumentaban el agua estancada. Esto también producía un caldo de cultivo para los mosquitos, aumentando la incidencia de enfermedades como el dengue y la malaria. Otros países se sumaron a iniciativas similares, como el Estado de Eritrea en 2005 y la República de Kenia en 2017 (Njugunah 2017). Ampliando la lucha contra las bolsas de plástico, la Comisión Europea (2018) hizo el innovador anuncio de prohibir una decena de artículos de plástico de un solo uso (por ejemplo, cubiertos, pajitas, bastoncillos de algodón, platos, tazas de café y agitadores) que representan el 70% de la basura en las aguas y playas regionales. Este ejemplo fue seguido inmediatamente por la India, marcando un avance histórico.

En algunas circunstancias, los materiales naturales pueden ofrecer alternativas a los plásticos. Por ejemplo, las repúblicas de Indonesia, India, Filipinas y Kenia están utilizando el jacinto de agua, que se encuentra entre las plantas más eficaces para eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera, como fuente de fibra resistente o para producir papel y productos de papel, con el potencial de reducir la demanda de productos de plástico convencionales. ONU Medio Ambiente está liderando el proceso de intercambio de información y educación a nivel mundial a través de su campaña Mares Limpios y, más recientemente, haciendo que el tema del Día Mundial del Medio Ambiente 2018 sea vencer la contaminación por plástico (Dris *et al.* 2015; Ocean Care 2017). Sin embargo, las políticas de sustitución de plásticos por materiales alternativos no lograrán reducir los desechos marinos si no se tiene en cuenta la eliminación de dichos materiales antes de su introducción. Una mejor recogida, reciclaje y gestión de los residuos ayudará a reducir los desechos en la tierra y en el océano (Trucost 2016).

24.3.4 Experimentación en materia de políticas

A menudo, las políticas transformadoras solo pueden juzgarse como exitosas a posteriori y con un cuidadoso seguimiento y evaluación. Los errores políticos introducidos directamente a nivel nacional pueden tener implicaciones duraderas, como algunas de las lamentables políticas del pasado para controlar el crecimiento de la población (Zhang 2017). En consecuencia, el principio de precaución sugiere que la experimentación de políticas a menor escala, combinada con el apoyo nacional y la evaluación continua, puede ser una opción más sensata (Heilman 2008; Husain 2017; Shin 2018).

La experimentación en materia de políticas a escala local, seguida de su ampliación, es un rasgo distintivo del éxito de las políticas chinas (Heilmann 2008). Este enfoque de experimentación deliberada se remonta a las primeras reformas agrarias y al tratamiento de la producción agrícola en la década de 1940 (Husain 2017). Los experimentos políticos a escala local ofrecen un espacio para adaptar e innovar políticas que se supervisan de cerca; si tienen éxito, se amplían posteriormente, y si no tienen éxito, se detienen. Shin (2018) se refiere a este enfoque como experimentación bajo jerarquía, complementada con incentivos de rendimiento para los funcionarios locales.

La gobernanza experimental se diferencia de la tradicional en que hace hincapié en los procesos de aprendizaje basados en la colaboración público-privada. La experimentación está orientada a los objetivos y busca superar las brechas entre las políticas descendentes y los desafíos a nivel popular (Antikainen, Alhola y Jaaskelainen 2017). Este tipo de experimentos políticos se han practicado para la adaptación al clima en el Reino de los Países Bajos (McFagen y Huitema 2018). Los experimentos de adaptación al clima también se han practicado en ciudades de países en desarrollo, respaldadas por estrategias basadas en la comunidad en las cuales se involucran a miembros de la misma y a profesionales interesados, y que obtienen el apoyo de agentes externos. Estos experimentos de adaptación deben ser coherentes con sus contextos políticos y económicos urbanos

para garantizar un cambio transformador (Broto y Bulkeley 2013; Chu 2016). La experimentación política funciona bien cuando los procesos son más iterativos y más participativos, reflejando tanto una formulación de objetivos a largo plazo como una estrategia interactiva (Hilden, Jordan y Huitema 2017).

24.3.5 Participación y facilitación de los actores y las partes interesadas

La transformación, por definición, cambiará los sistemas socioeconómicos existentes y creará ganadores y perdedores. No hay que temer estos cambios, ya que continuar en una dinámica sin cambio conlleva una perturbación aún mayor y un mayor número de perdedores. Aunque no es posible describir aquí a todos los actores que deben prosperar en el contexto de estas visiones emergentes de desarrollo sostenible, se crearán muchas nuevas oportunidades que deben ser apoyadas. Los enfoques participativos para involucrar a los responsables de la toma de decisiones y a los actores en todas las fases del cambio transformador garantizan una mayor aceptación y reducen significativamente el tiempo de adopción, produciendo una mayor apropiación de dichos cambios (Mitchell, Agle y Wood 1997; Umaemiya, Rametsteiner y Kraxner 2010; Smith, Ansett y Erez 2011; Asrar, Ryabinin y Detemmerman 2012; Asrar, Hurrell y Busalacchi 2013; IRDA 2014; Vallentin 2016). Estos enfoques están ampliamente reconocidos en una serie de acuerdos internacionales derivados del Principio 10 de la Declaración de Río: "La mejor manera de tratar los asuntos ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados", como por ejemplo, el Convenio de Aarhus, el Convenio de Escazu o el Diálogo de Talanoa (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1992).

La financiación innovadora representa un avance clave en el complejo camino hacia la consecución de los ODS. Seguir como se viene haciendo no representa ninguna opción para cerrar la brecha estimada entre el gasto actual y aquel necesario para los ODS, que asciende a 2,5 billones de dólares al año en los países en desarrollo (United Nations Conference on Trade and Development 2014). La financiación innovadora no solo pretende establecer nuevos instrumentos financieros, sino que también se refiere a hacer negocios en el futuro mediante procesos más inclusivos (ODS 17) (Porter y Kramer 2006; Ritzén y Sandström 2017). Los instrumentos complementarios a las subvenciones o los estímulos financieros pueden ayudar a desbloquear el capital adicional necesario para apoyar las inversiones sostenibles. Entre los ejemplos que podrían formar parte de una combinación de financiación más inteligente se encuentran los préstamos, el capital, el cuasicapital y las garantías, así como los bonos verdes, azules y sociales (Venugopal y Srivastava 2012; International Capital Market Association 2018). Las empresas a nivel mundial están siendo alentadas a, no sólo ofrecer un rendimiento financiero, sino también mostrar cómo sus negocios hacen una contribución positiva a la sociedad (Porter y Kramer 2006; Downie 2017). Varios inversores institucionales, bancos y otras instituciones financieras del sector privado se han sumado a este llamamiento, reformulando sus estrategias en la gestión de activos y desplazando el capital de inversión hacia empresas que incorporan consideraciones ambientales, sociales y de gobernanza en los análisis financieros fundamentales (Noguer y Houillier 2010; Enright, McElrath y Taylor 2016).

También están empezando a surgir acuerdos de cooperación entre los gobiernos y el sector privado para crear nuevos instrumentos financieros. Por ejemplo, la República Federal de Nigeria, el mayor productor de petróleo de África, se convirtió en diciembre de 2017 en el primer país del continente en emitir un bono verde para financiar proyectos y programas de microempresas de energías renovables y de forestación. El éxito de la primera emisión, de 10.690 millones de nairas, empujó al gobierno a fijarse como objetivo la emisión de otros 150.000 millones de nairas en bonos verdes en 2018. Esta emisión de bonos pretende reducir las emisiones de CO_2 en Nigeria en un 40% para 2030. Valorar los avances, evaluar el impacto y compartir las lecciones aprendidas y las experiencias obtenidas de tales iniciativas son clave para el éxito del cambio transformador en las políticas y las prácticas (Asrar y Hurrell 2013; Premalatha *et al.* 2013).

También es importante destacar el potencial transformador del compromiso y la cooperación entre empresas, gobiernos y organizaciones no gubernamentales (ONG). El Southern Africa Food Lab (SAFL) es una plataforma creada para proporcionar un espacio a fin de que diversas partes interesadas de todo el sistema alimentario dialoguen, prestando especial atención a la relación entre el diálogo y la acción (Drimie *et al.* 2018). Uno de estos procesos consistió en crear escenarios transformadores para el futuro del sistema alimentario de la República de Sudáfrica, al mismo tiempo que se aprobaba la política de seguridad alimentaria y nutricional nacional (véase Freeth y Drimie 2016). El proceso de elaboración de escenarios reunió a un grupo diverso de partes interesadas de todo el sistema alimentario, incluidos funcionarios del gobierno, grandes empresas y activistas de la sociedad civil y organizaciones jurídicas, que navegaron entre sus diferentes perspectivas para construir las relaciones significativas que son fundamentales para el compromiso político y, en última instancia, para el cambio de políticas (Freeth y Drimie 2016). El SAFL también se ha convertido en un punto de encuentro para las asociaciones entre las ONG, los investigadores y las pequeñas empresas para participar en torno al cambio transformador en el sistema alimentario. Muchas de estas asociaciones involucran al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por su sigla en inglés) como organización de límites para el cambio transformador hacia la sostenibilidad (Cockburn *et al.* 2018), al aumentar la sensibilización de los consumidores sobre los desafíos de la sostenibilidad, como la sobrepesca (WWF 2014), y trascender los sesgos partidistas que a veces obstaculizan las intervenciones innovadoras (Drimie y Pereira 2016). El papel de las ONG como actores que favorecen el cambio positivo está bien documentado y debe aprovecharse para lograr la agenda de desarrollo sostenible.

24.4 Planeta Sano, Gente Sana: reto y oportunidad

Un planeta sano es la base última para sostener todas las formas de vida, incluidas la salud y el bienestar de los seres humanos, que dependen de su viabilidad. Este principio se recoge en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y en los acuerdos medio ambientales multilaterales conexos. La mejora de la salud y el bienestar humano, la seguridad alimentaria y la nutrición, la justicia social y la prosperidad económica y la gestión medio ambiental a través del desarrollo sostenible es el tema principal del GEO-6.

Las actividades humanas ya han transformado los sistemas naturales de la Tierra y han alterado sus mecanismos de autorregulación, con consecuencias irreversibles para el sistema planetario y el bienestar humano (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Rockström *et al.* 2009; Intergovernmental Panel on Climate Change 2014; Steffen *et al.* 2015; Whitmee *et al.* 2015; Ceballosa, Ehrlichb y Dirzob 2017; IPBES 2018; véase la Parte A de este informe).

El enfoque "Planeta Sano, Gente Sana" es clave para promover la administración del aire, la biodiversidad, los océanos, la tierra y el agua dulce, aspectos esenciales para apoyar el bienestar humano y la sostenibilidad de los sistemas de la Tierra para las generaciones actuales y futuras. Un aspecto central de este enfoque es la adopción de un enfoque holístico y sistémico, según el cual los retos identificados para todos los aspectos del sistema de apoyo a la vida en la Tierra (por ejemplo, aire limpio, agua dulce, producción de alimentos a partir de los océanos y la tierra, hábitats para las especies) se persiguen en armonía con

las dimensiones socioeconómicas y sanitarias (por ejemplo, género, equidad, pobreza) (Commission on Social Determinants of Health [CSDH] 2008; Gordon *et al.* 2017; Dye 2018). Las complejas interrelaciones entre los diferentes aspectos del cambio ambiental se ilustran mediante las 12 cuestiones transversales seleccionadas que se describen en el Capítulo 4, así como las sinergias y compensaciones analizadas en la Sección 22.4.2.

Cerca de una cuarta parte de las muertes anuales en todo el mundo están causadas por factores ambientales modificables (Prüss-Ustün *et al.* 2016). Sin embargo, la salud humana depende de mucho más que de un planeta sano. Incluso si fuera deseable y factible lograr un planeta sano y sostenible sin abordar las cuestiones socioeconómicas y los determinantes de la salud asociados, la humanidad seguiría estando muy lejos del objetivo de tener personas sanas (véase también la Sección 22.2.5, sobre la consecución de la meta de los ODS relativa a la mortalidad infantil). Los factores socioeconómicos y culturales tienen importantes repercusiones en la salud, a través de las opciones de estilo de vida, las desigualdades y las prácticas perjudiciales como la guerra, la violencia, las condiciones de trabajo inseguras y el trabajo infantil (CSDH 2008; véase la Sección 4.1). Por lo tanto, los determinantes sociales de la salud, incluidas las desigualdades sociales y de riqueza, también deben abordarse de manera eficaz (Camfield, Møller y Rojas 2015; Donkin *et al.* 2017).

Como se indica en la Sección 4.1, la salud humana está mediada por múltiples factores del entorno natural, social y construido, incluidas nuestras percepciones de equidad y seguridad, así como el acceso equitativo a los recursos medio ambientales y el contacto humano con la naturaleza (CSDH 2008). Esta perspectiva complementa la definición clásica de la salud humana como "un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" (World Health Organization 1948), y la experiencia de utilizar el bienestar (Camfield Møller y Rojas 2015; Maggino 2015) junto con la salud para incorporar las dimensiones psicológica, emocional y social. Las múltiples relaciones entre los sistemas planetarios y humanos vinculan la salud y el bienestar directa e indirectamente con la mayoría de los ODS. Como tales, los ODS ofrecen la oportunidad de abordar la salud humana de forma sistémica, a diferencia de otras iniciativas sanitarias importantes que suelen centrarse en una enfermedad o pandemia determinada.

En los últimos años se han desarrollado varios marcos para ayudar a garantizar que la investigación y el desarrollo de políticas tengan en cuenta las complejas interrelaciones entre los factores sanitarios, socioeconómicos y ambientales (Buse *et al.* 2018). Sin embargo, gran parte de las pruebas científicas relacionadas con el efecto del medio ambiente sobre la salud humana tiene un enfoque más limitado, sobre la contaminación y la enfermedad, es decir, la mortalidad y la morbilidad, con una atención limitada al concepto más amplio de bienestar o a los determinantes sociales de la salud. Dentro de este marco clásico más estrecho de la salud ambiental, la comisión sobre contaminación y salud de la revista The Lancet (Landrigan *et al.* 2017) estimó que la contaminación ambiental causó unos 9 millones de muertes prematuras en 2015; principalmente, por la contaminación del aire exterior e interior, que en conjunto causaron 6,4 millones de muertes (Cohen *et al.* 2017). Además, las presiones ambientales y sus impactos en la salud y el bienestar no se distribuyen equitativamente (véase la Parte A). Estas presiones afectan especialmente a los grupos que ya son vulnerables o están en desventaja, como los grupos demográficos más jóvenes, los de mayor edad y las mujeres, los pobres, los que padecen enfermedades crónicas, los indígenas y los que son objeto de discriminación racial (Solomon *et al.* 2016; Landrigan *et al.* 2017).

Hay que examinar y comunicar ampliamente el costo de no abordar los desafíos de las malas condiciones ambientales (Haines 2017; véase el ejemplo del **Recuadro 24.1**), los cuales son omnipresentes, a través de la pérdida de vidas y bienes; la discapacidad; los costos derivados de las enfermedades cardiovasculares y respiratorias; los costos de los daños a la salud debidos a las múltiples tensiones de los fenómenos meteorológicos extremos, a los conflictos por la inseguridad alimentaria y del agua; la gran desigualdad y la pobreza; y la trágica situación de los refugiados en todo el mundo.

Todos ellos contribuyen a la desigualdad y a la inestabilidad y, en un intento por gestionar las consecuencias, son mucho menos costosos de prevenir que de hacer frente.

Ninguna nación está aislada del impacto de las malas condiciones ambientales. Para avanzar con éxito en las políticas, las prácticas y la inversión financiera en el desarrollo global, así como para abordar los desafíos ambientales, las justificaciones deben enmarcarse de manera holística sobre la base de cómo pueden mejorar la seguridad, la prosperidad y el bienestar de los ciudadanos y las naciones a nivel mundial; las opciones políticas y las soluciones sólidas deben estar respaldadas por el análisis económico y por los datos para justificar los ahorros y/o las nuevas

Recuadro 24.1: Los beneficios para la salud superan los costos de la aplicación del Acuerdo de París

De acuerdo con un estudio de modelización (Markandya *et al.* 2018), los costos de la aplicación del Acuerdo de París (UNFCCC 2015) entre 2020 y 2050 podrían verse superados por los beneficios para la salud de las reducciones de las enfermedades y muertes relacionadas con la contaminación atmosférica. Dicho estudio modelizó los niveles de emisión en varios escenarios y estimó los costos de las muertes relacionadas con la contaminación atmosférica (como resultado de enfermedades respiratorias que van desde las infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores hasta la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y las enfermedades cardíacas, los accidentes cerebrovasculares y el cáncer de pulmón), y lo comparó con los costos de la mitigación del cambio climático por país o región: la República Popular China, la Unión Europea, la República de la India, los Estados Unidos de América y el resto del mundo. Los escenarios incluyen no hacer nada, continuar con las políticas actuales de cada país y tres estrategias diferentes para implementar y financiar el acuerdo hacia los límites de calentamiento de 2°C y 1,5°C.

Dependiendo del escenario utilizado, se estimó que los beneficios para la salud derivados de la reducción de la contaminación atmosférica eran, a nivel mundial, entre 1,4 y 2,5 veces mayores que los gastos de mitigación. La relación costo-beneficio más elevada correspondió a la estrategia de emisiones para alcanzar el objetivo de los 2 °C: el ahorro sanitario mundial se estimó en 54,1 billones de dólares, lo que eclipsó los costos políticos mundiales de 22,1 billones de dólares.

En todos los escenarios examinados, los países que probablemente verían el mayor ahorro en salud gracias a la mejora de las medidas de reducción de emisiones eran China e India. El costo de la implementación de políticas de mitigación del clima en dichos países se vería totalmente compensado por el ahorro en salud en la mayoría de los escenarios, y los costos adicionales de perseguir un objetivo de 1,5°C en lugar de 2°C podrían generar beneficios sustanciales (para India, alrededor de 3,3-8,4 billones de dólares y para China, alrededor de 0,3-2,3 billones de dólares). Para la Unión Europea y Estados Unidos, el ahorro en salud sería grande, pero no lo suficiente como para compensar totalmente los costos.

fuentes de ingresos (Haines 2017; Markandya *et al.* 2018).

En opinión de los autores especializados en salud pública de la comisión conjunta sobre salud planetaria de la Fundación Rockefeller y The Lancet, "las soluciones [a la crisis medio ambiental] están al alcance de la mano y deben basarse en la redefinición de la prosperidad para centrarse en la mejora de la calidad de vida y la prestación de una mejor salud para todos, junto con el respeto a la integridad de los sistemas naturales" (Whitmee *et al.* 2015).

Los cambios necesarios para garantizar un Planeta Sano, Gente Sana son de tal envergadura, y son tan complejos y extensos, que sería presuntuoso afirmar que pueden preverse en su totalidad. No obstante, invertir en el medio ambiente mundial, el desarrollo y la salud humana a través de acuerdos y acciones multilaterales, y crear las amplias coaliciones necesarias para un cambio transformador, son sin duda elementos de un camino eficaz para abordar de forma holística estos retos transfronterizos. El tema de Planeta Sano, Gente Sana encarna este enfoque integrado del medio ambiente contemporáneo y del tratamiento de los retos socioeconómicos y sanitarios a los que se enfrentan las generaciones actuales y futuras que desean un planeta sostenible para ellos, sus hijos y para toda la vida en la Tierra.

Referencias

Antikainen, R., Alhola, K. y Jaaskelainen, T. (2017). Experiments as a means towards sustainable societies - Lessons learnt and future outlooks from a Finnish perspective. Journal of Cleaner Production 169, 216-224. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.184.

Arbib, J. y Seba, T. (2017). Rethinking Transportation 2020-2030: The Disruption of Transportation and the Collapse of the Internal-Combustion Vehicle and Oil Industries; A RethinkX Sector Disruption Report. RethinkX. https://static1.squarespace.com/static/585c3439be65942f022bbf9b/t/591a2e4be6f2e1c13df930c5/1494888038959/RethinkX+Report_051517.pdf

Arthur, B. (2011). The Nature of Technology: What it is and how it Evolves. http://www.simonandschuster.com/books/The-Nature-of-Technology/W-Brian-Arthur/9781416544067.

Asrar, G.R., Hurrell, J. y Busalacchi, A. (2013). A need for "actionable" climate science and information: Summary of WCRP open science conference outcomes. World Climate Research Program Open Science Conference. Denver, CO, 24–28 October 2011. http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-12-00011.1

Asrar, G.R. y J. W. Hurrell. (eds.) (2013). Climate Science for Serving Society: Research, Modeling and Prediction Priorities: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9789400766914.

Asrar, G.R., Ryabinin, V. y Detemmerman, V. (2012). Climate science and services: Providing climate information for adaptation, sustainable development and risk management. Current Opinion in Environmental Sustainability 4(1), 88-100. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.01.003.

Association of Vertical Farming (2018). Introducing the Vertical Farming Global Sustainability Registry (SURE) Network. Association for Vertical Farming https://sure.vertical-farming.net/ (Consultado: 26 de enero de 2018).

Bennett, E.M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A.V., Olsson, P. *et al.* (2016). Bright spots: Seeds of a good Anthropocene. Frontiers in Ecology and the Environment 14(8), 441-448. https://doi.org/10.1002/fee.1309.

Betsill, M.M. y Bulkeley, H. (2006). Cities and the multilevel governance of global climate change. Global Governance 12(2), 141-159. http://journals.rienner.com/doi/pdf/10.5555/ggov.2006.12.2.141.

Broto, V.C. y Bulkeley, H. (2013). A survey of urban climate change experiments in 100 cities. Global Environmental Change 23(1), 92-102. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.07.005

Budweg, S., Schaffers, H., Ruland, R., Kristensen, K. y Prinz, W. (2011). Enhancing collaboration in communities of professionals using a Living Lab approach. Production Planning and Control 22(5-6). https://doi.org/10.1080/09537287.2010.536630.

Bulkeley, H. y Betsill, M. (2005). Rethinking sustainable cities: Multilevel governance and the 'urban' politics of climate change. Environmental Politics 14(1), 42-63. https://doi.org/10.1080/0964401042000310178.

Buse, C.G., Oestreicher, J.S., Ellis, N.R., Patrick, R., Brisbois, B., Jenkins, A.P. *et al.* (2018). Public health guide to field developments linking ecosystems, environments and health in the Anthropocene. Journal of Epidemiology and Community Health 72(5), 420-425. https://doi.org/10.1136/jech-2017-210082.

C40 Cities (2018). C40 cities. https://www.c40.org/ (Consultado: 24 de febrero de 2018).

Camfield, L., Møller, V. y Rojas, M. (eds.) (2015). Global handbook of quality of life: Exploration of well-being of nations and continents: Springer. https://www.springer.com/gp/book/9789401791779.

Cats, O., Susilo, Y.O. y Reimal, T. (2017). The prospects of fare-free public transport: Evidence from Tallinn. Transportation 44(5), 1083–1104. https://doi.org/10.1007/s11116-016-9695-5.

Ceballosa, G., Ehrlichb, P.R. y Dirzob, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth

mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. Proceedings of the National Academy of Sciences. https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114.

Charli-Joseph, L., Siqueiros-Garcia, J.M., Eakin, H., Manuel-Navarrete, D. y Shelton, R. (2018). Promoting agency for social-ecological transformation: A transformation-lab in the Xochimilco social-ecological system. Ecology and Society 23(2), 46. https://doi.org/10.5751/ES-10214-230246.

Chu, E.K. (2016). The governance of climate change adaptation through urban policy experiments. Environmental Policy and Governance 26(6), 439-451. https://doi.org/10.1002/eet.1727.

City of Melbourne (2018). Green Rooftop Project. http://www.melbourne.vic.gov.au/building-and-development/sustainable-building/Pages/rooftop-project.aspx (Consultado: 22 de marzo de 2018).

Cockburn, J., Koopman, V., Pereira, L.M. y van Niekerk, J. (2018). Institutional bricolage to address sustainability challenges in the South African sugarcane industry. *En* Food, Energy and Water Sustainability. Routledge in association with GSE Research. 133-151. https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781317446194/chapters/10.4324%2F9781315696522-14

Cohen, A.J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H.R., Frostad, J., Estep, K. *et al.* (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. The Lancet 389(10082), 1907-1918. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

Commission on Social Determinants of Health (2008). Closing the Gap in a Generation: Health Equity through Action on the Social Determinants of Health. Geneva: World Health Organization. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43943/9789241563703_eng.pdf?sequence=1.

Cosgrave, E., Arbuthnot, K. y Tryfonas, T. (2013). Living labs, innovation districts and information marketplaces: A systems approach for smart cities. Procedia Computer Science 16, 668-677. https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.070.

Diamond, J. (1997). Guns, Germs, y Steel. W. W. Norton and Company, Inc. http://books.wwnorton.com/books/978-0-393-35432-4/.

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z. *et al.* (2018). Assessing nature's contributions to people: Recognizing culture, and diverse sources of knowledge, can improve assessments. Science 359(6373), 270-272. https://doi.org/10.1126/science.aap8826.

Donkin, A., Goldblatt, P., Allen, J., Nathanson, V. y Marmot, M. (2017). Global action on the social determinants of health. BMJ Global Health 3(1). https://doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000603.

Downie, C. (2017). Business actors, political resistance, and strategies for policymakers. Energy Policy 108, 583-592. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.018.

Drimie, S., Hamann, R., Manderson, A.P. y Mlondobozi, N. (2018). Creating transformative spaces for dialogue and action: Reflecting on the experience of the Southern Africa Food Lab. Ecology and Society 23(3). https://doi.org/10.5751/ES-10177-230302

Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B. *et al.* (2015). Beyond the ocean: Contamination of freshwater ecosystems with (micro-) plastic particles. Environmental Chemistry 12(5), 539-550. https://doi.org/10.1071/EN14172.

Dye, C. (2018). Expanded health system for sustainable development: Advance transformative research for 2030 agenda. Science 359(6381), 1337-1339. https://doi.org/10.1126/science.aaq1081.

Enright, S., McElrath, R. y Taylor, A. (2016). The Future of Stakeholder Engagement: Transformative Engagement for Inclusive Business. San Francisco, CA: Business for Social Responsibility (BSR). https://www.bsr.org/reports/BSR_Future_of_Stakeholder_Engagement_Report.pdf

European Commission (2018). Implementation of the circular economy action plan. [European Union http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (Consultado: 04 de abril de 2018).

Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T. y Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. Ecology and Society 15(4), 20. https://doi.org/10.5751/es-03610-150420.

Folke, C., Jansson, Å., Rockström, J., Olsson, P., Carpenter, S.R., Chapin, F.S. *et al.* (2011). Reconnecting to the biosphere. Ambio 40(7), 719–738. https://doi.org/10.1007/s13280-011-0184-y. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (2016). The Global Forest Resources Assessment 2015: How are the World's Forests Changing? Rome: Food and Agriculture Organisation. http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf.

Frantzeskaki, N., van Steenbergen, F. y Stedman, R.C. (2018). Sense of place and experimentation in urban sustainability transitions: The resilience lab in Carnisse, Rotterdam, The Netherlands. Sustainability Science 13(4), 1045-1059. https://doi.org/10.1007/s11625-018-0562-5.

Frantzeskaki, N., Wittmayer, J. y Loorbach, D. (2014). The role of partnerships in 'realising' urban sustainability in Rotterdam's City Ports Area, The Netherlands. Journal of Cleaner Production 65, 406-417. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.023.

Freeth, R. y Drimie, S. (2016). Participatory scenario planning: from scenario 'stakeholders' to scenario 'owners'. Environment: Science and Policy for Sustainable Development 58(4), 32-43. https://doi.org/10.1080/00139157.2016.1186441.

Frenken, K. (2017). Sustainability perspectives on the sharing economy. Environmental Innovation and Societal Transitions 23, 1-2. https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.04.004.

Fujino, J. y Asakawa, K. (2017). Taking actions on the SDGs in Japanese Cities: The "Future City" Initiative and its Achievement on the SDGs. Kamiyaguchi: Institute for Global Environmental Strategies. https://pub.iges.or.jp/pub_file/iges-dp-sdgs-city-en-1pdf/download.

Galafassi, D., Daw, T.M., Thyresson, M., Rosendo, S., Chaigneau, T., Bandeira, S. *et al.* (2018). Stories in social-ecological knowledge cocreation. Ecology and Society 23(1). https://doi.org/10.5751/ES-09932-230123.

Geels, F.W. y Schot, J. (2017). Typology of sociotechnical transition pathways. Research Policy 36(3), 399-417. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003.

Gordon, L.J., Bignet, V., Crona, B., Henriksson, P.J.G., Van Holt, T., Jonell, M. *et al.* (2017). Rewiring food systems to enhance human health and biosphere stewardship. Environmental Research Letters 12(10). https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa81dc.

Grießhammer, R. y Brohmann, B. (2015). Wie Transformationen und Gesellschaftliche Innovationen Gelingen Können: Transformationsstrategien und Models of Change für Nachhaltigen Gesellschaftlichen Wandel. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/wie_transformationen_und_gesellschaftliche_innovationen_gelingen_koennen.pdf.

Haines, A. (2017). Health co-benefits of climate action. The Lancet Planetary Health 1(1), e4-e5. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30003-7.

Hajer, M.A. y Pelzer, P. (2018). 2050 - An energetic odyssey: Understanding 'Techniques of Futuring' in the transition towards renewable energy. Energy Research and Social Science 44, 222-231. https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.01.013.

Hebinck, A., Vervoort, J.M., Hebinck, P., Rutting, L. y Galli, F. (2018). Imagining transformative futures: Participatory foresight for food systems change. Ecology and Society 23(2).

https://doi.org/10.5751/ES-10054-230216.

Heilmann, S. (2008). Policy experimentation in China's economic rise. Studies in Comparative International Development 43(1), 1-26. https://doi.org/10.1007/s12116-007-9014-4.

Hejazi, M., Edmonds, J., Clarke, L., Kyle, P., Davies, E., Chaturvedi, V. *et al.* (2014). Long-term global water projections using six socioeconomic scenarios in an integrated assessment modeling framework. Technological Forecasting and Social Change 81, 205-226. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.006.

Hildén, M., Jordan, A. y Huitema, D. (2017). Special issue on experimentation for climate change solutions editorial: The search for climate change and sustainability solutions - The promise and the pitfalls of experimentation. Journal of Cleaner Production 169, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.019.

Ho, C.S., Matsuoka, Y., Chau, L.W., Teh, B.T., Simson, J.J. y Gomi, K. (2013). Blueprint for the development of low carbon society scenarios for Asian regions: Case study of Iskandar Malaysia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 16, 012125. https://doi.org/10.1088/1755-1315/16/1/012125.

Hooli, L.J., Jauhiainen, J.S. y Lähde, K. (2016). Living labs and knowledge creation in developing countries: Living labs as a tool for socio-economic resilience in Tanzania. African Journal of Science, Technology, Innovation and Development 8(1), 61-70. https://doi.org/10.1080/20421338.2015.1132534

Husain, L. (2017). Policy experimentation and innovation as a response to complexity in China's management of health reforms. Globalization and Health 13(54). https://doi.org/10.1186/s12992-017-0277-x.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E. *et al.* (eds.). Cambridge: Cambridge University Press.

https://www.cambridge.org/core/books/climate-change-2014-impacts-adaptation-and-vulnerability-part-b-regional-aspects/036A899BD52861D61B0D519C5F2B9334.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2018). Summary for Policymakers of the Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for Africa of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Archer, E., Dziba, L.E., Mulongoy, K.J., Maoela, M.A., Walters, M., Biggs, R. *et al.* (eds.). Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_africa_2018_digital.pdf?file=1&type=node&id=28397.

International Capital Market Association (2018). Green and Social Bonds: A High-Level Mapping to the Sustainable Development Goals. Zurich: International Capital Market Association.

https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/Mapping-SDGs-to-Social-and-Sustainability-Bonds-Final-030818.pdf.

Iskandar Regional Development Authority (2014). Green Economy Guideline Manual. Iskandar Regional Development Authority (IRDA). http://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/learning-resources/action/IRDA%20GEG%20Manual%20-%20Tourism.pdf.

Iyer, G.C., Edmonds, J.A., Clarke, L.E., Asrar, G.R., Hultman, N.E., Jeong, M. *et al.* (2015). The contribution of Paris to limit global warming to 2°C. Environmental Research Letters 10(12). https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/125002

Jacob, K., Graaf, L., Wolff, F. y Heyen, D.A. (2018). Transformative Umweltpolitik: Ansätze zur Förderung Gesellschaftlichen Wandels. Berlin: Federal Ministry for the Environment. https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Impulspapier_Transformative_Umweltpolitik.pdf.

Jacob, K., Kannen, H. y Niestroy, I. (2014). Nachhaltigkeitsstrategien im internationalen Vergleich. En Nachhaltigkeitsstrategien erfolgreich entwickeln: Strategien für eine nachhaltige Zukunft in Deutschland, Europa und der Welt. Stiftung, B. (ed.). Gütersloh. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_Nachhaltigkeitsstrategien_erfolgreich_entwickeln-de_NW.pdf.

Jänicke, M. y Rennings, K. (2011). Ecosystem dynamics: The principle of co-evolution and success stories from climate policy. International Journal of Technology, Policy and Management 11(3-4), 198-219. https://doi.org/10.1504/IJTPM.2011.042084.

Johnson, N. (2016). Costa Rica modernized without wrecking the environment. Here's how. Grist. https://grist.org/food/costa-rica-modernized-without-wrecking-the-environment-heres-how/ (Consultado: 06 de abril de 2018).

Kennedy, S. y Sgouridis, S. (2011). Rigorous classification and carbon accounting principles for low and Zero Carbon Cities. Energy Policy 39(9), 5259-5268. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.038.

Kishita, Y., Kuroyama, S., Matsumoto, M., Kojima, M. y Umeda, Y. (2018). Designing future visions of sustainable consumption and production in Southeast Asia. Procedia CIRP 69, 66-71. https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.150.

Lan, J., Ma, Y., Zhu, D., Mangalagiu, D. y Thornton, T.F. (2017). Enabling value co-creation in the sharing economy: The case of Mobike. Sustainability Science 9(9), 1-20. https://doi.org/10.3390/su9091504.

Landrigan, P.J., Fuller, R., Acosta, N.J.R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N.N. *et al.* (2017). The Lancet Commission on pollution and health. The Lancet 391(10119), 1-57. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0.

Loorbach, D. y van Raak, R. (2006). Strategic Niche Management and Transition Management: Different but Complementary Approaches. Erasmus University. https://repub.eur.nl/pub/37247.

Maggino, F. (2015). Assessing the subjective wellbeing of nations. En Global Handbook of Quality of Life. Glatzer, W., Camfield, L., Møller, V. y Rojas, M. (eds.). Dordrecht: Springer. chapter 10. 803-822. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-9178-6_37#enumeration

Markandya, A., Sampedro, J., Smith, S.J., Van Dingenen, R., Pizarro-Iriza, C., Arto, I. *et al.* (2018). Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris agreement: A modelling study. The Lancet Planetary Health 2(3), e126-e133. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30029-9.

Marshall, F., Dolley, J. y Priya, R. (2018). Transdisciplinary research as transformative space making for sustainability: Enhancing propoor transformative agency in periurban contexts. Ecology and Society 23(3), 8. https://doi.org/10.5751/ES-10249-230308

McFadgen, B. y Huitema, D. (2018). Experimentation at the interface of science and policy: A multi-case analysis of how policy experiments influence political decision-makers. Policy Science 51(2), 161-187. https://doi.org/10.1007/s11077-017-9276-2.

Midgley, G. y Lindhult, E. (2017). What is Systemic Innovation? Research Memorandum 99. https://www.researchgate.net/profile/Gerald_Midgley/publication/315692364_What_is_Systemic_Innovation/links/58dbe0fda6fdcc7c9f191ff6/What-is-Systemic-Innovation.pdf?origin=publication_detail.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, D.C: Island Press. https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf

Mitchell, R.K., Agle, B.R. y Wood, D.J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. The Academy of Management Review 22(4), 853–886. https://doi.org/10.5465/amr.1997.9711022105.

Moore, M.L., Olsson, P., Nilsson, W., Rose, L. y Westley, F.R. (2018). Navigating emergence and system reflexivity as key transformative capacities: Experiences from a Global Fellowship program. Ecology and Society 23(2), 38. https://doi.org/10.5751/ES-10166-230238.

Moore, M.L., Riddell, D. y Vocisano, D. (2015). Scaling out, scaling up, scaling deep: Strategies of non-profits in advancing systemic social innovation. Journal of Corporate Citizenship 58, 67–84. https://doi.org/10.9774/GLEAF.4700.2015.ju.00009.

Niestroy, I., Schmidt, A.G. y Esche, A. (2013). Bhutan: Paradigm Matters. Case Study for the Reinhard Mohn Prize 2013. Stiftung, B. (ed.). Gütersloh: Bertelsmann Foundation. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/31_Nachhaltigkeitsstrategien/Case-Study-Bhutan_Reinhard-Mohn-Prize-2013_20131016.pdf.

Nilsson, W. y Paddock, T. (2014). Social Innovation from the Inside Out. Stanford Social Innovation Review, Winter 2014. https://ssir.org/pdf/Social_Innovation_from_the_Inside_out.pdf.

Njugunah, M. (2017). List of countries that have banned plastic paper bags. Capital Business, Capital Group Limited. https://www.capitalfm.co.ke/business/2017/08/list-of-countries-that-have-banned-plastic-paper-bags/.

Noguer, S.N. y Houillier, S. (2010). Minding your Stakeholders' Business: The Key to Sustainability. Deloitte. http://globaldialogue.ca/doc/ca_consulting_minding_your_stakeholders_business.pdf.

Ocean Care (2017). Marine debris and the sustainable development goals. UN Ocean Conference. New York, NY, 5-9 June. United Nations https://www.oceancare.org/wp-content/uploads/2017/05/Marine_Debris_neutral_2018_web.pdf.

Olsson, P., Galaz, V. y Boonstra, W.J. (2014). Sustainability transformations: A resilience perspective. Ecology and Society 19(4). https://doi.org/10.5751/ES-06799-190401.

Olsson, P., Gunderson, L.H., Carpenter, S.R., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C. *et al.* (2006). Shooting the rapids: Navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems. Ecology and Society 11(1). http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art18/.

Onyanga-Omara, J. (2013). Plastic bag backlash gains momentum. BBC News, British Broadcasting Corporation. https://www.bbc.com/news/uk-24090603.

Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R. y Gianquinto, G. (2013). Urban agriculture in the developing world: A review. Agronomy for Sustainable Development 33(4), 695–720. https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z.

Pereira, L., Karpouzoglou, T., Doshi, S. y Frantzeskaki, N. (2015). Organizing a safe space for socio-ecological transformation to sustainability. International Journal of Environmental Research and Public Health 12(6), 6027-6044. https://doi.org/10.3390/ijerph120606027.

Pereira, L.M., McElroy, C.A., Littaye, A. y Girard, A.M. (eds.) (2018). Food, Energy and Water Sustainability: Emergent Governance Strategies: Routledge. https://www.routledge.com/Food-Energy-and-Water-Sustainability-Emergent-Governance-Strategies/Pereira-McElroy-Littaye-Girard/p/book/9781138904095.

Porter, M. y Kramer, M. (2006). Strategy and society: The link between competitive advantage and corporate social responsibility. Harvard Business Review 84(12), 78–92. https://doi.org/10.1108/sd.2007.05623ead.006.

Potjer, S., Hajer, M. y Pelzer, P. (2018). Learning to Experiment: Realising the Potential of Urban Agenda for the EU. Utrecht: Urban Futures Studio. https://www.docdroid.net/99DbF6c/research-urbanfuturesstudio-web-def-1.pdf#page=2.

Premalatha, M., Tauseef, S.M., Abbasi, T. y Abbasi, S.A. (2013). The promise and the performance of the world's first two zero carbon eco-cities. Renewable and Sustainable Energy Reviews 25, 660-669. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.011.

ProjectZero (2016). 35% less CO2 in Sonderborg. http://brightgreenbusiness.com/en-GB/News/Archive/2016/35-less-CO2-in-Sonderborg.aspx (Consultado: 10 de enero de 2018).

Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Corvalán, C., Bos, R. y Neira, M. (2016). Preventing Disease through Healthy Environments: A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks. Geneva: World Health Organization. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204585/1/9789241565196_eng.pdf?ua=1.

Ritzén, S. y Sandström, G.Ö. (2017). Barriers to the circular economy: Integration of perspectives and domains. Procedia CIRP 64, 7-12. https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.005.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Stuart Chapin III, F., Lambin, E.F. *et al.* (2009). A safe operating space for humanity. Nature 461, 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a.

Schäpke, N., Wagner, F., Parodi, O. y Meyer-Soylu, S. (2018). Strengthening the transformative impulse while mainstreaming real-world labs: Lessons learned from three years of BaWü-Labs. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society 26(4), 262-264. https://doi.org/10.14512/gaia.27.2.19.

Scharmer, O. (2007). Theory U: Leading from the Future as it Emerges. Berrett-Koehler Publishers. http://www.ottoscharmer.com/publications/executive-summaries.

Schmidt-Bleek, F. (2008). Factor 10: The future of stuff. Sustainability: Science, Practice and Policy 4(1), 1-4. https://doi.org/10.1080/15487733.2008.11908009

Shin, K. (2018). Environmental policy innovations in China: A critical analysis from a low-carbon city. Environmental Politics 27(5), 830-851. https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1449573.

Silva E. (2002). National environmental policies: Costa Rica. En Capacity Building in National Environmental Policy. Weidner H. y Jänicke M. (eds.). Berlin: Springer. 147-175. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-04794-1_7.

Smith, N.C., Ansett, S. y Erez, L. (2011). What's at Stake? Stakeholder Engagement Strategy as the Key to Sustainable Growth. Fontainebleau: INSEAD. https://sites.insead.edu/facultyresearch/research/doc.cfm?did=47212.

Solomon, G.M., Morello-Frosch, R., Zeise, L. y Faust, J.B. (2016). Cumulative environmental impacts: Science and policy to protect communities. Annual Review of Public Health 37, 83-96. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032315-021807.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M. *et al.* (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347(6223), 1259855. https://doi.org/10.1126/science.1259855.

Straatman, B., Boyd, B., Mangalagiu, D., Rathje, P., Eriksen, C., Madsen, B. *et al.* (2018). A consumption-based, regional input-output analysis of greenhouse gas emissions and the carbon regional index. International Journal of Environmental Technology and Management 21(1-2). https://doi.org/10.1504/IJETM.2018.10013804.

Trucost (2016). Plastics and Sustainability: A Valuation of Environmental Benefits, Costs and Opportunities for Continuous Improvement. Trucost. https://plastics.americanchemistry.com/Plastics-and-Sustainability.pdf.

Umemiya, C., Rametsteiner E. y Kraxner, F. (2010). Quantifying the impacts of the quality of governance on deforestation. Environmental Science and Policy 13(8), 695-701.

https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.07.002.

United Nations, General Assembly (2014). Report of the Independent Expert on the issue of human rights obligations relating to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment, John H. Knox - Addendum: Mission to Costa Rica. Human Rights Council: Promotion and protection of all human rights, civil, political, economic, social and cultural rights, including the right to development, Twenty-fifth session. A/HRC/25/53/Add.1. https://www.ecoi.net/en/file/local/1247651/1930_1399473512_a-hrc-25-53-add-1-en.doc.

United Nations Conference on Trade and Development (2014). World Investment Report 2014: Investing in the SDGs; An Action Plan. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development. https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2014_en.pdf.

United Nations Environment Programme (2018). Exploring the Potential for Adopting Alternative Materials to Reduce Marine Plastic Litter. Nairobi: United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25485/plastic_alternative.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). The Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement.

Vallentin, D. (2016). North Rhine-Westphalia's Industry in Transition – Great Achievements, Great Challenges Ahead. Energy Transition Platform. https://www.stiftung-mercator.de/media/downloads/3_Publikationen/The_Climate_Group_Briefing_Energy_Transiton_Platform_November_2016.pdf

van Zwanenberg, P., Cremaschi, A., Obaya, M., Marin, A. y Lowenstein, V. (2018). Seeking unconventional alliances and bridging innovations in spaces for transformative change: The seed sector and agricultural sustainability in Argentina. Ecology and Society 23(3), 11. https://doi.org/10.5751/ES-10033-230311.

Venugopal, S. y Srivastava, A. (2012). Glossary of Financing Instruments. Washington, D.C: World Resources Institute. http://pdf.wri.org/glossary_of_financing_instruments.pdf.

von Weizsacker, E.U., Hargroves, C., Smith, M.H., Desha, C. y Stasinopoulos, P. (2009). Factor Five: Transforming the Global Economy through 80% Improvements in Resource Productivity. 1st edn. London: Routledge https://www.taylorfrancis.com/books/9781136545801.

Voytenko, Y., McCormick, K., Evans, J. y Schliwa, G. (2016). Urban living labs for sustainability and low carbon cities in Europe: Towards a research agenda. Journal of Cleaner Production 123, 45-54. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.053.

Westley, F., McGowan, K. y Tjörnbo, O. (eds.) (2017). The Evolution of Social Innovation: Building Resilience through Transitions. Cheltenham: Edward Elgar. https://www.e-elgar.com/shop/eep/preview/book/isbn/9781786431158/.

Westley, F.R., Laban, S., Rose, C., McGowan, K., Robinson, K., Tjornbo, O. *et al.* (2012). Social Innovation Lab Guide. Waterloo: Waterloo Institute for Social Innovation and Resilience. https://uwaterloo.ca/waterloo-institute-for-social-innovation-and-resilience/sites/ca.waterloo-institute-for-social-innovation-and-resilience/files/uploads/files/10_silabguide_final.pdf.

Westley, F.R., Tjornbo, O., Schultz, L., Olsson, P., Folke, C., Crona, B. *et al.* (2013). A theory of transformative agency in linked social-ecological systems. Ecology and Society 18(3). https://doi.org/10.5751/ES-05072-180327.

Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A.G., de Souza Dias, B.F. *et al.* (2015). Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: Report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. The Lancet 386(10007), 1973-2028. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60901-1.

Wilts, H. (2017). Key challenges for transformations towards a circular economy: The status quo in Germany. International Journal of Waste Resources 7(1). https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000262.

World Business Council for Sustainable Development (2017). Zero emissions cities. [World Business Council for Sustainable Development https://www.wbcsd.org/Programs/Cities-and-Mobility/Zero-Emissions-Cities (Consultado: 12 de noviembre de 2017).

World Future Council (2016). Mobilizing Actors for the Local Energy Transition. Hamburg: World Future Council. https://www.worldfuturecouncil.org/wp-content/uploads/2016/05/PZ-2016.09.26-ProjectZero-World-Future-Council-visit-to-Sonderborg-english.pdf.

World Health Organization (1948). Constitution of the World Health Organisation. World Health Organization. http://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf?ua=1.

World Wide Fund for Nature (2014). Ten Years of Being SASSI: A Documentation of the Sustainable Seafood Movement in South Africa. Cape Town. http://www.ee.uct.ac.za/sites/default/files/image_tool/images/258/Papers/WWF-SA%2010%20years%20of%20SASSI.pdf.

Yamanoshita, M. y Aamano, M. (2012). Capability development of local communities for project sustainability in afforestation/reforestation clean development mechanism. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 17(4), 425-440. https://doi.org/10.1007/s11027-011-9334-6.

Zadek, S. (2004). The path to corporate responsibility. Harvard Business Review 82(12), 125–132. https://doi.org/10.1007/978-3-540-70818-6_13.

Zgambo, O. (2018). Exploring food system transformation in the greater Cape Town area. Master of Philosophy in Sustainable Development, Stellenbosch University http://scholar.sun.ac.za/bitstream/handle/10019.1/103445/zgambo_exploring_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Zhang, J. (2017). The evolution of China's one-child policy and its effects on family outcomes. Journal of Economic Perspectives 31(1), 141-160. https://doi.org/10.1257/jep.31.1.141







PART D

Datos pendientes y brechas de conocimiento

25. Datos a futuro y necesidades de conocimiento

Capítulo **25**

Datos a futuro y necesidades de conocimiento



© Shutterstock/kan_chana

Autores coordinadores principales: Florence Daguitan (Tebtebba, Indigenous Peoples' International Centre for Policy Research and Education), Charles Mwangi (Global Learning and Observations to Benefit the Environment [GLOBE] Program), Michelle Tan (ADEC Innovations)

Autores principales: Graeme Clark (University of New South Wales), Daniel Cooper (University of Oxford), James Donovan (ADEC Innovations), Sheryl Gutierrez (ADEC Innovations), Nina Kruglikova (University of Oxford), Pali Lehohla (Pan African Institute for Evidence), Joni Seager (Bentley University), William Sonntag (Group on Earth Observations)

Asistente GEO: Amit Patel (Planned Systems International, Inc.)

Resumen ejecutivo

La ciencia ciudadana está proporcionando oportunidades sin precedentes para involucrar al público en la recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos medio ambientales (*bien establecido*)**.** La posibilidad de contar con equipos de observadores masivamente dispersos, junto con las nuevas tecnologías, como los sensores inteligentes, la telefonía móvil, Internet y las capacidades informáticas, está ofreciendo nuevos enfoques para la investigación y la participación del público en cuestiones ambientales. Además de recopilar grandes volúmenes de datos, el avance de las nuevas tecnologías también ha mejorado la calidad y la veracidad de los datos recogidos. Entre las principales oportunidades que ofrece la ciencia ciudadana se encuentran la mayor frecuencia de datos procedentes de fuentes dispersas, la posibilidad de abordar grandes déficits de conocimientos y de financiación, la capacidad de educar al público en cuestiones de política ambiental y el uso de conocimientos locales. {25.2.1}

El big data o los macrodatos son uno de los recursos emergentes más valiosos a nivel mundial, que están cambiando el panorama de la evaluación ambiental a escala global, nacional y local (*bien establecido*). Las técnicas tradicionales de procesamiento no pueden manejar el volumen, la velocidad, la variedad y la veracidad de este tipo de datos, lo que exige nuevos algoritmos, programación y métodos estadísticos para obtener información y extraer conclusiones basadas en pruebas. Así, de llegar a aprovecharse e interpretarse eficazmente el big data, existe un enorme potencial para avanzar en el conocimiento medio ambiental. {25.2.2}

Los gobiernos, las organizaciones, el mundo académico y el sector privado tienen iniciativas que buscan oportunidades para aprovechar el potencial de los macrodatos en favor de la sostenibilidad y el desarrollo (*bien establecido*). Las iniciativas actuales incluyen el establecimiento de los Laboratorios de Pulso de las Naciones Unidas para estudios piloto sobre big data, la formación del Grupo de Trabajo Internacional sobre Big Data de las Naciones Unidas en el seguimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la disponibilidad de sitios de repositorio y fuentes de datos abiertas de organizaciones multilaterales, centros de investigación y colaboradores gubernamentales. Los big data procedentes de tecnologías cartográficas basadas en la web y geoespaciales, la teledetección y la visualización estadística proporcionan una base para la evaluación medio ambiental.

Los desafíos para el uso de big data en las evaluaciones ambientales incluyen su accesibilidad, calidad, escala y contexto variables, y las series temporales incompletas (*bien establecido*). A pesar de los esfuerzos por generar macrodatos globalmente aceptables y disponibles, las capacidades están limitadas por los recursos y la financiación, especialmente, en los países en desarrollo. Aunque gran parte de los big data en tiempo real están controlados y en manos del sector privado, muchos productos de datos se ponen a disposición del público de forma gratuita en un proceso conocido como filantropía de datos. Las recomendaciones para construir un sistema holístico de big data incluyen el establecimiento de un liderazgo y una gobernanza de los datos; la colaboración entre gobiernos, instituciones y el sector privado; y, la institucionalización de marcos legales que protejan la información. {25.2.2}

Fortalecer la capacidad de recopilar, interpretar y utilizar datos para una planificación, formulación, gestión y evaluación eficaz de políticas podría proporcionar a los países una visión global de los impactos ambientales (*bien establecido*). Los gobiernos y la sociedad deben adaptarse a la evolución del panorama de los datos, e incluso el posible uso de la inteligencia artificial para gestionar los problemas medio ambientales. Para hacer frente al cambio en el panorama de los datos se requieren nuevas competencias en materia de tecnologías de la información y un enfoque holístico en la utilización de los datos y las herramientas de conocimiento emergentes y existentes. {25.3}

Los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas y las comunidades locales se consideran cada vez más un recurso valioso para la evaluación medio ambiental y el desarrollo sostenible (*bien establecido*). Esta revalorización se pone de manifiesto en el aumento de los debates y estudios sobre los conocimientos tradicionales y en su inclusión en los acuerdos políticos mundiales. Para hacer frente a los retos actuales y futuros, como el cambio climático, la investigación sugiere que los mejores enfoques pueden caracterizarse por la coordinación de la ciencia y la tecnología modernas con los conocimientos tradicionales. Aunque la cooperación entre las comunidades locales y globales y los sistemas de conocimiento ha demostrado ser exitosa para la salud de los individuos y del planeta, aún quedan algunos desafíos. {25.2.3}

25.1 Introducción

En este capítulo se analizan los ámbitos emergentes de la información y las estadísticas medio ambientales, como la ciencia ciudadana, el big data o macrodatos y los conocimientos tradicionales. Su objetivo es resumir las brechas y oportunidades para mejorar los fundamentos en materia de conocimientos ambientales.

El panorama mundial está cambiando, la tecnología avanza y cada vez hay más datos disponibles. Estas nuevas fuentes de datos no anularán la necesidad de los medios tradicionales para su recopilación, pero ofrecerán oportunidades adicionales para el seguimiento y la evaluación del medio ambiente. En este capítulo se analizan estos medios nuevos y emergentes de recogida de datos y se presenta una perspectiva para el futuro del seguimiento y la evaluación del medio ambiente.

25.2 Nuevas herramientas de evaluación ambiental

La ciencia ciudadana, los macrodatos y los conocimientos tradicionales no son fuentes nuevas de información; lo que sí es nuevo es su uso regular y sistemático en las evaluaciones medio ambientales. En esta sección se destacan algunas experiencias actuales y la necesidad de utilizar estas innovadoras fuentes de información para cubrir las brechas de datos.

25.2.1 Ciencia ciudadana

La ciencia ciudadana supone la participación de voluntarios en la ciencia y la investigación. Los voluntarios suelen participar en la recopilación de datos, pero también pueden participar en el establecimiento de preguntas, el diseño de proyectos, la difusión de resultados y la interpretación de datos (Blaney *et al.* 2016). El acoplamiento de la ciencia ciudadana con las nuevas tecnologías emergentes está proporcionando oportunidades sin precedentes para realizar investigaciones y sensibilizar al público sobre cuestiones ambientales (Newman *et al.* 2012, p. 298).

La posibilidad de aprovechar un equipo masivo y disperso de observadores en diferentes regiones del mundo ha creado oportunidades para cotejar y analizar datos a escalas espaciales y temporales sin precedentes. Los proyectos de ciencia ciudadana tienen el potencial de reunir grandes cantidades de datos científicos, pero esto sólo es útil si los datos recogidos se utilizan de cierta forma (Dickinson, Zuckerberg y Bonter 2010; Kim *et al.* 2011; Dickinson *et al.* 2012).

La ciencia ciudadana tiene numerosos beneficios, el principal de siendo el principal la oportunidad de recoger datos en una cobertura espacial más amplia, durante períodos más largos y a un menor costo. Otras ventajas son la creación de puestos de trabajo, el aumento de los conocimientos científicos, el compromiso de los ciudadanos con los problemas locales y ambientales, la rentabilidad para los gobiernos y los beneficios para el medio ambiente que vigila. Asimismo, la ciencia ciudadana permite acercar la experiencia de los científicos al público y, al mismo tiempo, exponer a los científicos a los conocimientos indígenas y a la experiencia disponible dentro de la comunidad local (Conrad y Hilchey 2011; Blaney *et al.* 2016). En la **Figura 21.1 se destacan algunos de los principales beneficios de la ciencia ciudadana, sus objetivos específicos y los grupos que se le relacionan y que se examinan en este capítulo.**

Los campos de la astronomía y la ornitología han liderado la marcha de la ciencia ciudadana. En 1900, Frank Chapman, un ornitólogo del Museo Americano de Historia Natural, inició el Recuento Navideño de Aves (CBC, por su sigla en inglés). Este proyecto ha sobrevivido gracias al entusiasmo de los científicos ciudadanos a lo largo de los años y actualmente lo lleva a cabo la National Audubon Society (Dickinson, Zuckerberg y Bonter 2010). Desde entonces, ha habido muchos proyectos de ciencia ciudadana a lo largo de los años a escala local, regional y global, que han cubierto diferentes áreas de interés.

Más recientemente, los proyectos de ciencia ciudadana han incluido una amplia variedad de iniciativas, que van desde la construcción de conocimiento colaborativo (por ejemplo, Wikipedia, OpenStreetMap), la computación voluntaria (por ejemplo, CitizenGrid, climateprediction.net) y la clasificación de patrones (por ejemplo, Galaxy Zoo, eyewire), hasta la recopilación comunitaria de observaciones (por ejemplo, el recuento de aves, la caja de herramientas de sensores de aire) (Mathieu *et al.* 2016).

Muchos intereses medio ambientales que trascienden las fronteras gubernamentales, como la contaminación y la migración de las aves, han aumentado la participación de los científicos ciudadanos para supervisar estos temas de interés. Entre los proyectos más innovadores se encuentra el uso de reCAPTCHA de Google, que ha facilitado la digitalización de libros y millones de artículos al convertir las palabras que no pueden ser leídas por los ordenadores en CAPTCHA para que las personas las resuelvan (Conrad y Hilchey 2011; Google 2018).

Hay dos enfoques principales utilizados en la organización de proyectos de ciencia ciudadana; descendentes (de arriba hacia abajo) o ascendentes (de abajo hacia arriba). Estos enfoques son similares a los conceptos del Capítulo 10 sobre la evaluación de la eficacia de las políticas.

Figura 25.1: Algunos beneficios de la ciencia ciudadana



Ciudadano individual

- Aprender a observar y habilidades analíticas
- Comprender mejor el mundo natural
- Oportunidades de trabajo
- Desarrollo de capacidades

Gobiernos

- Menor costo en la recolección de datos
- Mayor cobertura espacial y temporal de los datos
- Promover la gestión medio ambiental

Comunidades

- Vigilar la salud del medio ambiente
- Mayor interacción de la comunidad
- Promover la vigilancia del medio ambiente

Científicos e investigadores

- Un gran número de participantes reduce la carga de trabajo
- Los científicos pueden establecer una conexión con la comunidad
- Enseñar a la gente a investigar

El enfoque descendente está dirigido, principalmente, por científicos que forman a los voluntarios en los procedimientos y la investigación que se va a realizar. Según este enfoque, los voluntarios desempeñan un papel limitado, sobre todo en la recopilación de datos. El enfoque ascendente está impulsado por la comunidad, la cual, en la mayoría de los casos, tiene necesidades de comprender o reunir evidencia para resolver un problema, con lo cual, es esto lo que le permite dirigirse a los científicos para obtener apoyo y orientación durante el proceso (Roelfsema *et al.* 2016; Shirk *et al.* 2012).

El nivel de compromiso, las habilidades y los conocimientos que necesitan los voluntarios para participar en proyectos de ciencia ciudadana varía en función del alcance de la investigación. Algunos proyectos requieren conocimientos básicos de recogida de datos que exigen una formación mínima o nula de los voluntarios, mientras que otros requieren una formación intensiva (Haklay 2013; Shirk *et al.* 2012). La **Figura 21.4: Proyecciones futuras del rendimiento medio de los cultivos a nivel mundial (arriba a la izquierda), la producción de cultivos (arriba a la derecha), la superficie agrícola (abajo a la izquierda) y la superficie forestal y otros terrenos naturales (abajo a la derecha),** ilustran los distintos niveles de participación de los voluntarios en los proyectos de ciencia ciudadana.

Los científicos ciudadanos pueden ayudar a descubrir información crítica sobre nuestro medio ambiente, la cual, posiblemente, tardarían mucho tiempo en descubrir los científicos por sí mismos. Un ejemplo se muestra en la infografía de la **Figura 25.3**, que muestra cómo los ríos necesitan un movimiento de ciencia ciudadana para su seguimiento, y cómo los datos y hallazgos

Figura 25.2: Niveles de ciencia ciudadana según aumento en el grado de participación



Fuente: Haklay (2013)

recogidos se utilizan para mantener los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano (Pottinger 2012). La figura también muestra el paso a paso del procedimiento para llevar a cabo la ciencia ciudadana. Este procedimiento de recogida y análisis de datos puede reproducirse en las fuerzas motrices (Capítulo 2) y en los distintos temas medio ambientales (Capítulos 5 a 9).

Tendencias de la ciencia ciudadana

La revolución tecnológica ha dado lugar a múltiples y novedosas formas de recoger, archivar, analizar y transmitir datos. La aparición del internet de las cosas (IoT, por su sigla en inglés), los sensores inteligentes miniaturizados con funciones de geolocalización, la facilidad de acceso a internet y a los datos, así como el potencial del almacenamiento y la computación en la nube, han ampliado las posibilidades y oportunidades de recopilación y análisis de datos. Este rápido avance de la tecnología, unido a una mayor exposición y sensibilización del público, ha provocado una explosión en la adopción de proyectos basados en la ciencia ciudadana (Mathieu *et al.* 2016).

La disponibilidad de Internet y de aplicaciones web basadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha favorecido que los científicos ciudadanos recojan grandes volúmenes de datos referenciados geográficamente y los envíen electrónicamente a bases de datos centralizadas. Un ejemplo de este sistema es el programa Global Learning for Observation to Benefit the Environment (GLOBE), que utiliza a los estudiantes para recoger datos medio ambientales y archivarlos en la base de datos de dicho programa (Dickinson *et al.* 2012; GLOBE 2018).

La expansión del uso de los teléfonos inteligentes, la posibilidad de validar las observaciones con fotografías digitales y la capacidad de crear sistemas sencillos de introducción de datos en línea están revolucionando el proceso de iniciar proyectos de ciencia ciudadana y, al mismo tiempo, garantizan la exactitud de los datos a un costo mínimo. Actualmente, es posible crear aplicaciones para teléfonos móviles que recojan diferentes tipos de datos y los geolocalicen automáticamente, utilizando el chip receptor GPS incorporado en la mayoría de dichos aparatos (Dickinson, Zuckerberg y Bonter 2010; Dickinson *et al.* 2012).

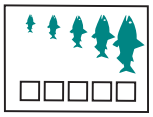
En la actualidad, los científicos recurren cada vez más a los ciudadanos para recopilar datos georreferenciados *in situ* que pueden utilizarse para apoyar la calibración y la validación de los productos de datos de observación de la Tierra por satélite. Los científicos ciudadanos también participan en la interpretación y digitalización de conjuntos de datos de observación de la Tierra (EO, por su sigla en inglés) (Mathieu *et al.* 2016; See *et al.* 2016). Tomnod es un ejemplo de uso del crowdsourcing y de los científicos ciudadanos para identificar objetos y lugares en imágenes satelitales. Dicha herramienta se utilizó para intentar localizar el avión desaparecido del vuelo MH370 de Malaysian Airlines mediante imágenes de satélite. En dicho caso, aproximadamente, 2,3 millones de usuarios de Internet enviaron 18 millones de etiquetas para crear más de 745.000 imágenes de satélite ilustrando así, claramente, el potencial de la ciencia ciudadana (Mazumdar *et al.* 2017).

Otro ejemplo del uso de los científicos ciudadanos para validar los datos de los satélites es la asociación entre la misión del

Figura 25.3: Un ejemplo de ciencia ciudadana que demuestra su necesidad y cómo puede replicarse

Estudio de caso: Por qué nuestros ríos necesitan un movimiento de ciencia ciudadana
La mayoría de nuestras decisiones se basan en datos/información incompleta o inadecuada. En ausencia de científicos profesionales que cubran estas brechas, la ciencia ciudadana puede ayudar a descubrir información y hallazgos. Este estudio de caso explora las oportunidades en las que los científicos ciudadanos han llenado esta brecha.

DEMASIADO TRABAJO, MUY POCOS CIENTÍFICOS
- Hay demasiada investigación por hacer, pero hay, medianamente, suficientes científicos para llevarla acabo.
- Los voluntarios del estado de Oregón colaboran con los científicos en el estudio de 146 millas de arroyos, localizando y contando las especies de salmón y trucha autóctonas y ayudando a restaurar el hábitat.
- Anualmente, cientos de voluntarios de The Nature Conservancy estudian la cantidad de tierra desértica que se ha humedecido por el río San Pedro, la cual cubre más de 250 millas.





PORQUÉ SON NUESTROS RÍOS
- Los voluntarios de la Asociación de la Cuenca del Río Mystic, en el este de Estados Unidos, con el apoyo de científicos, toman muestras mensuales en 15 puntos del río para controlar la calidad del agua.
- La promoción basada en sus resultados ha contribuido a mejorar la limpieza del río y ha permitido que los residentes se involucren en su entorno a través de la ciencia aplicada.



Sólo 1 de cada 10 ríos llega al mar

8/10 personas dependen de los recursos fluviales





Sólo 2/3 de los principales ríos de la Tierra están represados

LO QUE NO SABEMOS PUEDE PERJUDICARNOS
- La ciencia ciudadana puede servir para documentar información básica sobre un sistema fluvial, así como los cambios que se producen a lo largo del tiempo en su caudal, carga de sedimentos, especies y calidad del agua.
- En China, el Proyecto de Transferencia de Agua Sur-Norte estaba previsto que tuviera un impacto masivo en muchas vías fluviales clave, se reclutaron voluntarios para evaluar, durante 4 años, 10.000 km de los ríos occidentales de China.





PORQUÉ SON NUESTROS RÍOS
- Los voluntarios de la Asociación de la Cuenca del Río Mystic, en el este de Estados Unidos, con el apoyo de científicos, toman muestras mensuales en 15 puntos del río para controlar la calidad del agua.
- La promoción basada en sus resultados ha contribuido a mejorar la limpieza del río y ha permitido que los residentes se involucren en su entorno a través de la ciencia aplicada.
- Una guía paso a paso sobre el estudio ciudadano del río Mekong ilustra cómo puede realizarse.

GUÍA DE CIENCIA CIUDADANA PASO A PASO: ESTUDIO DE CASO DE ALDEANOS PESCADORES QUE DOCUMENTAN LA RIQUEZA NATURAL DEL RÍO MEKONG



IDENTIFIQUE LAS PREGUNTAS QUE QUIERE RESPONDER
- En 1994, Tailandia construyó la presa de Pak Mun en el mayor afluente del Mekong, destruyendo la pesca local y perjudicando a las comunidades ribereñas.
- La información sobre la pesca local era escasa.
- En 2001, el gobierno tailandés abrió las compuertas de la presa y realizó un estudio de un año de duración sobre su impacto en la pesca.



FORMAR UN EQUIPO DE INVESTIGACIÓN
- La Red de Ríos del Sudeste Asiático (SEARIN) y la Asamblea de los Pobres se unieron para supervisar los cambios provocados por la presa.
- Su innovador método de investigación científica ciudadana, denominado investigación Thai Bahn (Aldeano Tailandés), se basó en los pescadores locales para recopilar información.



DESARROLLAR UN PLAN DE ACCIÓN
- Los métodos, las áreas de estudio y los miembros del equipo de investigación fueron decididos por los aldeanos locales.
- SEARIN ayudó a desarrollar un plan de acción, a redactar sus conclusiones y a aumentar la sensibilización internacional.



DOCUMENTAR LOS RESULTADOS
- Los caudales naturales, cuyo periodo de prueba fue de un año, permitieron a la gente reanudar los modos de vida tradicionales y aliviaron los conflictos por los recursos entre las comunidades fluviales.
- Las especies de peces locales que no se veían desde hacía ocho años volvieron; los investigadores descubrieron que un total de 156 especies de peces habían regresado al río Mun.



ANALIZAR LOS DATOS
- SEARIN ayudó a crear un informe sobre los hallazgos del equipo, en dos idiomas.
- El informe está considerado como una de las documentaciones más completas sobre la pesca en el Mekong elaboradas para esa zona.



COMPARTE TUS CONOCIMIENTOS Y UTILÍZALOS PARA LA ACCIÓN
- Gracias a este esfuerzo de ciencia ciudadana, los aldeanos consiguieron que el gobierno tailandés abriera las compuertas de la presa durante cuatro meses cada año para permitir la migración de los peces.
- Los gobiernos posteriores no han aplicado este acuerdo.
- El proyecto ha inspirado muchos otros proyectos de ciencia ciudadana para proteger los ríos de la región.

Fuente: International Rivers (2012).

satélite Global Precipitation Measurement (GPM) de la NASA y el programa GLOBE. El programa GLOBE es un programa medio ambiental educativo para escuelas primarias y secundarias, en el que estudiantes de escuelas de todo el mundo recogen datos de precipitación utilizando pluviómetros, como se muestra en la **Figura 25.4**. Los datos recogidos, así aquellos provenientes recogidos de otras fuentes, son utilizados por la NASA para calibrar y validar la medición de los datos de precipitación GPM (United States National Aeronautics and Space Administration [NASA] 2018).

Figura 25.4: Alumnos de GLOBE en la escuela católica St. Scholastica de Nairobi recogiendo y registrando la cantidad de precipitaciones para la campaña de campo de la Misión Satélite GPM



Fuente: © GLOBE Program (Kenia).

Se prevé que los equipos automatizados y autónomos, como los drones, los sensores operados a distancia, los vehículos submarinos autónomos (AUV, por su sigla en inglés) y los planeadores submarinos, desempeñarán un papel cada vez más importante en la ciencia ciudadana. Estos sistemas autónomos pueden ser una fuente principal de datos o servir de complemento de los datos recogidos *in situ*, ya que proporcionan datos de alta resolución casi en tiempo real, están desplegados en función de las necesidades y a menudo permiten el acceso a lugares remotos o extremos, como la observación de entornos marinos. Además, tienen un bajo costo en comparación con los satélites, por lo que están ofreciendo fuentes alternativas y creíbles de datos EO (Macauley y Brennan 2016; García-Soto 2017).

La ciencia ciudadana, al igual que otras fuentes de datos, contribuye a la recopilación de big data que exige un procesamiento, debido al enorme volumen de información. En la actualidad, se han explorado numerosos enfoques para involucrar al gran número de científicos ciudadanos a fin de que ayuden a analizar estos enormes volúmenes de datos, uno de los cuales es el desarrollo de sistemas similares a los juegos (gamificación). La participación ciudadana en estos juegos ayuda a acelerar el análisis de los datos y permite que la ciencia avance más rápidamente (Van Vliet y Moore 2016; Spitz *et al.* 2017; McCallum *et al.* 2018).

Un ejemplo de gamificación es Cropland Capture, una versión de juego del proyecto GeoWiki, que involucró a los científicos ciudadanos en la investigación de la cubierta terrestre mundial, ayudando a los investigadores a identificar las tierras de cultivo en todo el mundo. El juego consiguió recoger 4 millones de clasificaciones de más de 3.000 jugadores que identificaron imágenes con y sin presencia de tierras de cultivo (See *et al.* 2013).

La **Tabla 25.1** muestra algunos de los proyectos mundiales y regionales dedicados a la ciencia ciudadana.

Tabla 25.1: Algunos proyectos y sitios web relacionados con la ciencia ciudadana

Programme	Region	Description	Website
UNEP Environment Live	Mundial	Plataforma de la ONU de acceso abierto a datos medio ambientales mundiales, regionales y nacionales	https://environmentlive.unep.org
SciStarter	Mundial	Reúne información, vídeos y blogs sobre proyectos de ciencia ciudadana	www.scistarter.com
Data Observation Network for Earth	Mundial	Proporciona un marco para acceder a la información de múltiples fuentes de datos (incluidos los datos de la ciencia ciudadana)	www.dataone.org
CitSci.org	Mundial	Proporciona herramientas a los científicos ciudadanos para guiarles en todo el proceso de investigación, como por ejemplo: el proceso de iniciación de proyectos de investigación, la gestión del proceso de recogida de datos y su análisis	www.citsci.org
iSpot	Mundial	Sitio web destinado a ayudar a cualquier persona a identificar cualquier cosa en la naturaleza poniendo en contacto a científicos ciudadanos con expertos en la identificación de especies	www.ispotnature.org
eBird	Mundial	Base de datos en línea sobre observaciones de aves con datos en tiempo real relativos a su distribución y abundancia	www.ebird.org

Figura 25.5: Científicos ciudadanos recogiendo datos medio ambientales



Fuente: © GLOBE Program (Kenia).

Como se ilustra en la **Figura 25.5**, el potencial de la ciencia ciudadana no debe limitarse a la participación de voluntarios para recoger y cotejar datos científicos; esta puede utilizarse para sensibilizar e involucrar a la comunidad en cuestiones relacionadas con su entorno natural, que les permita tener un mejor entendimiento y así, que puedan tomar las riendas y ofrecer una vía que haga posible mostrar las necesidad que se tienen de mantener y conservar nuestros ecosistemas dada la creciente presión sobre el medio ambiente (Roelfsema *et al.* 2016).

Desafíos de la ciencia ciudadana

Los retos de la ciencia ciudadana giran, principalmente, en torno a tres cuestiones principales: cuestiones organizativas, de recopilación de datos y de uso de los mismos. A nivel organizativo, los retos incluyen el proceso de reclutamiento de voluntarios, la motivación y los incentivos para su participación, y la garantía de la sostenibilidad de la iniciativa, así como su financiación. En la recopilación de datos, los problemas que se plantean son: su fragmentación, su representatividad, su calidad (por ejemplo, datos defectuosos, intencionadamente, por el recopilador de datos) y/o la falta de metadatos esenciales. En el uso de los datos, los retos incluyen: diferencias en los protocolos y regulaciones, cuestiones legales, problemas de privacidad de los datos y el problema de permitir el acceso abierto (Conrad y Hilchey 2011; Hochachka *et al.* 2012; Rotman *et al.* 2012; See *et al.* 2016)

Debido a los malentendidos y a la falta de conocimientos y habilidades técnicas para manejar estos datos, han surgido preocupaciones sobre la credibilidad, la comparabilidad, la integridad y la falta de metadatos, así como los desafíos en el acceso y el intercambio de estos, dando lugar a que no sean considerados seriamente por los responsables políticos y de la toma de decisiones.

En la mayoría de los casos la percepción de la mala calidad de los datos, más que la calidad real de los mismos y su idoneidad para el uso, han influido en el valor y el uso de estos en la ciencia ciudadana (University of the West of England, Science Communication Unit 2013; Storksdieck *et al.* 2016).

Las oportunidades más importantes que presenta la ciencia ciudadana, incluyen, principalmente:

i. el uso de los conocimientos locales;
ii. obtención oportuna de datos a partir de fuentes dispersas
iii. capacidad para abordar grandes déficits de conocimiento y financiación;
iv. capacidad de educar al público sobre temas de política medio ambiental; y,
v. mejora de la democracia participativa.

Para que la ciencia ciudadana sea ampliamente aceptada, es necesario formar y apoyar adecuadamente a los coordinadores de dicho tipo de proyectos y a los que utilizan los datos provenientes de estos proyectos. Un diseño cuidadoso de los proyectos de ciencia ciudadana y la aplicación de métodos adecuados que garanticen la calidad, como se ilustra en la **Figura 25.3**, pueden asegurar que el esfuerzo de los científicos ciudadanos no se desperdicie

(University of the West of England, Science Communication Unit 2013; Storksdieck *et al.* 2016).

Como se ilustra en la **Figura 25.6,** actualmente existen iniciativas, como el modelo marco de datos Public Participation in Scientific Research (PPSR)-Core, que permiten establecer estándares de datos y metadatos para facilitar la colaboración internacional y mejorar la estandarización de los mismos, así como la interoperabilidad, la integración, la accesibilidad y la difusión de los datos de la ciencia ciudadana (Bowser *et al.* 2017). La ciencia ciudadana tiene el potencial de proporcionar datos creíbles para aliviar las brechas de datos que fueron resaltadas en el Capítulo 3 y proporcionar datos que permitan el seguimiento de los indicadores ambientales de los ODS.

25.2.2 Big data y el análisis de datos

El concepto de big data o macrodatos puede definirse como "el conjunto de datos cuyo tamaño supera la capacidad de las herramientas típicas de software de bases de datos para capturar, almacenar, gestionar y analizar" (Manyika *et al.* 2011).

Los datos son uno de los recursos más valiosos del mundo, lo que ha cambiado el panorama de la evaluación medio ambiental a escala mundial, nacional y local ("El recurso más valioso del mundo ya no es el petróleo, sino los datos" 2017). De los 1,8 zettabytes (1,8 billones de gigabytes) de datos generados en 2011 (International Data Corporation [IDC] 2012), se espera que la cantidad total de datos alcance los 40 zettabytes (40 billones de gigabytes) en 2020 (Dell EMC e IDC 2014). Con esta afluencia, las aplicaciones de procesamiento tradicionales serán incapaces de hacer frente a la cantidad de datos procedentes de múltiples fuentes. Los macrodatos se caracterizan por las cuatro V de gran capacidad de almacenamiento el (volumen; la velocidad a la que se generan y transmiten los datos (velocidad); la complejidad de los tipos de datos no estructurados (variedad); y, la incertidumbre de las fuentes de datos (veracidad) (**Figura 25.7**). Una quinta V (valor) se consigue mediante la aplicación del análisis de datos (International Business Machines [IBM] 2017).

La ciencia de datos o analítica de datos es necesaria para crear patrones a partir de conjuntos de datos intrincados y encontrar correlaciones (por ejemplo, contaminación química y ubicaciones en fotografías aéreas) mediante el uso de algoritmos, programación y métodos mecánicos y estadísticos que permitan sacar conclusiones basadas en evidencia y obtener información útil para la toma de decisiones (Monnappa 2017). Entre los ejemplos de conocimientos extraídos de la analítica de big data se encuentran los de los proyectos de la iniciativa Global Pulse de las Naciones Unidas, como:

i. dinámicas urbanas extraídas de datos móviles utilizados para mejorar el transporte en Sao Paulo y Abiyán;
ii. desarrollos de campañas basados en una encuesta sobre las percepciones del VIH en los medios sociales; y,
iii. un plan de localización de servicios de apoyo basado en la epidemiología del dengue (Kirkpatrick 2016).

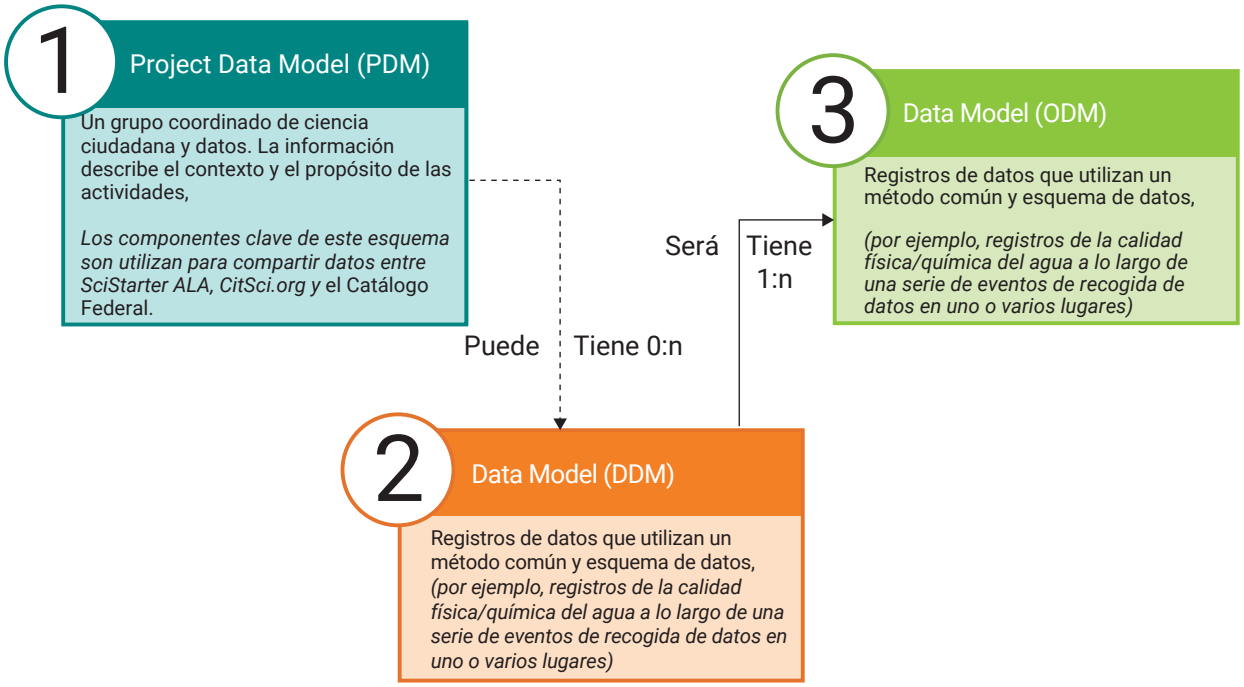
Tendencias e iniciativas actuales en materia de big data

Los Estados miembros de las Naciones Unidas, en asociación con las comunidades académicas y de investigación, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado, están buscando innovaciones y buscando oportunidades para aprovechar el potencial óptimo de los big data para la sostenibilidad y el desarrollo.

Innovación para el bien público

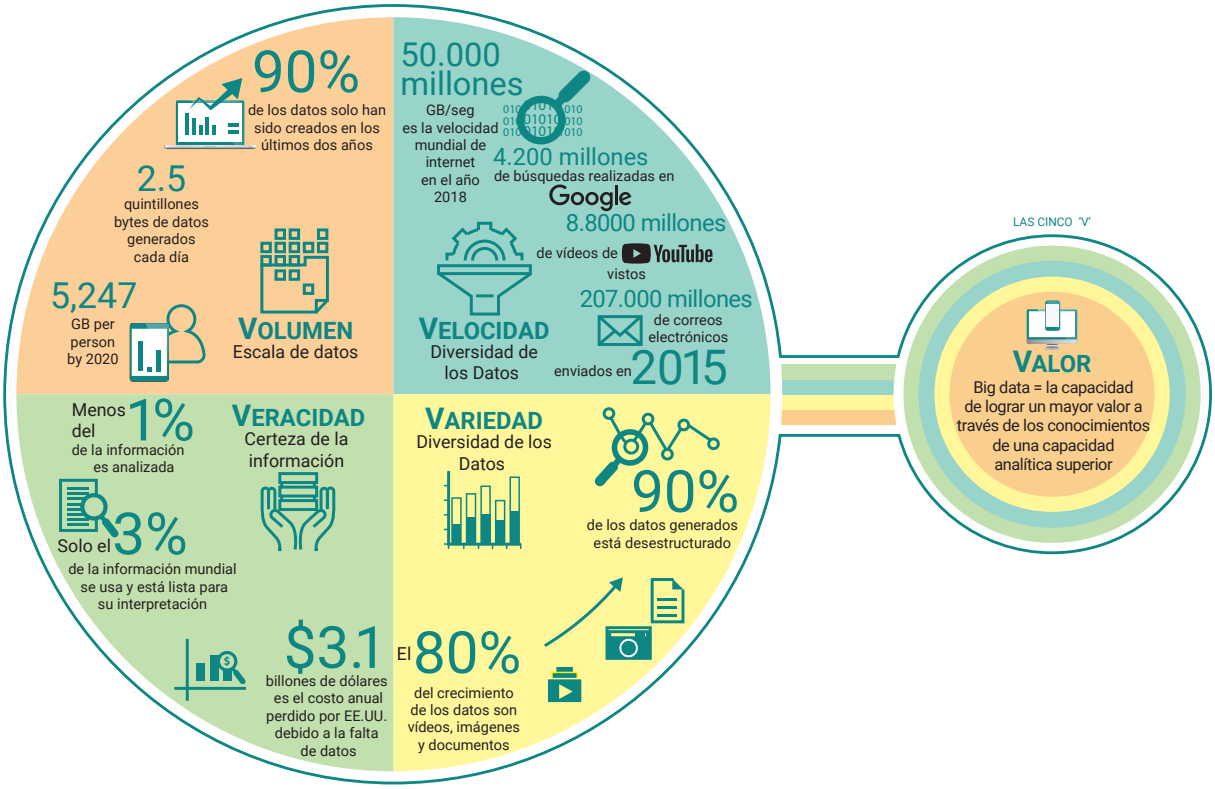
La iniciativa Global Pulse de las Naciones Unidas se fundó en 2009 para establecer progresivamente una red mundial de Pulse Labs con el fin de recopilar datos digitales para la toma de decisiones (United Nations 2018a). Los Pulse Labs continúan innovando en máquinarias y realizando estudios piloto sobre la escalabilidad de la captación y el análisis de big data para el desarrollo sostenible. Algunos ejemplos se presentan en la **Tabla 25.2**.

Figura 25.6: El modelo marco de datos PPSR-Core



Fuente: Bowser *et al.* (2017).

Figura 25.7: Características de los big data y el rol de la analítica



Fuente: Adaptado y recreado de la infografía de IBM, con información del Banco Mundial (2016a), IBM (2017); IDC (2012); Harvard Business Review (2016).

Tabla 25.2: Investigación y estudios del Pulse Lab

Socio del programa Global Pulse de las Naciones Unidas	Descripción del proyecto	Visión y resultados
Stellenbosch University Pulse Lab Kampala (2017)	Análisis de contenidos radiofónicos; prototipo de software de conversión de voz a texto que convierte los contenidos de la radio pública en textos categorizados	Búsqueda de temas de interés relacionados con ODS y desarrollo
Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) Vacarelu (2017)	Comprende el desplazamiento forzado de los refugiados europeos utilizando datos de Twitter	Sistema de seguimiento de las redes sociales en tiempo real relevante para las acciones humanitarias
World Food Programme Webb y Usher (2017)	Determinar el alcance de las sequías en Indonesia, su impacto en los precios del mercado de alimentos y la capacidad de recuperación de las zonas afectadas mediante una plataforma de seguimiento de la vulnerabilidad	Plataforma de información en tiempo real para apoyar a las poblaciones afectadas por el clima
ACNUR Hoffman (2017)	Conocer los patrones de desplazamiento desde Libia a Italia y Malta, y la magnitud de las operaciones de rescate utilizando los datos de los buques	Revela los patrones de actividad de rescate, la capacidad de las embarcaciones de rescate y los patrones de las señales de socorro. Optimización de las operaciones de rescate estudiando los patrones de migración en el Mediterráneo

Fuente: Entradas de blog del programa Global Pulse de las Naciones Unidas (United Nations 2018b).

En reconocimiento de la importancia de los macrodatos para las estadísticas oficiales, la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas (UNSC, por su sigla en inglés) creó en 2014 el Grupo de Trabajo Internacional (GWG, por su sigla en inglés) de las Naciones Unidas sobre Big Data, para aprovechar el potencial de los macrodatos en el seguimiento de los ODS. A lo largo de los años se han desarrollado diversas colaboraciones, investigaciones y proyectos que abordan la calidad, la recopilación, la accesibilidad, la gestión y la viabilidad de los macrodatos.

Entre ellos se encuentran equipos de trabajo centrados en la relevancia de los grandes volúmenes de información procedente de teléfonos móviles, imágenes por satélite, medios sociales, plataformas virtuales y aplicaciones tecnológicas (United Nations 2018c).

Otras iniciativas de las Naciones Unidas son la plataforma de las Naciones Unidas, Environment Live (véase la **Tabla 25.1**), que además de ser una base de datos relacionada con la ciencia ciudadana, cuenta con información de series oficiales de datos estadísticos y geoespaciales nacionales, regionales y mundiales sobre diferentes áreas temáticas (agua dulce, bosques, clima, etc.). Otro ejemplo es la Ontología de la Interfaz de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDGIO, por su sigla en inglés), desarrollada por ONU Medio Ambiente para armonizar las relaciones entre los diferentes ODS a través de una taxonomía y un marco semántico, con la finalidad de supervisarlos (Jensen 2017).

Colaboradores de datos

Los gobiernos, las principales empresas tecnológicas, los innovadores, el mundo académico, las instituciones de investigación y las organizaciones no gubernamentales se están reuniendo para comprender los desafíos en torno al big data y para buscar soluciones de desarrollo a través del aprendizaje colaborativo. El Grupo de Trabajo Mundial del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas cree que un enfoque multifacético de la recopilación de datos, que conduzca a la entrega oportuna de información confiable, puede ser posible a través de estrechas relaciones entre los sectores público y privado, incluida la sociedad civil (United Nations 2018c). Estos diálogos abren las puertas a la co-creación de más centros de innovación, lo que permite la creación de capacidades y la transferencia de habilidades de los países con más experiencia en big data a los que se incorporan al campo más recientemente (por ejemplo, Vacarelu 2017).

Acceso a la información abierta

El acceso a la información abierta es esencial para aprovechar el potencial de los macrodatos para la sostenibilidad y el desarrollo.

Recuadro 25.1: Ejemplos de sistemas abiertos de datos

National Bioscience Database Center

Base de datos nacional de Japón, que contiene datos mundiales sobre ciencias de la vida de fácil acceso para los usuarios.

Air Now

Base de datos mundial que presenta la previsión diaria a nivel nacional del Índice de Calidad del Aire (ICA) de más de 400 ciudades, proporcionando una representación visual de esta, lo cual es relevante para la salud.

Herramienta de evaluación y compromiso de datos abiertos

Lanzada por el Banco Mundial en 2016 para establecer el uso de datos gubernamentales abiertos con fines industriales o empresariales.

X Road - Estonia

Sistema de gobierno electrónico en línea, que sirve de plataforma de intercambio de datos entre las instituciones participantes y las empresas privadas; está compuesta en un 70% por organismos gubernamentales.

Fuente: Estonia Digital Society (s.f.); United States Environmental Protection Agency (s.f.); Japan Science and Technology Agency (2011); Manley (2015).

La red sin ánimo de lucro Open Knowledge International y el Barómetro de Datos Abiertos de la World Wide Web Foundation promueven la accesibilidad, disponibilidad y gratuidad de los datos abiertos para su uso universal (World Wide Web Foundation 2017). El acceso abierto a datos valiosos y oportunos procedentes de los resultados de encuestas, experimentos de campo e investigaciones científicas constituye un poderoso recurso para presentar el estado del medio ambiente, validar nuestro conocimiento de los impactos antropogénicos del cambio climático y proponer soluciones viables.

El **Recuadro 25.1** presenta una selección de iniciativas de datos abiertos a nivel mundial y nacional.

Evaluaciones medio ambientales y los análisis

El análisis del big data permite visualizar las tendencias y el progreso a lo largo del tiempo, por ejemplo, comparando los datos actuales con los históricos en un sitio espacial específico; alcanzando a más usuarios finales por fuera de los límites geográficos; y, permitiendo un análisis predictivo del futuro que hace uso de modelos y comparaciones con datos históricos. Las tecnologías de mapeo geoespacial y aquellas basadas en la web, la teledetección y la visualización estadística proporcionan una base para el análisis de las implicaciones medio ambientales y plantean cuestiones sobre la escalabilidad de los datos recopilados, como se refleja en la muestra de valoraciones y evaluaciones del **Recuadro 25.2**. Los macrodatos procedentes de imágenes satelitales y sensores hacen que los indicadores medio ambientales sean medibles (Uitto 2016).

El Data-Pop Alliance describe los big data como un fenómeno socio-tecnológico, que emerge de un novedoso ecosistema de datos en el que se define la complejidad de los comportamientos y creencias humanas que son generados y capturados por dispositivos digitales, herramientas computacionales y analíticas, y la correspondencia activa de las comunidades (Anttila-Hughes *et al.*2015). Con este cambio de paradigma, se ha utilizado la tecnología para sondear las opiniones del público, aprovechando el big data para mejorar el proceso medio ambiental.

Recuadro 25.2: Ejemplos de tecnologías web y geoespaciales que utilizan big data

Uso de big data las Evaluaciones Ambientales y los Análisis

- **Herramienta participativa SIG basada en la web** y utilizada en el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), que complementa la consulta pública tradicional mediante el desarrollo de un sistema fácil de usar y comprensible en Irlanda
- Presentación de informes sobre los factores que afectan a los litigios medio ambientales mediante **gráficos generados por el SIG y su localización**, por ejemplo, la extensión de la contaminación y los contaminantes potenciales
- **Relaciones geoespaciales en Epidemiología Ambiental**, investigación de enfermedades en relación con la ubicación del sujeto, por ejemplo, cartografía de enfermedades, análisis de conglomerados y estudios de correlación geográfica. Los estudios de epidemiología aumentaron de 43 en 1990 a 934 en 2014, según el índice de publicaciones de PubMed.

Fuente: Gozales *et.al.* (2012); Rominger y Ikeda (2015).

Recuadro 25.3: Previsión exhaustiva de la calidad del aire en la India mediante big data

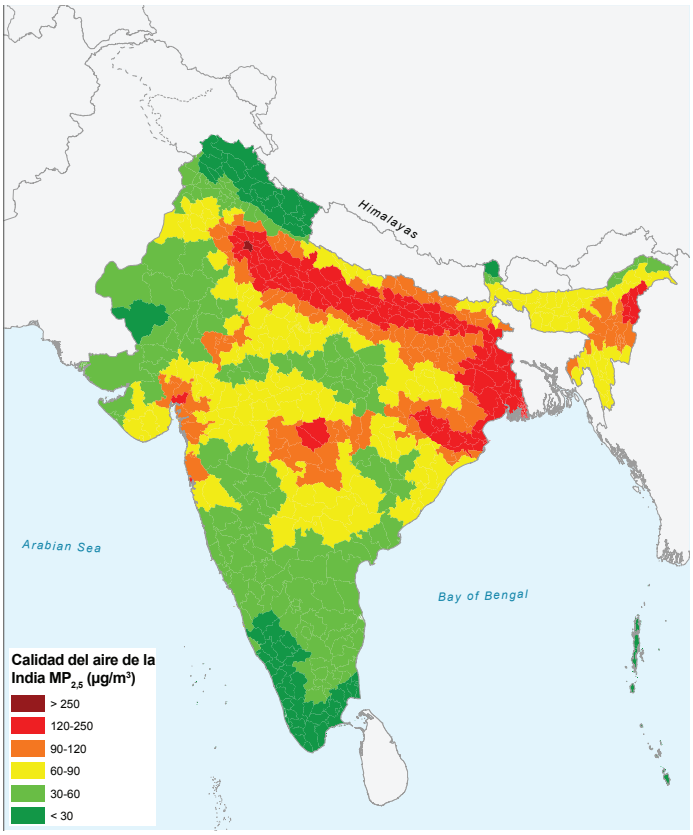
En la India funcionan varios centenares de manuales y de estaciones reguladoras del control del aire, las cuales se limitan a las aglomeraciones urbanas, por lo que las ciudades de segundo nivel y las zonas rurales no tienen acceso a ningún dato de control sobre el terreno. Antes de poder gestionar y mejorar la calidad del aire con eficacia, los ciudadanos y los responsables políticos necesitan conocer el estado de la calidad del aire y disponer de información sobre las fuentes de contaminación. El sistema, conocido como previsiones de la calidad del aire en la India, desarrollado por urbanemissions.info, utiliza un enfoque de modelización que predice para los próximos tres días, los niveles de contaminación estimados y las contribuciones de las fuentes para todos los 640 distritos de la India. No se trata de un sustituto de un sistema de vigilancia sólido, pero las estimaciones pueden utilizarse para apoyar la toma de decisiones informadas mientras se construyen más capacidades y sistemas de vigilancia.

Aunque la metodología está mejorando continuamente, el principal reto de este enfoque es utilizar un inventario de emisiones detallado y su desagregación espacial y temporal. El programa utiliza actualmente información procedente de informes oficiales, publicaciones académicas y análisis de encuestas, así como los siguientes datos abiertos (fuentes dinámicas), que se actualizan diariamente

- Datos obtenidos por teledetección satelital (del Visible Infrared Imaging Radiometer Suite de la NASA) para la localización de incendios abiertos, que cuando se superponen con las imágenes de uso del suelo, construyen un inventario dinámico de emisiones para incendios agrícolas y forestales con una resolución de 1 km.
- Datos meteorológicos a 1 km de resolución vinculados a las emisiones de múltiples sectores. Por ejemplo: (a) se utiliza un perfil de temperatura de la superficie para activar la calefacción de espacios en el sector residencial (b) las cuadrículas con precipitaciones superiores a 1 mm/h se ajustan para un menor movimiento de vehículos (c) las cuadrículas con precipitaciones se ajustan para la resuspensión de polvo en las carreteras y el polvo en las obras de construcción (d) los cálculos dinámicos dentro del modelo meteorológico estiman las probables tormentas de polvo, las emisiones de sal marina, los rayos, las tasas de deposición seca y las tasas de eliminación húmeda por cuadrícula.
- Google proporciona una gran cantidad de información sobre el movimiento del tráfico. Sobre las ciudades, se extraen las velocidades de tránsito con una resolución de 1 km, lo que se utiliza como proxy para asignar dinámicamente las emisiones de escape de los vehículos y estimar la resuspensión de polvo en las carreteras. Por ejemplo, durante las horas pico, si una cuadrícula muestra velocidades inferiores a 5 km/h, el perfil de emisiones se ajusta para aumentar las emisiones de escape debidas al atasco vehícular, y la resuspensión de polvo en la carretera se reduce a cero.
- Las imágenes de Google Earth se utilizan para generar datos espaciales sobre hornos de ladrillos, centrales eléctricas, zonas industriales y áreas de minería y canteras.
- Los centros de despacho de carga de toda la India facilitan información sobre la demanda y el suministro por red eléctrica, que se utiliza como indicador para ajustar dinámicamente el uso de grupos electrógenos diésel en las ciudades.

Estas alimentaciones dinámicas están haciendo que la previsión de la calidad del aire sea más sólida, permitiendo que el modelo capte las tendencias, y ayude a comprender mejor las contribuciones de las fuentes. Se están probando y evaluando múltiples redes de microsensores en varias ciudades, lo que promete mejorar aún más el proceso de previsión y reforzar la disponibilidad de datos sobre el terreno.

Figura 25.8: Pronóstico de la calidad del aire en los distritos de la India



Fuente: UrbanEmissions.info (2018).

Desafíos en materia de big data

Las brechas en la recolección, monitoreo, análisis e interpretación de los datos identificadas en el GEO-5 continúan desafiando la confiabilidad del big data como una herramienta de evaluación ambiental actual en el GEO-6. Los problemas incluyen la accesibilidad, la calidad y la escasez de datos para diferentes escalas, contextos y series temporales (United Nations Environment Programme [UNEP] 2012). Las limitaciones, generalmente encontradas en las áreas temáticas cubiertas por el GEO-6, se resumen en las referencias. Estos desafíos sobre el alcance, la privacidad y el potencial de mala interpretación de los datos no se han abordado suficientemente a lo largo de los años. Con lo cual, se están realizando esfuerzos para generar big data que sean y estén mundialmente aceptables y disponibles, sin embargo, las capacidades reales están limitadas por la escasez de recursos y financiación, especialmente, en los países en desarrollo.

Aunque el sector privado ha sido pionero en las estrategias de big data, cada vez más gobiernos e iniciativas mundiales exploran sus beneficios para la transparencia, el análisis del mercado, la investigación, la educación y la protección del medio ambiente. En el sudeste asiático, seis países han formado una asociación de gobierno abierto para avanzar en su visión de ampliar los servicios públicos y aprovechar el big data para el desarrollo (Bhunia 2017).

Los acuerdos medio ambientales proporcionan a los Estados miembros de las Naciones Unidas directrices sobre cómo hacer que los datos ambientales sean accesibles al público, y proporcionan datos abiertos y referenciados geográficamente, junto con oportunidades de participación del público en la toma de decisiones, el involucramiento de múltiples partes interesadas y la promoción de la transparencia y la responsabilidad del gobierno. Estos acuerdos incluyen a la Convención de Aarhus sobre el Acceso a la Información, la Participación del Público en la Toma de Decisiones y el Acceso a la Justicia en materia de Medio Ambiente (United Nations 1998) y el Protocolo de Kyiv sobre Registros de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (2003). El Data-Pop Alliance es una alianza mundial en favor de los datos centrados en las personas, promovida por la Harvard Humanitarian Initiative, el Massachusetts Institute of Technology Media Lab y el Overseas Development Institute. Esta alianza, financiada por la Comisión Económica para América Latina y el Grupo del Banco Mundial, entre otros, crea un espacio de trabajo colaborativo para investigadores, expertos, profesionales y activistas con el fin de superar los desafíos previstos en materia de big data (es decir, los sesgos tecnológicos, la falta de acceso a un servicio de intercambio de conocimientos en línea y el desarrollo limitado de la capacidad técnica) a través de la investigación, la creación de capacidades y la participación de la comunidad (Data-Pop Alliance s.d.). Un informe de 2015 de la alianza explora las oportunidades de aprovechar los big data para supervisar los peligros del cambio climático, mitigar los impactos, orientar la respuesta a los desastres y aumentar la resiliencia de los países vulnerables (Anttila-Hughes *et al.* 2015).

A menudo, el big data en tiempo real está controlado y en manos del sector privado (Kirkpatrick 2016). Por lo tanto, se necesitan colaboraciones en las que ambas partes se beneficien sin sacrificar el valor económico de los datos y, al mismo tiempo, mantengan una competencia justa entre las empresas. El sector privado ha estado proporcionando al sector público, incluidas las instituciones de investigación y los profesionales de la industria, acceso a los datos a través de lo que Robert Kirkpatrick (2016) describe como filantropía de datos. Colaboración que ha existido dentro del sistema de las Naciones Unidas. En aras de que las empresas contribuyan a los ODS, los científicos de datos de estas interpretan los datos privados para el bien y el bienestar público, lo que, a cambio, termina por reducir sus riesgos. Otra forma de colaboración es la asociación público-privada, en donde los recursos y las capacidades en materia de big data son compartidos por los gobiernos, las oficinas nacionales de estadística, las instituciones de investigación y el sector privado, incluyendo las principales empresas de tecnología y datos de todo el mundo. La **Tabla 25.3** presenta algunos ejemplos de mejoras económicas logradas a través de dichas asociaciones.

Para que el big data se convierta en una herramienta eficaz para la evaluación y el desarrollo del medio ambiente, esta forma emergente de datos y conocimientos debe considerarse un activo valioso. El análisis de big data no sólo implica la recopilación de información, sino también la creación de una visión comprensible del medio ambiente y sus atributos sociales como base para proponer soluciones y elaborar políticas. Los factores que contribuyen a establecer un sistema de datos holístico son el liderazgo y la gobernanza de los datos, que incluyen el nombramiento de un jefe de datos en los organismos gubernamentales nacionales y locales; las asociaciones entre gobiernos, instituciones y el sector privado; y la institucionalización de marcos legales con salvaguardias sobre la información.

Recuadro 25.4: Algunos retos al usar big data

Retos del big data

Accesibilidad

La reticencia de los gobiernos y el sector privado a compartir información conduce a la desintegración de los datos. La mayoría de los datos del dominio privado están sujetos a límites de privacidad y seguridad - derechos de propiedad intelectual -, lo que implica un precio por la accesibilidad. El intercambio y la disponibilidad de los datos no sólo forman parte de los asuntos legales, sino también de la preocupación política, como en China, donde el gobierno pone restricciones a la divulgación de valiosa información medio ambiental.

Calidad

No se puede garantizar la fiabilidad de los datos debido a las incoherencias en las metodologías utilizadas por los distintos países y a la falta de capacidad técnica para la interpretación y el análisis de los datos. Los estudios de referencia están paralizados por la insuficiencia de datos valiosos, por ejemplo, aquellos relacionados con la biodiversidad, hidrometeorología, tratamiento de aguas residuales.

Escasez

La disponibilidad de datos varía según la escala temporal y espacial. Para llenar las brechas, los investigadores utilizan información secundaria como datos indirectos y estimaciones de modelos, lo que hace que los datos a nivel mundial sean incomparables.

Tabla 25.3: Ejemplos de alianzas público - privadas

Alianza	Descripción del Proyecto	Fuente
Gobierno de Nigeria y Cellulant	**Sistema de monedero electrónico móvil a gran escala** que coordina directamente la distribución de semillas y transfiere fertilizantes subvencionados a los agricultores, agilizando así la prestación de servicios públicos.	Banco Mundial (2016b), p. 94
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y varios gobiernos	**Modelo sísmico global** que comunica los riesgos sísmicos mediante el acceso abierto a los modelos de catástrofes de todo el mundo.	Thomas y McSharry (2015)
Willis Research Network y varios aliados	**Willis Research Network** proporciona y apoya la investigación científica y el desarrollo de aplicaciones para universidades, empresas de modelado, gobiernos y organizaciones no gubernamentales	

25.2.3 Conocimiento tradicional

Muchos términos se utilizan para describir los conocimientos que poseen los pueblos indígenas y las comunidades locales. Algunos se refieren al término conocimiento ecológico tradicional, que es "un conjunto acumulativo de conocimientos, prácticas y creencias, que evolucionan mediante procesos adaptativos, se transmiten de generación en generación por vía cultural y que se refieren a la relación entre los seres vivos (incluidos los humanos) y con su entorno" (Berkes, Colding y Folke 2000, p. 1.252). Otros prefieren utilizar los términos conocimiento indígena, conocimiento popular, conocimiento local o conocimiento tradicional. Aunque no existe una definición universalmente aceptada de la diversidad de expresiones dentro de este panorama epistémico, para incluir la comprensión más amplia, en esta sección se utiliza el término conocimiento tradicional para incluir el conocimiento ecológico, local, indígena y folclórico.

Según el artículo 8j del Convenio sobre la Diversidad Biológica, los conocimientos tradicionales incluyen los valores culturales, las creencias, los rituales, las leyes comunitarias, la lengua local y los conocimientos relacionados con ámbitos prácticos como la agricultura, la pesca, la caza, la medicina, la horticultura, la silvicultura y la gestión ambiental en general (Secretariat of the Convention on Biodiversity s.d.). Por su parte, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) publicó en 2010 la siguiente definición, la cual continúa siendo la descripción dada por el organismo (OMPI s.f.): "conocimientos, técnicas, habilidades y prácticas que se desarrollan, mantienen y transmiten de generación en generación dentro de una comunidad, y que a menudo forman parte de su identidad cultural o espiritual".

Percibido por algunos como supersticioso y anecdótico, el conocimiento tradicional ha sido históricamente marginado. Sin embargo, en los últimos 20 años se ha reconocido como un valioso recurso para el desarrollo sostenible. Su promoción y protección se han plasmado en varios acuerdos y organismos de las Naciones Unidas (por ejemplo, el artículo 8(j) mencionado anteriormente, la United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability y la OMPI). Los principios operativos fundamentales de la Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas, creada en 2012, incluyen el reconocimiento y el respeto por la contribución de los conocimientos indígenas y locales a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Además, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), en su Decisión 20/COP.12, adoptó "la mejora de la difusión de los conocimientos, incluidos los conocimientos tradicionales, las mejores prácticas y los casos de éxito" (UNCCD 2016, p. 57).

Cada vez más investigaciones concluyen que los conocimientos tradicionales desarrollados a través de la interacción directa con los ecosistemas locales tienen el mismo valor que los conocimientos científicos occidentales. Ambos sistemas de conocimiento tienen puntos en común, pero cada uno tiene características distintas (véase la **Figura 25.9**) que se complementan entre sí para comprender mejor el mundo natural (Agrawal 1995; Tsuji y Ho 2002).

Conocimientos tradicionales y conocimientos científicos occidentales

El GEO-5 abogó por la coordinación en el ámbito de la creación de conocimientos, lo que implica que es necesaria la cooperación

Figura 25.9: Comparación del conocimiento indígena/ tradicional y la ciencia Occidental



Fuente: Baker, Rayner y Wolowic (2011).

entre los científicos occidentales y los distintos poseedores de conocimientos tradicionales. Los avances recientes han permitido el desarrollo de nuevas herramientas y enfoques de medición, información y verificación. Entre otros, estos incluyen los sistemas de monitoreo e información basados en la comunidad, y el sistema de base de evidencia múltiple, los cuales fomentan la co-creación de conocimientos entre los sistemas indígenas y occidentales, como una forma importante de ayudar a avanzar en el reconocimiento del papel de liderazgo de los pueblos indígenas en la administración de sus tierras y aguas (Raygorodetsky 2017). Véanse más detalles sobre estos y otros enfoques en el **Recuadro 25.5** y la **Tabla 25.4**.

Estos enfoques combinan los sistemas tradicionales de monitoreo comunitario con programas informáticos modernos (por ejemplo, SIG, Google Maps, GPS, Microsoft Excel) y hardware (por ejemplo, drones, dispositivos de teledetección, rastreadores, teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas) para generar datos y desarrollar información sobre las tendencias de los ecosistemas con el fin de evaluar las intervenciones de desarrollo. Estas herramientas y sistemas de seguimiento modernos permiten a los individuos y a las comunidades decidir qué acciones emprender, proporcionando una toma de decisiones informada, mejorada y oportuna.

Como el conocimiento tradicional se basa en la generación de datos *in situ*, se utiliza eficazmente para dar veracidad sobre el terreno a los big data y, al igual que la ciencia ciudadana, podría implicar a todos los sectores de la comunidad. En la **Tabla 25.5** se describen las nuevas asociaciones entre comunidades e investigadores que han producido nuevos enfoques innovadores para la documentación y el análisis de los conocimientos tradicionales.

Conocimientos tradicionales y los ODS

La participación de los pueblos indígenas en la elaboración de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (United Nations 2015) dio lugar a la inclusión de seis referencias a pueblos indígenas. Aparte de estos seis, muchos otros ODS se refieren a los pueblos indígenas indirectamente, a través de los principios de derechos humanos, igualdad, no discriminación, sostenibilidad y participación de los titulares de derechos. La

Recuadro 25.5: Usos complementarios del conocimiento tradicional y la ciencia occidental

Los sistemas de monitoreo e información comunitarios se refieren a las iniciativas de los pueblos indígenas y las comunidades/organizaciones locales para monitorear el bienestar de su comunidad y el estado de sus territorios y recursos naturales, aplicando una combinación de conocimientos tradicionales, herramientas y enfoques innovadores (Ferrari, de Jong y Belohrad 2015).

El sistema de bases de datos múltiples genera nuevos conocimientos e innovaciones a través de la complementariedad entre los pueblos indígenas, las comunidades locales y los sistemas de conocimiento científico occidentales. El sistema hace hincapié en que la evaluación del conocimiento se produce principalmente dentro de los sistemas de conocimiento, y no entre ellos (Tengö *et al.* 2014).

Los pueblos indígenas elaboran y utilizan mapas para: hacer valer sus derechos sobre las tierras y las aguas; gestionar su territorio; preservar el conocimiento de su propia historia, cultura y medio ambiente; y comunicar parte de este conocimiento a otros (Tebtebba Foundation 2015).

El éxito de la integración de los conocimientos tradicionales con la ciencia, la tecnología y la innovación modernas puede verse en el ejemplo de una reciente empresa tecnológica llamada Indigital. Esta empresa social de propiedad y gestión aborigen, con sede en la zona del Patrimonio Mundial de Kakadu, en el Territorio del Norte de Australia, utiliza la tecnología digital para mostrar los lugares sagrados, los conocimientos y las historias locales en realidades aumentadas y virtuales, contribuyendo a la preservación del patrimonio y creando al mismo tiempo puestos de trabajo en la economía digital (Cooper y Kruglikova 2018).

25

Tabla 25.4: Estudios que combinan los conocimientos tradicionales con la ciencia Occidental

Estudio	Resumen
Estudio de asociación a nivel de genoma para identificar la base genética de las preferencias de los pequeños agricultores en cuanto a los rasgos del trigo duro (Biodiversity International 2017; Kidane et al. 2017)	El estudio demuestra que los investigadores que utilizan herramientas científicas modernas (por ejemplo, el análisis genético) y los poseedores de conocimientos tradicionales que utilizan prácticas culturales en la selección de cultivos pueden trabajar juntos para avanzar en la mejora de los cultivos con el fin de hacer frente al cambio climático.
Proyecto piloto Arbediehtu sobre documentación y protección de los conocimientos tradicionales Sami (Porsanger y Guttorm eds. 2011)	El estudio destaca el trabajo comunitario, las cuestiones jurídicas y la legislación, la ética de la documentación, las relaciones institucionales, la historia y la identidad, las tecnologías de la información, la transmisión, la gestión y la legitimidad.
Conocimiento tradicional y valor nutritivo de los alimentos indígenas en la comunidad tribal Oraon de Jharkhand: un estudio transversal exploratorio (Ghosh-Jerath et al. 2015)	El estudio identifica más de 130 variedades de alimentos autóctonos, muchos de los cuales son fuentes ricas de micronutrientes y propiedades medicinales, y explica cómo pueden aprovecharse para hacer frente a la malnutrición en las comunidades tribales.
El conocimiento ecológico tradicional de los Cree y la ciencia: un estudio de caso del urogallo de cola afilada (Tsuji 1996)	El estudio demuestra que los conocimientos tradicionales de los Cree son fácticos y a menudo de naturaleza cuantitativa. Aunque existen limitaciones en la distinción entre observaciones e interpretaciones, estos conocimientos pueden añadirse a las bases de datos para facilitar la co-gestión de los recursos.
Collaborative Partnership on Forests (2018)	El proyecto demuestra que la integración de los conocimientos tradicionales en las prácticas de gestión forestal es un requisito previo para lograr una gestión forestal sostenible, ya que refuerza los derechos y la participación de los pueblos indígenas y las comunidades locales, y aclara aspectos sobre la tenencia de la tierra.

Figura 25.10: Reconocimiento de los pueblos indígenas en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible



Fuente: United Nations (s.f.).

Figura 25.11: Las tierras/territorios de los pueblos indígenas son la base de sus conocimientos



© Tebtebba Foundation 2008.

sostenibilidad, como bandera de la Agenda 2030, se sustenta en la salud ambiental.

Al haber evolucionado tras años de observación y experiencia a partir de una relación holística entre las personas y la naturaleza, los conocimientos tradicionales sostienen la vida y los paisajes. Mientras tanto, las estrategias de desarrollo actuales se basan en gran medida en la ciencia y la tecnología occidentales, que a menudo son perjudiciales para el medio ambiente y nuestro bienestar en muchos aspectos. Por lo tanto, es necesario aprovechar los conocimientos científicos, la tecnología y los conocimientos tradicionales para resolver muchas de las cuestiones relacionadas con la gestión sostenible de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad. En la **Tabla 25.5** se presentan algunos ejemplos de estudios sobre el potencial de los conocimientos tradicionales para la sostenibilidad.

La promoción y el desarrollo de los conocimientos tradicionales se ven obstaculizados por el sesgo contemporáneo de las relaciones de poder existentes. En muchos lugares, quienes poseen los conocimientos tradicionales siguen enfrentándose a la explotación cuando intentan defender sus territorios contra nuevos abusos. Como resultado, sus tierras, las cuales constituyen la base de sus sistemas de conocimiento, han sido sometidas a proyectos de desarrollo de recursos como las plantaciones de monocultivo de caucho, madera y aceite de palma, grandes presas hidroeléctricas, actividades de extracción de minerales (Asia Indigenous Peoples Pact 2015) y proyectos de conservación (Vidal 2016).

Para abordar adecuadamente las injusticias históricas y continuas, los pueblos indígenas y las comunidades locales, sus tierras y los sistemas de conocimiento que las mantienen unidas deben ser incluidos en el proceso de desarrollo. Tal y como se expresa en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los

Tabla 25.5: Estudios sobre el potencial del conocimiento tradicional para el desarrollo sostenible

Estudio	Resumen
Perspectivas locales sobre biodiversidad: contribuciones de los pueblos indígenas y las comunidades locales a la aplicación del plan estratégico para la biodiversidad 2011-2020 (Forest Peoples Programme 2016).	Este estudio presenta fragmentos de las iniciativas sobre el terreno de los pueblos indígenas y las comunidades locales y demuestra que están haciendo contribuciones vitales a la aplicación de los cinco objetivos estratégicos y las 20 metas de biodiversidad de Aichi, aunque siguen existiendo muchos desafíos. En él se esboza el camino a seguir, destacando las acciones potenciales clave para acelerar el progreso en la aplicación del plan estratégico para la biodiversidad en lo que respecta a los pueblos indígenas y las comunidades locales.
Mantener y mejorar los bosques mediante la gestión tradicional de recursos (Enchaw y Njobdi 2014)	Este estudio destaca el papel de las mujeres en la gestión de los bosques y en la agricultura sostenible dentro del contexto de los conocimientos indígenas.
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) Patrimonio Mundial: Paisaje Agrícola (UNESCO 2013)	Este estudio se ocupa de comunidades que evidencian una rica diversidad cultural y paisajística y sistemas de uso sostenible de la tierra. También destaca cómo algunas personas luchan por la supervivencia diaria en condiciones climáticas y ambientales extremas.

Pueblos Indígenas (United Nations, General Assembly 2007), los cuales tienen derecho a la autodeterminación, así como a sus tierras, recursos y a la libertad de seguir su propia forma de vida. Estos derechos son necesarios para que los pueblos mantengan, innoven y desarrollen sistemas de conocimientos tradicionales y prácticas consuetudinarias. La concesión y aplicación de estos derechos es crucial para garantizar el mantenimiento de un equilibrio entre las dimensiones económica, social y medio ambiental del desarrollo sostenible.

Conocimientos tradicionales para un Planeta Sano, Gente Sana

Los conocimientos tradicionales son un recurso inestimable para mantener una población y un planeta sanos. Los territorios indígenas constituyen hasta el 22% de la superficie terrestre del mundo y sostienen el 80% de la biodiversidad del planeta (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 2017). La gran mayoría de los recursos genéticos del mundo y una parte considerable de la biodiversidad mundial sobreviven dentro de las áreas indígenas y conservadas por las comunidades. Esta correlación no es casual, sino que se debe a la aplicación de los conocimientos tradicionales y la utilización tradicional y sostenible de los recursos biológicos durante siglos (Independent Expert Advisory Group Secretariat 2014). Además, la ética y los valores indígenas, además de la cultura y la identidad, relacionados con la administración de la tierra y la vida silvestre, son muy prometedores para una gestión más eficaz de los recursos, así como para una reducción más efectiva de los riesgos para la salud humana (Houde 2007). La **Figura 25.12** es solo una ilustración de la riqueza y el potencial de los conocimientos y prácticas tradicionales para la gestión ambiental que deben optimizarse en su contribución a la mejora de la salud, tanto de la tierra como de las personas.

Otros ejemplos de beneficios son las numerosas ventajas de mantener una red alimentaria que funcione bien, incluida la mayor diversificación de los sistemas alimentarios silvestres y cultivados, la mejora de la nutrición y un medio ambiente saludable (Kuhnlein *et al.* eds. 2013).

Sin embargo, los conocimientos tradicionales siguen estando infrautilizados en la evaluación y gestión medio ambiental. Aunque se han hecho avances, todavía hay desafíos que deben ser abordados. Como citan Genetic Resources Action International [GRAIN] y Kalpavriksh (2002), entre ellos se encuentran:

i. la pérdida continua de las tierras que ocupan los pueblos indígenas, lo que hace que estas tengan dificultades para mantener sus conocimientos;
ii. el riesgo de apropiación indebida de conocimientos tradicionales o de patentar formas de vida con fines comerciales sin compartir los beneficios con los poseedores de los conocimientos, como demuestra el caso de la cúrcuma en la India;
iii. la proliferación y la promoción a ultranza de la llamada medicina y agricultura modernas, que sustituyen a diversas plantas y cultivos que habrían sido capaces de resistir plagas, enfermedades y condiciones climáticas y económicas cambiantes (GRAIN y Kalpavriksh 2002)
iv. los procesos de coproducción de conocimientos que no siempre garantizan la equidad, la igualdad de condiciones o las simetrías de poder (Williams y Hardison 2013); y,
v. la rápida erosión de la diversidad lingüística va acompañada de la pérdida de las formas indígenas de conocer y comprender el mundo natural (UNESCO 2017).

Otros retos están relacionados con la aplicación plena y efectiva del consentimiento libre, previo e informado (United Nations, General Assembly 2007). Para abordar estos desafíos de manera eficiente, es necesario formular y aplicar políticas sobre la base de "una mayor investigación de acción interdisciplinaria que reúna a los poseedores de conocimientos indígenas y a los científicos, tanto naturales como sociales, para construir un entendimiento mutuo y reforzar el diálogo" (Nakashima *et al.* 2012, p. 97).

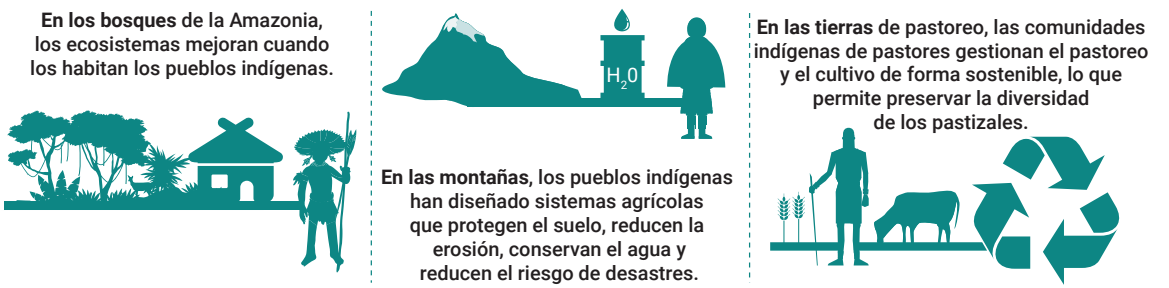
25.3 Vigilancia ambiental para el futuro

25.3.1 Medir lo que importa

Hay una máxima que dice que lo que se mide se hace. Su origen es discutible, pero el mensaje es claro: medir algo nos da la información que necesitamos para asegurarnos de que realmente logramos lo que nos proponemos.

Como se ha señalado en la Sección 3.3.1, los requisitos de datos para los indicadores de los ODS son casi tan inéditos como los propios ODS, y constituyen un enorme desafío para todos los países. Lamentablemente, muchos de los datos necesarios para el seguimiento de los ODS no están disponibles. Los problemas relacionados con la calidad, la puntualidad, la capacidad humana y financiera y la falta de metodologías estandarizadas obstaculizan nuestra capacidad para realizar un seguimiento exhaustivo de esta importante agenda. Como se destaca en el informe de las Naciones Unidas (2016) sobre los ODS, el seguimiento de su progreso requerirá un cambio en la forma de recopilar, procesar, analizar y difundir los datos, lo que incluye la utilización de datos procedentes de fuentes nuevas, diversas e innovadoras. Esto exige, más que nunca, que exploremos otros flujos de datos -ciencia ciudadana, big data y conocimientos tradicionales- para

Figura 25.12: Los pueblos indígenas como guardianes del medio ambiente



Fuente: FAO (2016).

complementar las estadísticas oficiales convencionales y las observaciones de la Tierra.

25.3.2 Transformar la información local en datos nacionales

El cambio en la generación de datos por parte de los dispositivos electrónicos, su modelización, la computación en la nube y otras tecnologías han producido volúmenes de información sin precedentes. Sin embargo, la disponibilidad de estos datos e información varía entre los países desarrollados y los menos desarrollados, entre los grupos sociales y dentro de ellos (por género, etnia y estatus social y de ingresos) y de forma notable entre los niveles global y local. La recopilación de datos e información a nivel nacional y local es menos prioritaria, especialmente, en los países en desarrollo. Pero para resolver los problemas mundiales, las acciones para las soluciones deben emanar del nivel local y nacional. La eficacia de las políticas debe medirse en función de su aplicación y cumplimiento a nivel local y nacional (véase la Parte B).

Con el tiempo, se han acumulado conocimientos sobre las buenas y malas prácticas de gestión medio ambiental, lo que ha permitido extraer algunas conclusiones sobre lo que hay que hacer. Sin embargo, sigue siendo necesario hacer más accesibles los conocimientos tradicionales e integrarlos con otras fuentes de información.

A nivel mundial, tanto los Estados como las organizaciones de la sociedad civil, el mundo académico, los pueblos indígenas y los activistas están de acuerdo en que, para promover la protección y la restauración del medio ambiente, es necesario abordar la pérdida biológica y el cambio climático. Sin embargo, a nivel de país, las posturas sobre la protección del medio ambiente varían, e incluso a veces se contradicen.

Los ODS pretenden reducir la degradación del medio ambiente y, al mismo tiempo, defender los derechos humanos básicos y promover el empoderamiento económico. Para ello, será necesario que las comunidades, las empresas y los gobiernos compartan conocimientos y tecnología, desde el ámbito local hasta el mundial, pasando por el nacional.

25.3.3 Datos abiertos e investigación reproducible

El movimiento de los datos abiertos ha cobrado una gran fuerza en los últimos años y se espera que siga creciendo. El concepto de datos abiertos consiste en que los datos resultantes de la investigación financiada con fondos públicos deben estar disponibles de forma gratuita para todos, en aras de la equidad y la transparencia, y para catalizar el avance de la ciencia. Los principios de los datos abiertos se han propuesto en diferentes variantes, como la Carta de Datos Abiertos (2015), que estipula que los datos deben ser:

i. abiertos por defecto;
ii. oportunos y completos;
iii. accesibles y utilizables;
iv. comparables e interoperables;
v. para mejorar la gobernanza y la participación ciudadana; y,
vi. para el desarrollo inclusivo y la innovación.

Existen beneficios claramente demostrados de los datos abiertos, en particular en el sector de la salud (Kostkova *et al.* 2016). Los principios de la ciencia abierta, la innovación abierta, el acceso abierto y el código abierto adoptados por la comunidad de investigación sobre la malaria, por ejemplo, le han permitido lograr más avances que no serían posibles de otro modo (Wells *et al.* 2016). Además, muchos países cuentan ahora con portales de datos gubernamentales abiertos que incluyen datos medio ambientales.

De ahí que cada vez se abogue más por la investigación reproducible en paralelo con los datos abiertos, ya que, con frecuencia, ambos se consideran unidos por el movimiento de la ciencia abierta. Para ser reproducible, la investigación debe ser comunicada de manera que permita ser replicada con precisión (Mesirov 2010). Por ello debe prestarse atención a la presencia de tres características:

i. empírica: basada en experimentos y observaciones científicas;
ii. computacional: el código, el software, el hardware y los detalles de implementación deben estar disponibles; y
iii. estadística: basada en pruebas estadísticas y parámetros del modelo (Stodden 2014).

La reproducción computacional y estadística es más pertinente para las prácticas de datos. En teoría, la publicación del código y los datos en conjunto significa que los usuarios pueden entender y criticar todo el proceso de análisis e inferencia, incluyendo los detalles de las técnicas empleadas y de las suposiciones realizadas. La publicación del código es ahora un requisito esencial de muchas revistas científicas, y esta tendencia va en aumento, de manera que se espera que se convierta en la norma en los próximos años.

Los análisis de datos reproducibles son, especialmente, importantes en la era de los datos abiertos, ya que los usuarios de los datos estarán cada vez más alejados de quienes los recogen y conservan. Los datos de acceso abierto aumentan el riesgo de que se utilicen o interpreten mal, pero la publicación del código elude este problema, ya que el tratamiento de los datos es transparente y puede ser examinado por los lectores. La reproducibilidad no sólo mejora la calidad de la producción científica, sino que también aumenta la confianza en los resultados y, por tanto, su aceptación (Laine *et al.* 2007).

25.3.4 Cómo hacer frente al cambiante panorama de los datos

Es necesario reforzar la capacidad de recopilar, interpretar y utilizar los datos para una planificación, elaboración de políticas, gestión y evaluación eficaces, a fin de proporcionar a los países una visión global de los impactos medio ambientales, desde las perspectivas geopolíticas hasta las operaciones industriales, los cambios medio ambientales naturales o antropogénicos o una combinación de todos ellos. El reto aumenta a medida que la magnitud y los tipos de datos generados, tanto estructurados como no estructurados, crecen con el tiempo. Los sistemas de gestión de la información son insuficientes por sí solos para extraer todo el valor del crecimiento exponencial de los activos de datos potenciales. Así, resulta imperativo que los gobiernos y la sociedad aprendan a lidiar con el cambiante panorama de datos, para pasar de la mera presentación de informes y de las funciones convencionales de repositorio de datos a un análisis predictivo y prescriptivo, tanto para modelar diferentes escenarios ambientales como para crear políticas apropiadas para abordar aquellos desafíos previsibles.

El panorama de la información está cambiando a medida que las tecnologías para el aprovechamiento de los datos evolucionan desde los datos como servicio (DaaS, por su sigla en inglés) o el software como servicio (SaaS, por su sigla en inglés) hasta el Insight-as-a-Service (IaaS), que utiliza el análisis prescriptivo (**Figura 25.13**). Con los DaaS, los datos podrían llegar a varios usuarios más allá de los límites geográficos y la

segmentación organizativa, reuniendo los datos en un depósito central (Olson 2010). Los DaaS y el SaaS tienen la capacidad de presentar tanto estados históricos como actuales, informando de lo que ha ocurrido, por qué ha ocurrido y qué está ocurriendo ahora en relación con el entorno y la sociedad. A partir de la limpieza y consolidación del Big Data, la analítica como servicio (AaaS, por su sigla en inglés) desplaza la demanda de servicios manuales internos a las tecnologías suministradas por la web, externalizando las necesidades del Internet de las cosas o IoT (Atos 2013) y proporcionando servicios virtuales. La AaaS acompaña a los usuarios a lo largo de su experiencia, impartiendo conocimientos a través de la inteligencia artificial para brindar experiencia y apoyo a lo largo de todo el viaje (Takahashi 2017). El AaaS y el conocimiento como servicio (KaaS, por su sigla en inglés) aplican el análisis predictivo y la modelización para interpretar el Big Data de múltiples fuentes y proyectarlos hacia futuro. Al aprovechar el potencial de la inteligencia artificial se podrían desarrollar estrategias no solo para prever los futuros retos medio ambientales y sociales, sino también para avanzar en las soluciones prediciendo los resultados de los esfuerzos de los países, al responder a la pregunta ¿cómo lo hacemos realidad?

El crecimiento exponencial del big data, las soluciones tecnológicas, los algoritmos complejos y las fuentes de datos abiertas impulsan e integran cada año la inteligencia artificial en nuestra vida cotidiana, en las ciudades y en las redes mundiales (Herweijer 2018). La inteligencia artificial es una poderosa herramienta para que los países puedan gestionar las preocupaciones ambientales y promover los ODS, pero hay que considerar los riesgos en torno a la privacidad, los sesgos, la disminución de la intervención humana y la autonomía. De ahí que se necesite una hoja de ruta sobre cómo la inteligencia artificial puede transformar los sistemas tradicionales y añadir valor en la prestación de servicios, la lucha contra los impactos del cambio climático, la construcción de ciudades sostenibles y habitables, y la protección del bienestar ambiental y social. A medida que se amplía la escala de los impactos económicos y sanitarios como consecuencia de la degradación del medio ambiente, hay que desarrollar medidas estratégicas para establecer una inteligencia artificial no solo respetuosa con el ser humano, sino también con la Tierra.

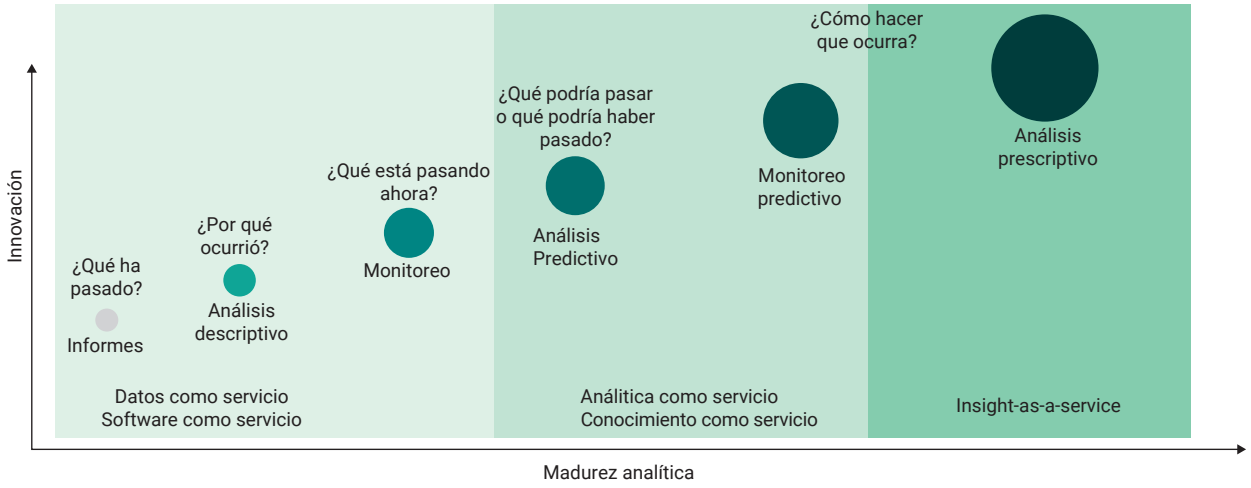
Las nuevas formas de datos y conocimientos, unidas a las herramientas convencionales, influirán drásticamente en la forma de crear y ofrecer soluciones. Para hacer frente al cambio en el panorama de los datos se necesitarán nuevas competencias en materia de tecnologías de la información y un enfoque holístico que permita utilizar las herramientas de datos los conocimientos emergentes y existentes, haciendo así más viable el acceso a los datos sobre personas sanas y un planeta sano para la evaluación medio ambiental y otros fines.

25.3.5 Activos cruciales de la tecnología

La recogida de datos en las operaciones estadísticas sigue enfoques metodológicos bien fundados, como los métodos y diseños de las encuestas por muestreo. Estos incluyen fuentes bien identificadas y definidas, sobre las que se aplican métodos sistemáticos para transformar los datos en estadísticas propicias para series temporales, el valor fundamental de cualquier estadística. Las nuevas tecnologías, como la teledetección, los datos transaccionales, la cadena de bloques y los algoritmos de inteligencia artificial, tienen el potencial de crear una gran cantidad de información útil para fines medio ambientales. Sin embargo, existe el reto de aprovechar estas nuevas tecnologías para producir datos de series temporales, lograr un seguimiento en tiempo real e incorporar esta información al ámbito de las estadísticas oficiales.

Sólo con las series temporales las estadísticas se transforman en información y, por tanto, en un sistema de conocimiento fundamental. Las funciones y responsabilidades de los que cuentan y de los que son contados también están claras. La gobernanza de las estadísticas oficiales se basa en un conjunto de principios fundamentales establecidos por las Naciones Unidas (2014). Se trata de diez principios, que incluyen el hecho de que la práctica estadística debe ser imparcial, debe garantizar la protección de la privacidad de las personas, debe ser transparente y debe trabajar para garantizar la calidad de la información producida. La tecnología tiene activos cruciales que tienen como base para su desarrollo el cumplimiento de las normas. Más allá del cumplimiento está la replicación y la ampliación. En cierto modo, las operaciones estadísticas y el avance tecnológico pueden acelerar la optimización, al igual que dar valor a la visibilidad, la aplicación y la transformación de (y desde) los sistemas de datos y las estadísticas, al mismo tiempo que pueden transmitir información a los sistemas de conocimiento verificable.

Figura 25.13: La evolución en el panorama de los datos



Fuente: Chartered Property Causality Underliner [CPCU] (2015); ASI Business Solutions (2016).

Pero, ¿siguen siendo relevantes estos principios fundamentales en el nuevo entorno de datos? Mantener los principios de las estadísticas oficiales implica muchos retos en el nuevo panorama de datos. Entre ellos se encuentran las consideraciones sobre las definiciones, como las relativas a la selección de las unidades estadísticas, las partidas de datos y su naturaleza espacio-temporal asociada. El principal salto de paradigma para las estadísticas oficiales es cómo se pueden adaptar las metodologías establecidas de recogida de datos y series temporales estadísticas en el contexto de un diluvio de datos no estructurados, privados (y potencialmente anónimos) registrados en dispositivos electrónicos. Los teléfonos, los ordenadores y otros dispositivos se prestan fácilmente a la estandarización y a la posibilidad de réplica y escalamiento. Sin embargo, para que las estadísticas funcionen de forma óptima, se necesitan normas. Los estadísticos, los gurús de la tecnología y los proveedores de datos tendrán que navegar con cuidado por este espacio, ya que el duro y laborioso trabajo de las operaciones estadísticas cuidadosamente diseñadas se enfrenta a un verdadero desafío existencial de herramientas de observación fáciles de usar y de moda. La estadística -y su esencia, las series temporales- puede verse muy cuestionada en este nuevo entorno. Lo cierto es que, en ausencia de series temporales, todos los datos pueden resultar inútiles. Si una asidua adaptación de la tecnología provoca la pérdida de datos de las series temporales, será imposible seguir las tendencias a lo largo del tiempo. De ahí la necesidad de construir una intersección entre tecnología, datos, estadísticas, conocimientos, finanzas y gobernanza.

25.3.6 Garantía de datos y prácticas de calidad

Con el creciente uso de datos complementarios junto a las estadísticas tradicionales para apoyar la política medio ambiental y de sostenibilidad, habrá que responder sistemáticamente a las preguntas sobre cómo se puede garantizar la calidad, el linaje y la procedencia de los datos para determinar si son creíbles y adecuados para su finalidad. Los datos medio ambientales pueden llegar a incluir fuentes digitales, incorporando observaciones de la Tierra, ciencia ciudadana, seguimiento medio ambiental, datos y estadísticas de desarrollo, conjuntos de datos administrativos y datos derivados de la población y las encuestas.

Además de los principios fundamentales de la práctica estadística mencionados anteriormente, también están surgiendo referencias y documentos de prácticas estándar para las fuentes de datos complementarias. Por ejemplo, las normas y prácticas de metadatos sirven ahora de base para la descripción de los mismos, incluida su descripción metodológica y calidad. Los metadatos -la documentación de los datos- sirven para que los datos sean descubribles, utilizables y comprensibles. De ahí que se hayan desarrollado muchos estándares de metadatos específicos de una disciplina o de una comunidad para apoyar los sistemas de gestión y descubrimiento de datos, y para capturar y transmitir información a los usuarios. Algunos ejemplos son el formato de intercambio de directorios (DIF, por su sigla en inglés), el lenguaje de metadatos ecológicos (EML, por su sigla en inglés), el lenguaje de modelos de sensores (SensorML, por su sigla en inglés), el climate science modelling language (CSML) y el netCDF markup language (NcML). Además, la Organización Internacional de Normalización (ISO, por su sigla en inglés) ha desarrollado una serie de normas para describir la información geográfica entre las que se encuentran la ISO 19115 y la ISO 11179.

El aseguramiento de la calidad de los datos de la ciencia ciudadana se encuentra en su fase de formación, con una serie de técnicas de plataforma digital para comprobar la calidad de las observaciones de campo aportadas por los ciudadanos. Algunos ejemplos son la Red de Observadores Ambientales Locales (LEO, por su sigla en inglés) en la región del Ártico norteamericano, que utiliza una aplicación para teléfonos inteligentes que carga las observaciones para que las comprueben los expertos antes de utilizarlas en las visualizaciones gráficas de mapas y en conjuntos de datos tabulares (Red LEO 2017). Los recientes talleres convocados por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea también están iniciando el proceso de establecimiento de principios para aplicaciones y plataformas móviles.

El Grupo de Observaciones de la Tierra ha difundido sus principios de gestión de datos del Sistema Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS, por su sigla en inglés), los cuales están siendo ampliamente adoptados por las entidades de observación de la Tierra (Group on Earth Observations 2014). Entre los principios se incluyen los siguientes: capacidad de descubrimiento, accesibilidad, facilidad de uso, preservación y conservación.

A medida que avanzan los análisis de código abierto, los códigos de consulta de origen comunitario y los métodos de integración de datos personalizados, se producirá una mayor conservación comunitaria de los conjuntos de datos, los estándares de intercambio y las interfaces de programación de aplicaciones. Los conjuntos de códigos que incorporan análisis y consultas son ahora, rutinariamente, conservados por la comunidad en plataformas de colaboración abiertas como la plataforma de desarrollo GitHub.

La Research Data Alliance establece normas de registro para la conservación a largo plazo y para definir los parámetros de los conjuntos de datos en las ciencias de la Tierra y otros ámbitos de investigación. Las fuentes de datos complementarias se considerarán creíbles en la medida en que se ajusten a estas normas de registro.

La prueba definitiva de la revolución de los datos digitales abiertos y accesibles será la satisfacción de los usuarios y los requisitos de la plataforma integrada para ajustarse a una serie de normas y prácticas reconocidas y a las pruebas impulsadas por la comunidad de código abierto para la metodología y la calidad de los datos del medio ambiente, los recursos naturales y el desarrollo.

25.4 Conclusión: Retos, brechas y oportunidades

A continuación se presentan los retos, brechas y oportunidades relacionados con los datos y estadísticas medio ambientales. Los datos y el conocimiento son activos valiosos que deben ser compartidos.

25.4.1 Desagregación de datos

Los ODS exigen una revolución de los datos que no deje a nadie atrás, incorporando datos desglosados e informes en todos los niveles de los 17 objetivos. Como se destacó en el Capítulo 3 de este informe, evaluar el nexo entre la sociedad y el medio ambiente sólo puede hacerse si se dispone de información desglosada sobre las distintas poblaciones, ya que no todas las personas tienen el mismo nivel de dependencia del medio ambiente, ni el mismo impacto sobre él. Por lo tanto, para poder detectar estas diferencias, es necesario disponer de información desglosada por ingresos, sexo, edad, etnia, situación migratoria, discapacidad, ubicación geográfica y otras características relevantes en los contextos nacionales. Desgraciadamente, en la actualidad hay una gran escasez de información relacionada con el medio ambiente que pueda ser desglosada, y los datos de las encuestas de hogares sobre el acceso al agua, la energía y otros recursos naturales solo están disponibles a nivel local, lo que dificulta la comprensión de las diferencias a otros niveles.

Además del desglose por variables socioeconómicas, también es necesario el desglose geoespacial de la información ambiental. Los ecosistemas biológicos no siguen las fronteras nacionales, por lo que para comprender tanto el estado de determinados

ecosistemas como las interacciones entre ellos, las personas y la economía, se requiere información desagregada espacialmente. La desagregación requerirá reunir los datos de observación de la Tierra, los datos de los censos y encuestas tradicionales, así como la ciencia ciudadana, el conocimiento tradicional y el big data en un ecosistema de datos integrado.

25.4.2 Acceso a datos abiertos

Muchos países en desarrollo necesitarán acceder a datos abiertos sin restricciones. En cuanto a la gobernanza de los datos, la gestión global de la disponibilidad, el uso, la integridad y la seguridad de los datos debe ser transparente. Los líderes continentales de vastos conjuntos de datos validados -Norteamérica y Europa- son actualmente los administradores de los datos que ponen sus valiosos recursos a disposición del resto del mundo como bienes públicos. Lo que puede ser necesario es un sólido programa de gobernanza de datos que incluya un órgano de gobierno o consejo y un conjunto definido de procedimientos, con un plan para su ejecución. Los gobiernos deben garantizar la existencia de marcos legales que promuevan la buena gobernanza de los datos.

Una política de gobernanza de datos documentada y transparente establecerá un conjunto de directrices fáciles de seguir para garantizar la correcta gestión de la información, ayudando a responder a las preguntas que giran en torno a la soberanía, la seguridad, la calidad de los datos y la privacidad. En particular, la protección de la privacidad de las personas es un componente esencial de la gobernanza de datos. Para ayudar a dirigir este programa de gobernanza, deben asignarse administradores de datos multilaterales, responsables de la gestión y la adecuación de los elementos de los datos, para garantizar que el intercambio de estos se ejecute de forma precisa y coherente entre los sistemas informáticos y entre los diferentes métodos de recolección (véase "Disposiciones institucionales" más adelante).

25.4.3 Gobernanza de los datos y la información

La gobernanza de los datos implica la gestión y el aprovechamiento de todos los activos de datos (dispersos entre grandes fuentes externas de datos abiertos, bases de datos centrales y otras fuentes de datos y conocimientos existentes y emergentes de gobiernos, instituciones, investigaciones y estudios). La tecnología de la información por sí sola no es suficiente para extraer todo el valor del crecimiento exponencial de los activos de datos potenciales. Los responsables políticos no suelen comprender los distintos problemas a los que debe hacer frente la tecnología de la información, ni la necesidad de una participación activa de la organización y de la propiedad institucional. Abordar los retos que plantean el big data supone la integración de información valiosa mediante un proceso combinado de "semántica de datos" y la intervención de un especialista en gobernanza de datos.

El tratamiento del big data implica el almacenamiento de todos los recursos de datos, su clasificación y la identificación de los datos que tienen sentido más allá del uso local para acceder a los datos dispares y encontrar sus relaciones. Disponer de las herramientas adecuadas no es suficiente para examinar el big data y encontrar patrones y relaciones relevantes. Como cualquier activo valioso, la información debe gestionarse y asegurarse mediante prácticas cuidadosas de diseño, creación, desarrollo y despliegue de datos. Con una gobernanza adecuada, el significado, el uso y la integridad de los datos se preservan a lo largo del tiempo, aumentando su valor como activo.

25.4.4 Asociaciones público-privadas

Los retos que plantean la escasez de recursos y la falta de capacidad financiera para avanzar en el uso de la analítica de big data, sobre todo en los países en desarrollo, podrían solucionarse mediante asociaciones público-privadas. El sector público podría ejercer la implementación social de la analítica de big data mientras las entidades privadas financian y aprovechan los conocimientos técnicos (Groff 2017). Los proyectos público-privados ofrecen oportunidades para fortalecer los sistemas estadísticos y de información, desarrollar métodos innovadores de recopilación de datos e iniciar la co-creación a través de asociaciones que dan prioridad a las personas. Las asociaciones entre el gobierno y el sector privado que involucran a la sociedad civil pueden dar lugar a la adopción de mejores prácticas en la recopilación de datos, la evaluación analítica y el seguimiento de la información relacionada con los ODS.

25.4.5 Acuerdos institucionales

Los acuerdos institucionales entre las diferentes autoridades y organismos que producen y poseen información medio ambiental están en sus primeras etapas (por ejemplo, estadísticas oficiales, información cartográfica sobre recursos naturales, vigilancia hidrometeorológica y geoespacial, portales medio ambientales y geoespaciales, portales gubernamentales de datos abiertos, etc.). Cualquier medida futura debería tener como objetivo mejorar los acuerdos institucionales para facilitar la integración efectiva, el intercambio y la reutilización de datos a través de las barreras, incluidas las de la soberanía, los mandatos, la burocracia, las brechas de conocimiento, las normas y la estandarización y la digitalización. Es necesario resolver estos retos. Los datos abiertos y los instrumentos que facilitan su uso, como el Intercambio de Datos y Metadatos Estadísticos (SDMX, por su sigla en inglés), son prometedores para el intercambio de datos sin fisuras. Sin embargo, muchos países se enfrentan a retos en cuanto a la aplicación de los instrumentos de datos abiertos. Los gobiernos nacionales deben comprometerse con los bienes globales comunes, y son necesarios los acuerdos intergubernamentales para facilitar soluciones a algunos de los problemas políticos derivados de las limitaciones gubernamentales.

25.4.6 Creación de capacidades

La capacidad sostenible se consigue cuando toda la cadena de valor funciona, es decir, cuando los datos, desde su recopilación y análisis hasta su utilización, se tratan de forma competente para aportar valor a la información, difundirla a través de los canales más eficaces y eficientes y garantizar que aquellos a los que se dirige puedan utilizarlos. Para llegar a esta fase de competencia, la educación ambiental debe aplicarse a todos los niveles. Los sistemas de conocimiento autóctonos, incluidas las nuevas oportunidades que ofrecen los avances tecnológicos para democratizar la participación de los ciudadanos en el ejercicio de la ciencia y los descubrimientos científicos deben ser facilitados.

25.4.7 Conocimientos tradicionales

El reto en torno al uso y desarrollo continuado de los conocimientos tradicionales es la falta de aplicación efectiva de los derechos sobre los conocimientos indígenas, lo que provoca la pérdida de tierras y la apropiación indebida de estos. La inclusión de los conocimientos tradicionales no garantiza la igualdad en el reparto de beneficios.

Las oportunidades para que los conocimientos tradicionales contribuyan al desarrollo sostenible incluyen mejorar el esfuerzo de su documentación y el aumento de las asociaciones para la creación de redes con el fin de desarrollar herramientas y metodologías innovadoras para una mejor comprensión de los mismos que se utilizarán en los planes e intervenciones estratégicas y para evaluar los cambios en los ecosistemas. El compromiso de los Estados miembros de la ONU con el desarrollo sostenible también es importante cuando se habla de conocimientos tradicionales.

25.4.8 Sistemas de datos integrados

Los sistemas físicos y sociales, claramente conectados, conforman el estado real del medio ambiente. Sin ambos, la imagen de dónde estamos ahora y hacia dónde nos dirigimos estaría incompleta. Una combinación de métodos convencionales con formas emergentes de datos y conocimientos, y con los datos sociales, podría proporcionar una visión holística del medio ambiente, abarcando las perspectivas social, física y económica.

Con frecuencia, las sociedades suelen percibir los cambios antes de que se produzcan aquellos de tipo ambiental que son apreciables, pero también hay que estudiar cómo se utilizan y entienden los datos, la información y los conocimientos. En la era de la tecnología de la información, el problema puede no ser la falta de conocimiento o de datos sobre lo que está sucediendo, sino más bien la cuestión de qué datos disponibles deben ser utilizados, qué tipo de información, basada en qué supuestos, se considera legítima, y qué realidad cuenta (Davies 1994).

Un cambio en los procesos de pensamiento sobre las evaluaciones medio ambientales haría que los datos, incluidos los procedentes de big data, la ciencia ciudadana y el conocimiento tradicional pasaran a primer plano junto con la observación de la Tierra y las estadísticas oficiales. Esto permitiría identificar los retos medio ambientales, supervisar los avances en la consecución de los ODS y redactar soluciones para la elaboración de políticas sólidas y basadas en evidencia. Para ello sería necesario no solo convertir los retos de los datos medio ambientales en oportunidades, sino también mejorar la integración de los datos, utilizar las herramientas existentes y emergentes para la evaluación ambiental y hacer que los datos estén disponibles abiertamente para su uso.

Referencias

Agrawal, A. (1995). Dismantling the divide between indigenous and scientific knowledge. *Development and Change* 26(3), 413-439. https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.1995.tb00560.x

Anttila-Hughes, J., Dumas, M., Jones, L., Pestre, G., Qiu, Y., Levy, M. *et al.* (2015). *Big Data for Climate Change and Disaster Resilience: Realising the Benefits for Developing Countries.* Data-Pop Alliance. http://datapopalliance.org/wp-content/uploads/2015/11/Big-Data-for-Resilience-2015-Report.pdf.

ASI Business Solutions Inc (2016). *Evolution of analytics: Where does your company stand?* http://asi-solutions.com/2016/12/evolution-of-analytics-where-does-your-company-stand/ (Consultado: 6 de febrero de 2018).

Asia Indigenous Peoples Pact (2015). *Recognition of Indigenous Peoples' Customary Land Rights in Asia. Asia Indigenous Peoples Pact.* Chiang Mai: Asia Indigenous Peoples Pact. https://aippnet.org/wp-content/uploads/2015/07/iva.aippnet.org_wp-content_uploads_2015_07_CLR-AIPP-Corrected-2.pdf.

Atos (2013). *Data Analytics as a Service: Unleashing the Power of Cloud and Big Data.* Atos. https://atos.net/wp-content/uploads/2017/10/01032013-AscentWhitePaper-DataAnalyticsAsAService.pdf.

Baker, J., Rayner, A. y Wolowic, J. (2011). *Native Science: A Primer for Science Teachers.* https://ctabobandung.files.wordpress.com/2011/11/ns-primer.pdf.

Berkes, F., Colding, J. y Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5), 1251-1262. https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2.

Bhunia, P. (2017). *Brief look at open government data in 6 ASEAN countries.* [OpenGov https://www.opengovasia.com/brief-look-at-open-government-data-in-6-asean-countries/ (Consultado: 2 de enero 2018).

Biodiversity International (2017). *Modern science meets traditional knowledge to improve crop breeding.* https://www.bioversityinternational.org/news/detail/modern-science-meets-traditional-knowledge-to-improve-crop-breeding/ (Consultado: 11de octubre de 2018).

Blaney, R.J.P., Philippe, A.C.V., Pocock, M.J.O. y Jones, G.D. (2016). *Citizen science and Environmental Monitoring: Towards a Methodology for Evaluating Opportunities, Costs and Benefits.* Wiltshire: UK Environmental Observation Framework. http://www.ukeof.org.uk/resources/citizen- science-resources/Costbenefitcitizenscience.pdf.

Bowser, A., Brenton, P., Stevenson, R., Newman, G., Schade, S., Bastin, L. *et al.* (2017). *Citizen science Association Data and Metadata Working Group: Report from CSA 2017 and Future Outlook.* Washington, DC.: Woodrow Wilson International Center for Scholars. https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/wilson_171204_meta_data_f2.pdf.

Chartered Property Casualty Underliner (2015). *Big Data and Analytics Webinar.* 7 April. https://www.slideshare.net/PatriciaSaporito/cpcu-big-data-analytics-webinar-april-7-2015sedslideshare.

Collaborative Partnership on Forests (2018). *About the collaborative partnership on forests.* http://www.cpfweb.org/73947/en/ (Consultado: 11 de octubre de 2018).

Conrad, C.C. y Hilchey, K.G. (2011). A review of citizen science and community-based environmental monitoring: Issues and opportunities. *Environmental Monitoring and Assessment* 176(1-4), 273-291. https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5.

Cooper, D. y Kruglikova, N. (2018). *Augmented Realities: The Digital Economy of Indigenous Knowledge.* International Labour Organization.

Data Pop Alliance (s.f.). *Vision and members*. Data Pop Alliance. http://datapopalliance.org/about/vision-and-members/ (Consultado: 2 de julio de 2018).

Davies, S. (1994). Introduction: Information, Knowledge and Power. *IDS Bulletin* 25(2), 1-13. https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.1994.mp25002001.x.

Dell EMC and International Data Corporation (2014). *IDC study: Digital universe in 2020*. https://www.emc.com/leadership/digital-universe/index.htm (Consultado: 5 de mayo de 2018).

Dickinson, J.L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R.L., Martin, J. *et al.* (2012). The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology the Environment* 10(6), 291-297. https://doi.org/10.1890/110236.

Dickinson, J.L., Zuckerberg, B. y Bonter, D.N. (2010). Citizen science as an ecological research tool: Challenges and benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41, 149-172. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636.

Enchaw, G.B. y Njobdi, I. (2014). *Sustaining and Enhancing Forests through Traditional Resource Management.* Tebtebba Foundation. http://www.tebtebba.org/index.php/content/276-sustaining-a-enhancing-forests-through-traditional-resource-management-volume-2.

Estonia Digital Society (s.f.). *x-road*. https://e-estonia.com/solutions/interoperability-services/x-road/ (Consultado: 20 de noviembre de 2018).

Ferrari, M., de Jong, C. y Belohrad, V.S. (2015). Community-based monitoring and information systems (CBMIS) in the context of the Convention on Biological Diversity (CBD). *Biodiversity* 16(2-3), 57-67. https://doi.org/10.1080/14888386.2015.1074111.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Indigenous Peoples can feed the world*. Rome. http://www.fao.org/3/a-c0386e.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). *6 ways indigenous peoples are helping the world achieve #ZeroHunger*. http://www.fao.org/indigenous-peoples/news-article/en/c/1029002 (Consultado: 11 de octubre de 2018).

Forest Peoples' Programme (2016). *Local Biodiversity Outlooks: Indigenous Peoples and Local Communities Contributions to the Implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2010. A complement to the Fourth Edition of the Global Biodiversity Outlook.* Development Southern Africa. Moreton-in-Marsh. https://www.cbd.int/gbo/gbo4/publication/lbo-en.pdf.

Garcia-Soto, C., van der Meeren, G.I., Busch, J.A., Delany, J., Domegan, C., Dubsky, K. *et al.* (2017). *Advancing Citizen Science for Coastal and Ocean Research: Position Paper 23.* French, V., Kellett, P., Delany, J. y McDonough, N. (eds.). Ostend: European Marine Board. http://www.marineboard.eu/sites/marineboard.eu/files/public/publication/EMB_PP23_itizen_Science_web_4.pdf.

Genetic Resources Action International and Kalpavriksh (2002). *Traditional Knowledge of Biodiversity in Asia-Pacific: Problems of Piracy and Protection.* New Delhi. https://www.grain.org/article/entries/81-traditional-knowledge-of-biodiversity-in-asis-pacific-problems-of-piracy-and-protection.pdf.

Ghosh-Jerath, S., Singh, A., Kamboj, P., Goldberg, G. y Magsumbol, M.S. (2015). Traditional knowledge and nutritive value of indigenous foods in the oraon tribal community of jharkhand: An exploratory cross-sectional study. *Ecology of Food and Nutrition* 54(5), 493-519. https://doi.org/10.1080/03670244.2015.1017758.

Global Learning and Observations to Benefit the Environment (2018). *About GLOBE program*. https://www.globe.gov/about/overview (Consultado: 20 de julio de 2018).

Gonzales, A., Gilmer, A., Foley, R., Sweeney, J. y Fry, J. (2007). Developing and applying a user- friendly web-based GIS for participative environmental assessment. *Proceedings of the Geographical Information Science Research UK Conference.* Maynooth, 11-13 April 2007. http://eprints.maynoothuniversity.ie/1428/1/FoleyDevelopingGISRUK.pdf

Google (2018). *Google reCAPTCHA: The new way to stop bots*. https://www.google.com/recaptcha/intro/v3beta.html# (Consultado: 26 de mayo de 2018).

Groff, S.P. (2017). 'Better data is the key for developing Asia to successfully implement the SDGs by 2030'. https://blogs.adb.org/blog/data-matters-meet-sdgs (Consultado: 30 de junio de 2017)

Group on Earth Observations (2014). *The GEOSS data sharing principles post-2015*. http://www.earthobservations.org/documents/dswg/10_GEOSS%20Data%20Sharing%20 Principles%20post%202015.pdf (Consultado: 11 de octubre de 2018).

Haklay, M. (2013). Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation. In *Crowdsourcing Geographic Knowledge.* Berlin: Springer. 105-122. Harvard Business Review (2016). *The Explainer: Big Data and Analytics*. https://hbr.org/video/3633937151001/the-explainer-big-data-and-analytics (Consultado: 22 de enero de 2018).

Herweijer, C. (2018). *8 Ways AI can help save the planet*. [World Economic Forum https://www.weforum.org/agenda/2018/01/8-ways-ai-can-help-save-the-planet/ (Consultado: 21 de febrero de 2018).

Hochachka, W.M., Fink, D., Hutchinson, R.A., Sheldon, D., Wong, W.-K. y Kelling, S. (2012). Data-intensive science applied to broad-scale citizen science. *Trends in Ecology Evolution* 27(2), 130-137. https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.11.006.

Hoffmann, K. (2017). Using vessel data to study rescue patterns in the Mediterranean Sea. 20 September 2017 https://www.unglobalpulse.org/news/using-vessel-data-study-rescue-patterns-mediterranean-sea

Houde, N. (2007). The six faces of traditional ecological knowledge: challenges and opportunities for Canadian co-management arrangements. *Ecology Society* 12(2). https://doi.org/10.5751/ES-02270-120234.

Independent Expert Advisory Secretariat (2014). *A World that Counts Mobilising the Data Revolution for Sustainable Development.* New York, NY: United Nations. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20065/ieag_world.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

International Business Machines (2017). *Extracting business value from the 4 V's of big data.* International Business Machines Corporation http://www.ibmbigdatahub.com/sites/default/files/infographic_file/4Vs_Infographic_final.pdf

International Data Corporation (2012). *Worldwide Big Data Technology and Services 2012-2015 Forecast.* International Data Corporation. http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=6242.

International Rivers (2012). Citizen science Supports a Healthy Mekong. *World Rivers Review* 4.https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/wwrdec_web.pdf.

Japan Science and Technology Agency (2011). *National bioscience database center*. https://biosciencedbc.jp/en/ (Consultado: 20 de noviembre de 2018).

Jensen, M. (2017). *UNEP Sustainable Development Goals Initiatives Ontology.* http://ncgia.buffalo.edu/OntologyConference/Abstract/Jensen.pdf.

Kidane, Y.G., Mancini, C., Mengistu, D.K., Frascaroli, E., Fadda, C., Pè, M.E. *et al.* (2017). Genome wide association study to identify the genetic base of smallholder farmer preferences of durum wheat traits. *Frontiers in Plant Science* 8(1230). https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01230.

Kim, S., Robson, C., Zimmerman, T., Pierce, J. y Haber, E.M. (2011). Creek watch: Pairing usefulness and usability for successful citizen science. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.* Vancouver, 7-12 May 2011. ACM 2125-2134 doi: https://doi.org/10.1145/1978942.1979251

Kirkpatrick, R. (2016). 'The importance of big data partnerships for sustainable development'. 31 May 2016 https://www.unglobalpulse.org/big-data-partnerships-for-sustainable-development

Kostkova, P., Brewer, H., de Lusignan, S., Fottrell, E., Goldacre, B., Hart, G. *et al.* (2016). Who owns the data? Open data for healthcare. *Frontiers in Public Health* 4(7). https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00007.

Kuhnlein, H.V., Erasmus, B., Spigelski, D. y Burlingame, B. (eds.) (2013). *Indigenous Peoples' Food Systems and Well-being: Interventions and Policies for Healthy Communities.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/018/i3144e/i3144e.pdf.

Laine, C., Goodman, S.N., Griswold, M.E. y Sox, H.C. (2007). Reproducible research: Moving toward research the public can really trust. *Annals of Internal Medicine* 146(6), 450-453. https://doi.org/10.7326/0003-4819-146-6-200703200-00154.

Local Environmental Observer Network (2017). *LEO reporter mobile app*. https://www.leonetwork.org/en/docs/about/mobile (Consultado: 11 de octubre de 2018).

Macauley M. y Brennan T. (2016). Data from drones: A new way to see the natural world. *Resources for the Future*, 192. 25 May 2016. http://www.rff.org/files/document/file/RFF-Resources-192_DataFromDrones.pdf.

Manley, L. (2015). 'Open data for business tool: Learning from initial pilots'. 24 August 2015 http://blogs.worldbank.org/ic4d/open-data-business-tool-learning-initial-pilots

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. *et al.* (2011). *Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity.* McKinsey Global Institute. https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_full_report.ashx.

Mathieu, P., Borgeaud, M., Desnos, Y., Rast, M. y Brockmann, C. (2016). *ESAEarth Observation Open Science: Accelerating Data-Intensive Research in the Digital Age.* IEEE Magazine.

Mazumdar, S., Wrigley, S. y Ciravegna, F. (2017). Citizen science and crowdsourcing for earth observations: An analysis of stakeholder opinions on the present and future. *Remote Sensing* 9(1), 87. https://doi.org/10.3390/rs9010087.

McCallum, I., See, L., Sturn, T., Salk, C., Perger, C., Duerauer, M. *et al.* (2018). Engaging citizens in environmental monitoring via gaming. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 13, 15-23 https://doi.org/10.2902/1725-0463.2018.13.art3.

Mesirov, J.P. (2010). Accessible reproducible research. *Science* 327(5964), 415–416. https://doi.org/10.1126/science.1179653.

Monnappa, A. (2017). *Data science vs. big data vs. data analytics*. https://www.simplilearn.com/data-science-vs-big-data-vs-data-analytics-article (Consultado: 27 de abril de 2018).

Nakashima, D., McLean, K.G., Thulstrup, H.D., Castillo, A.R. and Rubis, J.T. (2012). *Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation.* Paris: United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization and United Nations University. http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216613e.pdf.

Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S. and Crowston, K. (2012). The future of citizen science: Emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10(6), 298-304. https://doi.org/10.1890/110294

Olson, J.A. (2010). Data as a service: Are we in the clouds? *Journal of Map and Geography Libraries* 6(1), 76–78. https://doi.org/10.1080/15420350903432739.

Open Data Charter (2015). *International Open Data Charter.* https://opendatacharter.net/wp-content/uploads/2015/10/opendatacharter-charter_F.pdf.

Porsanger, J. y Guttorm, G. (2011). *Working with Traditional Knowledge: Communities, Institutions, Information Systems, Law and Ethics.* Trondheim: Sámi University College. https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/177065.

Pottinger, L. (2012). *Why our rivers need a citizen science movement*. https://www.internationalrivers.org/resources/why-our-rivers-need-a-citizen-science-movement-7764.

Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers (2003). Signed 21 May 2003. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2003/pp/ch_XXVII_13_ap.pdf.

Pulse Lab Kampala (2017). Using machine learning to analyse radio content in Uganda: Opportunities for sustainable development and humanitarian action. 11 September 2017 https://www.unglobalpulse.org/news/using-machine-learning-accelerate-sustainable-development- solutions-uganda-0 (Consultado: 6 de noviembre de 2017).

Raygorodetsky, G. (2017). 'Braiding science together with indigenous knowledge'. *Observations*, 21 December 2017 https://blogs.scientificamerican.com/observations/braiding-science-together-with-indigenous-knowledge/

Roelfsema, C., Thurstan, R., Beger, M., Dudgeon, C., Loder, J., Kovacs, E. *et al.* (2016). A citizen science approach: A detailed ecological assessment of subtropical reefs at Point Lookout, Australia. *PLoS ONE* 11(10), e0163407. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163407.

Rominger, J. y Ikeda, S. (2015). The role of big data in solving environmental problems. *Gradient Trends Risk Science and Application*, Fall 2015, 64. https://gradientcorp.com/pdfs/newsletter/Trends64.pdf.

Rotman, D., Preece, J., Hammock, J., Procita, K., Hansen, D., Parr, C. *et al.* (2012). Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects. *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work*, 217-226. https://doi.org/10.1145/2145204.2145238

Secretariat of the Convention on Biodiversity (s.f.). *Article 8(j) -Traditional Knowledge, Innovations and Practices*. https://www.cbd.int/traditional/ (Consultado: 14 de marzo de 2018).

See, L., Fritz, S., Dias, E., Hendriks, E., Mijling, B. y Snik, F. (2016). Supporting earth-observation calibration and validation: A new generation of tools for crowdsourcing and citizen science. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine* 4(3), 38-50. https://doi.org/10.1109/MGRS.2015.2498840.

Shirk, J., Ballard, H., Wilderman, C., Phillips, T., Wiggins, A., Jordan, R. *et al.* (2012). Public participation in scientific research: A framework for deliberate design. *Ecology and Society* 17(2), 29. https://doi.org/10.5751/ES-04705-170229.

Spitz, R., Pereira, C., Leite, L.C., Ferranti, M.P., Kogut, R., Oliveira, W. *et al.* (2017). Gamification, citizen science and civic engagement: In search of the common good. *Balance-Unbalance 2017*. Plymouth, 21-23 August 2017. http://balance-unbalance2017.org/events/gamification-citizen-science-and-civic-engagement-in-search-of-the-common-good/

Stodden, V. (2014). *What scientific idea is ready for retirement?* [Edge Foundation https://www.edge.org/responses/what-scientific-idea-is-ready-for-retirement (Consultado: 5 de junio de 2018).

Storksdieck, M., Shirk, J.L., Cappadonna, J.L., Domroese, M., Göbel, C., Haklay, M. *et al.* (2016). Associations for citizen science: Regional knowledge, global collaboration. *Citizen science: Theory and Practice* 1(2), 1-10. https://doi.org/10.5334/cstp.55.

Takahashi, D. (2017). *Got It debuts knowledge-as-service that uses AI to help you find human experts*. [VentureBeat https://venturebeat.com/2017/06/06/got-it-debuts-knowledge-as-a-service-that-uses-ai-to-find-you-human-experts/ (Consultado: 22 de febrero de 2018).

Tebtebba Foundation (2015). Mapping our lands and waters: Protecting our future. *Global Conference on Community Participatory Mapping in Indigenous Peoples' Territories*. North Sumatra, 25-27 August 2013. Baguio City http://www.iapad.org/wp-content/uploads/2017/01/mapping-our-lands-waters-protecting-our-future.pdf

Tengö, M., Brondizio, E.S., Elmqvist, T., Malmer, P. y Spierenburg, M. (2014). Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: The multiple evidence base approach. *Ambio* 43(5), 579-591. https://doi.org/10.1007/s13280-014-0501-3.

The world's most valuable resource is no longer oil, but data (2017). *The Economist,* 6 May. https://www.economist.com/news/leaders/21721656-data-economy-demands-new-approach- antitrust-rules-worlds-most-valuable-resource.

Thomas, R. y McSharry, P. (2015). *Big Data Revolution: What Farmers, Doctors and Insurance Agents Teach Us About Discovering Big Data Patterns.* Wiley. https://www.wiley.com/en-us/Big+Data+Revolution%3A+What+farmers%2C+doctors+and+insurance+agents+teach+us+about+discovering+big+data+patterns-p-9781118943717.

Tsuji, L.J.S. (1996). Cree traditional ecological knowledge and science: A case study of the sharp-tailed grouse, *Tympanuchus Phasianllus Phasianllus*. *The Canadian Journal of Native Studies* XVI (1), 67-79. http://www3.brandonu.ca/cjns/16.1/tsuji.pdf.

Tsuji, L.J.S. y Ho, E. (2002). Traditional environmental knowledge and western science: In search of common ground. *Canadian Journal of Native Studies* 22(2), 327-360. http://www3.brandonu.ca/cjns/22.2/cjnsv.22no.2_pg327-360.pdf.

Uitto, J. (2016). Use of big data in environmental evaluation: A focus session on use of new technologies in M&E and implications for evaluation. *19th Meeting of the DAC Network on Development Evaluation*. Paris, 26-27 April 2016. https://www.gefieo.org/sites/default/files/ieo/ieo-documents/ Presentation-big-data.pdf

United Nations (1998). *Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters*. https://treaties.un.org/pages/viewdetails.aspx?src=ind&mtdsg_no=xxvii-13&chapter=27&clang=_en (Consultado: 24 de enero de 2018).

United Nations (2014). Resolution adopted by the General Assembly on 29 January 2014. Fundamental Principles of Official Statistics. A/RES/68/261 New York, NY https://unstats.un.org/unsd/dnss/gp/FP-New-E.pdf

United Nations (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development.* New York, NY. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf.

United Nations (2016). *The Sustainable Development Goals Report 2016.* New York, NY. https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/The%20Sustainable%20Development%20Goals%20Report%202016.pdf.

United Nations (2018a). *About*. https://www.unglobalpulse.org/about-new (Consultado: 11 de octubre de 2018).

United Nations (2018b). *News*. https://www.unglobalpulse.org/blog (Consultado: 11 October 2018). United Nations (2018c). *Big data: News*. https://unstats.un.org/bigdata (Consultado: 11 de octubre de 2018). United Nations, General Assembly (2007). *United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples.* New York. https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_en.pdf.

United Nations (s.f.). *Indigenous Peoples: 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/2016/Docs-updates/Indigenous-Peoples-and-the-2030-Agenda-with-indicators.pdf

United Nations Convention to Combat Desertification (2016). *Report of the Conference of the Parties on its Twelfth Session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015 Part two: Action Taken by the Conference of the Parties at its Twelfth Session - Addendum* 12-23 October. ICCD/COP (12)/20/Add.1. https://www.unccd.int/sites/default/files/sessions/documents/ICCD_COP12_20_Add.1/20add1eng.pdf.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2013). *Agricultural Landscapes.* October 2013 (69). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization http://es.calameo.com/read/00332997247675cccaf1e

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2017). *Local Knowledge, Global Goals.* Paris. http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002595/259599e.pdf.

United Nations Environment Programme (2012). *Global Environment Outlook-5: Environment for the Future We Want.* Nairobi: United Nations Environment Programme. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8021/GEO5_report_full_en.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

United States Environmental Protection Agency (s.f.). *AirNow*. https://airnow.gov/ (Consultado: 20 de noviembre de 2018).

United States National Aeronautics and Space Administration (2018). *Engaging citizen scientists with GPM*. https://pmm.nasa.gov/articles/engaging-citizen-scientists-gpm (Consultado: 20 de julio de 2018).

University of the West of England, Science Communication Unit, (2013). *Science for Environment Policy In-depth Report: Environmental Citizen Science.* Report produced for the European Commission. http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR9_en.pdf.

UrbanEmissions.info (2016). *Air quality forecasting for all India*. http://www.urbanemissions.info/ (Consultado: 11 de octubre de 2018).

Vacarelu, F. (2017). 'New paper from UN Global Pulse and UNHCR explores use of digital data for insights into forced displacement'. https://www.unglobalpulse.org/news/new-paper-un-global-pulse-and-unhcr-explores-use-digital-data-insights-forced-displacement (Consultado: 6 de noviembre de 2017)

Van Vliet, K. y Moore, C. (2016). Citizen science initiatives: Engaging the public and demystifying science. *Journal of Microbiology and Biology Education* 17(1), 13-16. https://doi.org/10.1128/jmbe.v17i1.1019.

Vidal, J. (2016). The tribes paying the brutal price of conservation. *The Guardian.* https://www. theguardian.com/global-development/2016/aug/28/exiles-human-cost-of-conservation-indigenous- peoples-eco-tourism.

Webb, A. y Usher, D. (2017). 'New vulnerability monitoring platform to assist drought-affected populations in Indonesia'. https://www.unglobalpulse.org/news/new-vulnerability-monitoring-platform-assist-drought-affected-populations-indonesia

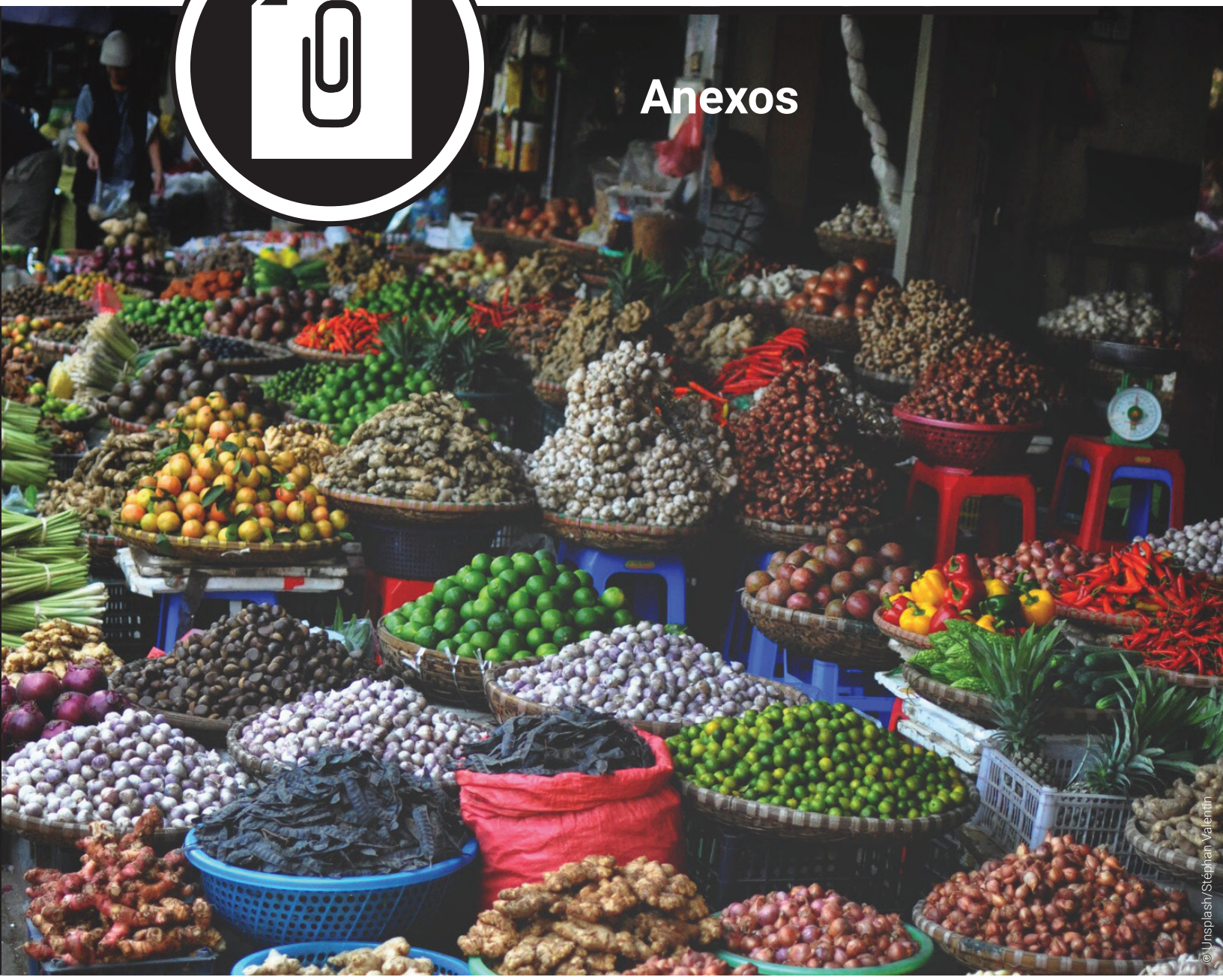
Wells, T.N.C., Willis, P., Burrows, J.N. y van Huijsduijnen, R.H. (2016). Open data in drug discovery and development: Lessons from malaria. *Nature Reviews Drug Discovery* 15(10), 661-662. https://doi.org/10.1038/nrd.2016.154.

Williams, T. y Hardison, P. (2013). Culture, law, risk and governance: Contexts of traditional knowledge in climate change adaptation. *Climate Change*, 531–544. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0850-0.

World Bank (2016a). *The World Bank Annual Report 2016.* Washington, D.C. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24985/9781464808524.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

World Bank (2016b). *World Development Report 2016: Digital Dividends.* Washington, D.C: World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23347/9781464806711.pdf.

Anexos



©Unsplash/Stéphan Valentin

Anexo 1-1: Misión del sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial

Dentro del mandato de la ONU Medio Ambiente de mantener el medio ambiente bajo examen, los Estados miembros le han solicitado que continúe examinando la dimensión ambiental de los ODS, los cuales constituyen el núcleo de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (United Nations 2015a). El GEO-6 es una poderosa herramienta para fortalecer el papel de ONU Medio Ambiente en la interrelación entre ciencia y política mediante múltiples funciones:

- Apoyar el papel fundamental de la ONU Medio Ambiente en el suministro de evaluaciones, análisis de políticas, análisis integradores y enfoques que permitan cumplir con la dimensión ambiental de los ODS, incluyendo el proceso de seguimiento y revisión;
- Ser el instrumento de la ONU Medio Ambiente para apoyar a los Estados miembros, los principales grupos de interesados, las partes interesadas y las entidades del sistema de las Naciones Unidas en la aplicación de la Agenda 2030, a través del Sistema de Estrategias para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas adoptado en 2016;
- Ayudar a la ONU Medio Ambiente a ajustar su planificación estratégica a la Agenda 2030 y reforzar la colaboración con el resto del sistema de las Naciones Unidas y, con ello, integrar al medio ambiente en los marcos normativos mundiales, haciendo frente a los nuevos asuntos ambientales (UNEP 2016d).

La evaluación del GEO-6 también apoya los principios básicos de la ONU Medio Ambiente entidad a cargo de la dimensión ambiental de la Agenda 2030, incluyendo los principios de:

a. Universalidad [todas las personas - más allá de las fronteras - acción colectiva]: La Agenda 2030 es global y se aplica a todas las personas en todos los países. Es una agenda compartida que requiere una respuesta colectiva de la comunidad internacional, los gobiernos, las empresas y los grupos de ciudadanos.
b. Derechos humanos y equidad [camino hacia un mundo justo y sostenible]: La Agenda 2030 fomenta una distribución más uniforme de la riqueza y los recursos, el acceso equitativo a las oportunidades, a la información y al Estado de Derecho, así como el desarrollo de nuevos enfoques que fomenten las capacidades en todos los niveles de la sociedad.
c. Integración [actuar como un todo armónico]: Los enfoques anteriores trataban las dimensiones social, ambiental y económica del desarrollo sostenible como pilares desconectados, sin embargo, la nueva agenda integra y equilibra las tres.
d. Innovación [la invención es la llave maestra del progreso]: La aceleración y transferencia de las innovaciones tecnológicas es clave para cumplir la Agenda 2030. El mundo necesitará nuevas vías de innovación que se basen en la ciencia formal, el conocimiento tradicional y el sentido común de los ciudadanos (UNEP 2015b).

En comparación con los anteriores GEO, la sexta edición ofrece la primera línea de referencia integrada a la luz de las megatendencias mundiales, con el apoyo de diversas fuentes de datos e información abierta y accesibles, y una base de conocimientos pluralista, con la debida consideración del género y la juventud, el conocimiento indígena y las dimensiones culturales. Otra novedad de esta edición es la integración y el debate de los aspectos económicos del desarrollo sostenible y la dimensión de la equidad social en toda la evaluación, no sólo para reforzar la pertinencia política general, sino también para destacar que el cambio y la degradación del medio ambiente ejercen una enorme presión sobre la prosperidad económica mundial, la justicia social y el bienestar humano en general. El GEO-6 también reflexiona sobre el impacto de la prosperidad económica y la justicia social en la degradación del medio ambiente.

El proceso GEO sentó las bases para una evaluación socioeconómica-ambiental continuada e intensificada a través de los niveles más pertinentes, con un enfoque tanto temático como integrador, que facilita e incide sobre las transiciones sociales y el seguimiento de los objetivos y metas de los ODS, así como de los objetivos medio ambientales previamente acordados a nivel internacional. Por lo tanto, el GEO-6 tiene como objetivo ayudar a los Estados Miembros, a las organizaciones internacionales y a los Grupos Principales (como las organizaciones no gubernamentales) a posicionarse en el camino más eficaz para las transiciones hacia un futuro sostenible en varios plazos (2030/2050), teniendo en cuenta las amplias interdependencias entre el medio ambiente y el bienestar de las personas (por ejemplo, Planeta Sano, Gente Sana).

Anexo 1-2: Serie de evaluaciones ambientales integradas en las que se basa el sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial

El GEO-6 extrae e integra las conclusiones de las principales evaluaciones ambientales mundiales, como el IPCC y la IPBES, entre otras.

El GEO-6: Extrae e integra las conclusiones de las principales evaluaciones ambientales mundiales, como el IPCC y la IPBES, entre otras.

Evaluación	Organización Líder	Enlace	Objetivos	Enlaces con el GEO-6
Informes de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés)	PNUMA, OMM	http://www.ipcc.ch/	Brindar a los responsables de la formulación de políticas, evaluaciones periódicas sobre las bases científicas del cambio climático, sus impactos y riesgos futuros, y las opciones de adaptación y mitigación.	Los resultados se utilizaron como referencia clave, abordando el cambio climático como una cuestión transversal, que afecta a todos los demás temas, incluidas las respuestas en materia de políticas y las perspectivas.
Evaluaciones Globales y Regionales en Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES, por su sigla en inglés)	PNUMA, UNESCO, FAO, PNUD	http://www.ipbes.net/	Evaluar el estado y las tendencias de biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que estas evaluaciones proporcionan a la sociedad, en respuesta a las peticiones de los responsables de la toma de decisiones. Reforzar la conexión entre la ciencia y la política en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos para su conservación y uso sostenible, el bienestar humano a largo plazo y el desarrollo sostenible.	Los resultados se utilizaron como referencia clave para los capítulos del estado del medio ambiente sobre la biota, la tierra, el agua dulce y los océanos. Estos también se utilizaron en la Parte B (Política y g Gobernanza) y en la Parte C (Perspectivas).
Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO, por su sigla en inglés) IV	Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)	https://www.cbd.int/gbo4/	Evaluar y resumir, periódicamente, los datos más recientes sobre el estado de la biodiversidad y sacar conclusiones pertinentes para la aplicación futura del Convenio.	Utilizado como referencia clave en el capítulo temático sobre biodiversidad, incluyendo las respuestas en materia de políticas y las perspectivas.
Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP, por su sigla en inglés)	UNESCO, UN-Inter-agency (UN-Water)	http://www.unesco.org/ new/en/natural-sciences/ environment/water/wwap	Examen exhaustivo que ofrece un panorama general del estado de los recursos de agua dulce en el mundo y tiene como objetivo proporcionar a los responsables de la toma de decisiones las herramientas necesarias para poner en práctica el uso sostenible de los recursos hídricos. Proporcionar un mecanismo para supervisar los cambios que ocurren en el recurso y su gestión, a la vez que se hace un seguimiento de los avances hacia la consecución de los objetivos, especialmente los de los ODM/ODM. Ofrecer las mejores prácticas, así como análisis teóricos en profundidad para ayudar a estimular ideas y acciones para una mejor gestión en el sector hídrico.	Los informes del WWAP y sus resultados sirvieron de base para el capítulo temático sobre el agua dulce y las cuestiones transversales relacionadas, incluidas las respuestas políticas y las perspectivas.
Evaluación Mundial de los Océanos I (2015)	Grupo de Expertos del Proceso Ordinario / Asamblea General de las Naciones Unidas	http://www.worldoceanassessment.org/	Mecanismo mundial para revisar de forma continua, el estado del medio ambiente marino, incluidos los aspectos socioeconómicos, proporcionando evaluaciones periódicas a nivel mundial y suprarregional y una visión integrada de los aspectos ambientales, económicos y sociales.	Los resultados de la Evaluación Mundial de los Océanos I sirvieron de base para el capítulo temático sobre los océanos y las costas, así como para las cuestiones transversales de interés, incluida las respuestas en materia de políticas y perspectivas.
Evaluación mundial de la degradación de las tierras /Evaluación Global de la Salud del Suelo (2015)	FAO, PNUMA	http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/global-soil-health-indicators-and-assessment/jp/	Proporcionar una evaluación científica a nivel mundial de las condiciones actuales y futuras de los suelos, basada en el análisis de datos y conocimientos regionales; explorar las implicaciones de estas condiciones del suelo para la seguridad alimentaria, el cambio climático, la calidad y cantidad del agua, la biodiversidad y la salud y el bienestar humano; y, concluir con una serie de recomendaciones dirigidas a los responsables políticos y otras partes interesadas.	Los resultados de estas evaluaciones sirvieron de base para el capítulo temático sobre la tierra y las cuestiones transversales pertinentes, como la seguridad alimentaria, incluidas las respuestas en materia de políticas y las perspectivas.

Evaluación	Organización Líder	Enlace	Objetivos	Enlaces con el GEO-6
Perspectiva Global de la Tierra (GLO, por su sigla en inglés) (2017)	CNULCD	http://www2.unccd.int/publications/global-land-outlook	La GLO presenta una visión general de la situación de la tierra y un conjunto claro de respuestas para optimizar su uso, gestión y planificación, y así crear sinergias entre los sectores en la provisión de bienes y servicios basados en esta. Este enfoque integrado es la base del marco conceptual para la neutralidad de la degradación de la tierra, un objetivo que se considera el vehículo impulsor de la aplicación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y una parte importante de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.	Los resultados de la GLO se utilizaron para el capítulo temático sobre la tierra y el suelo y las cuestiones transversales pertinentes, como la seguridad alimentaria, incluidas las respuestas en materia de políticas y las perspectivas.
Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos (2015)	PNUMA, International Association of Solid Waste Management	http://www.unep.org/ourplanet/september-2015/unep-publications/global-waste-management-outlook	Evaluar el estado global de la gestión de residuos. Desarrollar un enfoque holístico hacia su gestión y reconocer que, tanto la gestión de residuos como la de recursos, contribuyen significativamente al desarrollo sostenible y a la mitigación del cambio climático. Para complementar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda de Desarrollo Post-2015/ ODS, la Perspectiva establece los Objetivos Mundiales de Gestión de Residuos y un Llamamiento Mundial a la Acción para alcanzarlos.	Los resultados de la Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos se utilizaron como referencia básica para abordar los principales retos de la gestión de residuos y de recursos, como cuestiones transversales dentro del GEO-6, incluyendo las respuestas en materia de políticas y las perspectivas.
Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial (GCO, por su sigla en inglés) I	PNUMA	http://www.unep.org/chemicalsandwaste/what-we-do/policy-and- governance/global-chemicals-outlook	Desarrollar una amplia comprensión medio ambiental y una evaluación actualizada de las tendencias y los cambios que afectan la producción y el uso de los productos químicos, sus efectos sobre la salud y sobre el medio ambiente, las implicaciones económicas y las opciones políticas a lo largo de su ciclo de vida. El GCO I pretende ser informativo para ilustrar tanto el interés económico, como la necesidad de invertir en la gestión racional de los productos químicos.	Los resultados de la Perspectivas de los productos Químicos a Nivel Mundial I se utilizaron como referencia básica para abordar los principales retos de dichas sustancias como cuestiones transversales dentro del GEO-6, incluidas las respuestas en materia de políticas y las perspectivas.
Evaluación Mundial del Mercurio (2002/2008/2013/2018)	PNUMA	http://web.unep.org/chemicalsandwaste/what- we-do/technology-and- metals/mercury/global- mercury-assessment	La Evaluación Mundial del Mercurio proporciona la información disponible más reciente sobre las emisiones, liberaciones y transporte de mercurio a la atmósfera y al medio acuático en todo el mundo. Esta Evaluación pretende servir de base para la toma de decisiones, haciendo hincapié en las emisiones antropogénicas (mercurio emitido a la atmósfera) y en las liberaciones (mercurio que llega al agua y a la tierra), es decir, las asociadas a las actividades humanas.	Los resultados de la última Evaluación Mundial del Mercurio (2013/2018) se utilizaron como referencia dentro del capítulo temático del aire, el tema transversal de los productos químicos, incluyendo las respuestas en materia de políticas y las perspectivas.
Global Gender and Environment Outlook (GGEO) (2016)	PNUMA	http://web.unep.org/ggeo	El GGEO ofrece, por primera vez, una visión global de los vínculos entre el género y el medio ambiente en el contexto de los ODS y la Agenda 2030 para el Desarrollo. Sus objetivos son permitir una mejor comprensión del medio ambiente a través de una visión de género, para respaldar una mejor integración de las perspectivas de género en el desarrollo y la aplicación de las políticas ambientales a nivel internacional y nacional, y para impulsar el impacto a través de alianzas.	Para los capítulos 4 y 17 sobre cuestiones transversales, el GGEO ha sido fundamental y ha servido de base en el uso del lenguaje de género. Dado que el GGEO estudia específicamente los aspectos de género de diversas áreas, políticas, datos y enfoques ambientales, sus ideas se integran en otros capítulos y secciones del GEO-6.

Anexo 1-3: Teoría del cambio para el sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6)

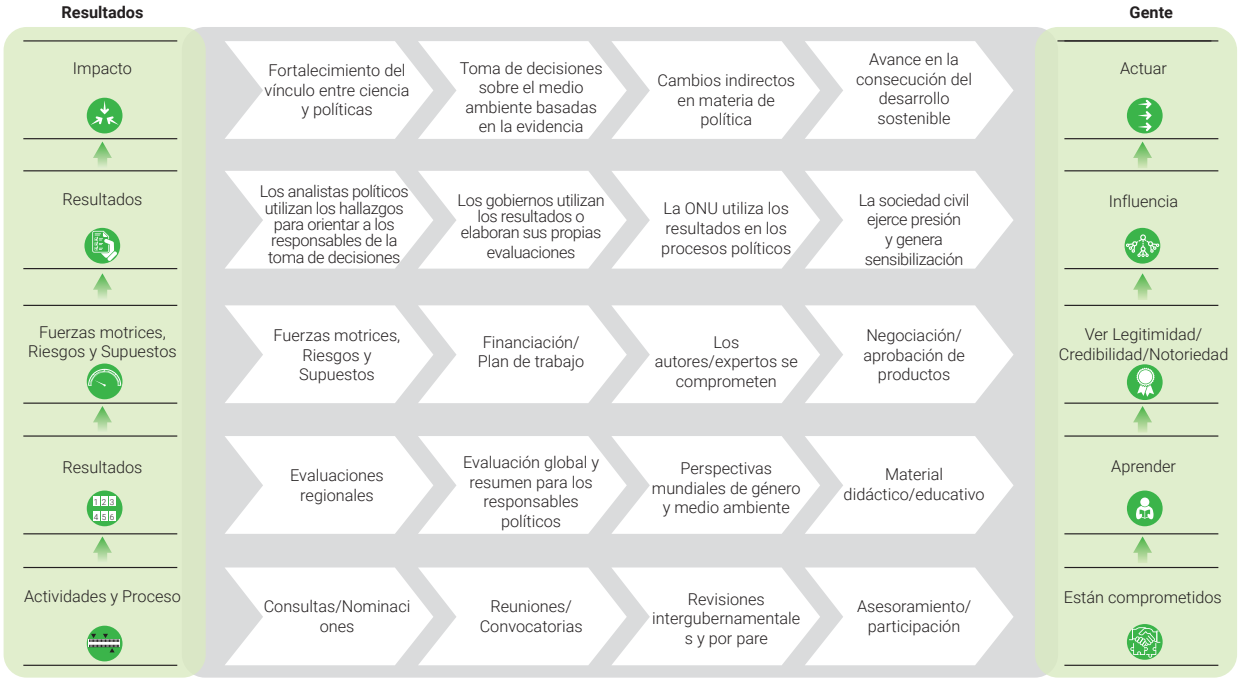
Basada en los principios de las evaluaciones medioambientales integradas, la teoría del cambio del GEO-6 está incorporada en su estructura y propósito y se basa en un proceso social que conduce a una comunidad de instituciones y personas hacia una nueva forma de pensar (estratégica) y actuar (orientada a objetivos). A través de este proceso social, las pruebas presentadas en la evaluación del GEO-6 se consideran legítimas, creíbles y relevantes (sobresalientes) para la comunidad, lo que facilita su aceptación como contribución a la mejora de la política ambiental y que a su vez hace posible el logro del desarrollo sostenible.

El GEO-6 pretende crear un cambio a través de un proceso que engloba datos, ciencia y enfoques experimentales y participativos. Este informe utiliza perspectivas multidisciplinarias para generar conclusiones basadas en el conocimiento. De igual forma, busca generar transformaciones poniendo de relieve los beneficios y las oportunidades que ofrece a los ciudadanos y a las comunidades la consecución de dichas transformaciones, incluso aquellas de tipo disruptivo. Las nuevas tecnologías de observación de la Tierra, en conjunto con otras, han revolucionado nuestra capacidad para entender el cambio medio ambiental y sus impactos en el bienestar humano y viceversa. El GEO-6 pretende comunicar los resultados de la evaluación de forma que puedan influir en la acción de las partes interesadas y los responsables políticos. Esto, a su vez, facilita el desarrollo de respuestas políticas más apropiadas, equitativas y eficaces, el cambio de la inversión, la producción, la distribución y el consumo hacia direcciones más sostenibles, así como una mejor capacidad de gobernanza a múltiples escalas.

Actividades y procesos

El proceso del informe sobre las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial fue diseñado mediante consultas con los gobiernos y otras partes interesadas. A partir de estas consultas, del nombramiento de funcionarios gubernamentales, partes interesadas y expertos que participarán en el proceso se construye la comunidad que seguirá el proceso y se verá influida por este. La celebración de reuniones periódicas y conferencias telefónicas es necesaria para mantener la participación de esta comunidad en el proceso y también para obtener su asesoramiento, de modo que se sientan dueños de este y del resultado. Los procesos de revisión por pares y de revisión intergubernamental permiten que una comunidad más amplia de expertos, funcionarios gubernamentales y partes interesadas contribuyan con su asesoramiento y experiencia, lo cual repercute en un mayor nivel de compromiso. Los miembros de la comunidad, motivados por un sentido de propiedad a través de su participación en el proceso, se convierten en embajadores de los mensajes del GEO.

Figura A.1: Teoría del Cambio del GEO-6



Resultados

Los cuatro resultados principales del proceso GEO documentan la evidencia y justifican los hallazgos que influirán en la trayectoria futura de la política medio ambiental y de desarrollo sostenible. Los resultados son los siguientes:

- Seis evaluaciones regionales sobre el medio ambiente que contienen información pertinente para la elaboración de políticas y cuya aplicación es posible a nivel regional o nacional. Estas evaluaciones regionales permiten una mayor apropiación de las conclusiones a un nivel en el que los gobiernos pueden actuar. También involucran a diferentes agrupaciones geográficas en el proceso de implementación de las conclusiones del GEO;
- Tras la publicación de las evaluaciones regionales, se elabora una evaluación medio ambiental global, que puede examinar cuestiones más amplias, como el estado del medio ambiente mundial y presenta conclusiones a un nivel en el que los gobiernos, conjuntamente, pueden actuar.
- Uno de los principales problemas de equidad relacionados con el análisis medio ambiental es la diferenciación de los impactos y las acciones ambientales en función del género. Por esta razón, existe un vínculo sistémico con el Global Gender and Environment Outlook.

Las conclusiones y los nuevos conocimientos del GEO deben traducirse y difundirse mediante la producción de material didáctico y de divulgación para estimular una mayor creación de capacidades. El desarrollo de capacidades hace que el GEO sea accesible a un público mucho más amplio, como los jóvenes y los educadores, y permite que sus conclusiones y las nuevas orientaciones recomendadas se promuevan más ampliamente, aumentando así la influencia del GEO en el cambio ambiental durante un período más largo y reforzando la durabilidad a largo plazo de estos cambios.

Fuerzas motrices, Supuestos y Riesgos

Una de los principales supuestos del proceso de evaluación es que las conclusiones serán consideradas, por los destinatarios (especialmente los gobiernos) como legítimas, científicamente creíbles y pertinentes. Estos tres criterios se definen como:

- Legitimidad: se considera que es imparcial, que respeta las diferentes perspectivas de las partes interesadas y se ajusta a la ley o a las normas autorizadas.
- Credibilidad: se considera científicamente sólida y fidedigna. Produce información en la que se puede creer y confiar.
- Pertinencia: se considera oportuna y vinculada a las necesidades de los usuarios finales.

El GEO alcanza legitimidad, credibilidad y relevancia a través de varias maneras, basándose en ciertos supuestos y sujeto a algunos riesgos, entre los cuales se incluyen:

- Los gobiernos conceden un mandato claro para elaborar el GEO y ayudan a definir algunos de los parámetros clave, como el calendario, la estructura organizativa, el plan de trabajo, el esquema del análisis, etc.
- Una suficiente financiación ha sido puesta a disposición, siguiendo un plan de trabajo claro que es desarrollado y aprobado por el Secretariado, en consulta con los órganos consultivos apropiados que forman parte del proceso.
- Para la elaboración del informe se contrata a un grupo de autores y expertos lo suficientemente amplio y diverso como para garantizar la credibilidad científica de la evaluación y poder dedicar el tiempo adecuado al análisis y a la redacción de los capítulos durante el período aprobado del programa de trabajo. Esto incluye a los revisores y a otros expertos que trabajan fuera del proceso principal de redacción.
- Se lleva a cabo un sólido proceso de negociación de los productos relacionados destinados a los responsables políticos (por ejemplo, el Resumen para los responsables de la formulación de políticas), que es transparente y tiene en cuenta las opiniones de todos los Estados miembros. Estos productos contribuyen a aumentar la legitimidad del proceso de evaluación y si cuentan con el respaldo adecuado, pueden aportar credibilidad a estos productos.

Conclusiones

Las conclusiones del proceso GEO se centran en una mayor sensibilización sobre el estado actual del medio ambiente, el conocimiento de las posibles soluciones políticas que podrían utilizarse para abordarlo, incluidas las futuras implicaciones de no actuar y los futuros beneficios de seguir determinadas vías para alcanzar los objetivos ambientales. Para lograr estos objetivos, las conclusiones de la evaluación deben ser comprendidas y/o utilizadas por los distintos agentes y aplicadas en su trabajo diario y en su vida personal:

- Los analistas políticos deben conocer y entender las conclusiones del GEO y utilizarlas adecuadamente para orientar a los responsables de la toma de decisiones;
- En términos más generales, los gobiernos (y, potencialmente, otros actores no estatales) deben entender los hallazgos para utilizarlos en su labor política. Los gobiernos también pueden utilizar la metodología del GEO para preparar sus propias evaluaciones regionales, nacionales o subnacionales, si así lo desean.
- Las Naciones Unidas y otras organizaciones internacionales deben ser capaces de entender y aplicar las conclusiones del GEO en su propia evaluación, trabajo político y práctica.
- La sociedad civil y las organizaciones no gubernamentales deben poder comprender y aplicar las conclusiones del GEO en su propio trabajo, por ejemplo, influyendo en los procesos de elaboración de políticas y toma de decisiones sobre el medio ambiente.

Impacto

El impacto del GEO se valorará en función de las respuestas y acciones que los gobiernos, las instituciones y las personas adopten en sus ámbitos de trabajo y en su vida cotidiana. Para aumentar el impacto del GEO, la ONU Medio Ambiente facilita acciones en las siguientes áreas:

- Ayudar a los países a reforzar la interacción entre la ciencia y la política mediante la promoción de las conclusiones y el proceso del GEO;
- Promover el uso de la toma de decisiones basadas en las conclusiones del GEO, sus diversos productos derivados y otras fuentes científicas;
- Fomentar, directa e indirectamente, cambios a nivel de políticas regionales y nacionales que estén en consonancia con los informes y el proceso del GEO.

La teoría del cambio del GEO apoya a diversos actores, incluidos los gobiernos nacionales, para que avancen hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Esto puede resultar más fácil si se incorporan las conclusiones del GEO al proceso de políticas de la Agenda 2030 y a su implementación.

Anexo 1-4 : Estructura y justificación de las declaraciones de confianza utilizadas en el sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial

Guía del Grupo de Asesoramiento Científico

Este documento es una adaptación de las orientaciones elaboradas por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por su sigla en inglés), IPBES/5/INF/6.

Desarrollo y aplicación de los términos de confianza

Es esencial describir y comunicar la fiabilidad y la incertidumbre de las conclusiones para garantizar la credibilidad científica del proceso de evaluación, para ayudar a las partes interesadas y a los responsables de la toma de decisiones a comprender la solidez y el peso de la base empírica subyacente y para que la toma de decisiones sea más informada. Esta nota orientativa pretende ayudar a los autores del informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO-6) a describir, de forma coherente y transparente, la confianza y la incertidumbre asociadas a sus conclusiones. La nota sugiere un enfoque común y un lenguaje calibrado que puede utilizarse ampliamente para elaborar juicios de expertos y para evaluar y comunicar el grado de certeza.

¿Qué es confianza?

El uso de declaraciones de confianza en las evaluaciones refleja el grado de seguridad de los autores sobre los resultados (datos e información) presentados en sus capítulos. La confianza baja describe una situación en la que tenemos un conocimiento incompleto y, por lo tanto, no podemos explicar completamente un resultado o predecir de forma fiable un resultado futuro, mientras que la confianza alta transmite el hecho de que tenemos un amplio conocimiento y somos capaces de explicar un resultado o predecir un resultado futuro con mucha más certeza.

Los términos de confianza siempre deben utilizarse en tres partes clave de una evaluación:

1. Deberán ser incluidos en las conclusiones más importantes que contienen los **Resúmenes Ejecutivos** de cada uno de los capítulos técnicos en un informe de evaluación.
2. Deben utilizarse para las conclusiones más importantes en cualquier **Resumen Técnico** elaborado a partir del informe principal.
3. Deben utilizarse en el **Resumen elaborado para los Responsables de la Formulación de Políticas.**

No es obligatorio aplicar términos de confianza a lo largo de todo el texto principal del informe de evaluación. Sin embargo, en algunas partes del texto principal en las que hay una serie de opiniones que deben describirse, pueden aplicarse términos de confianza cuando el equipo de autores lo considere oportuno. En ningún caso deben utilizarse estos términos de forma coloquial o informal, a fin de evitar confundir a los lectores. Solo deben utilizarse estos términos si se han seguido los pasos recomendados para evaluar la confianza.

Evaluación de confianza

A medida que se desarrollan las conclusiones más importantes, los grupos de autores deben evaluar la evidencia asociada y el consenso existente frente a la base de evidencia. Dependiendo de la naturaleza de las pruebas evaluadas, los equipos pueden utilizar un nivel de confianza cualitativo o cuantificar la incertidumbre de la conclusión de forma probabilística. Las evaluaciones cualitativas de confianza reflejan el juicio de los expertos sobre el acuerdo y las pruebas. Las evaluaciones cuantitativas de confianza son estimaciones de la posibilidad (probabilidad) de que un resultado bien definido se produzca en el futuro. Las estimaciones probabilísticas se basan en el análisis estadístico de las observaciones o de los resultados de los modelos, o ambos, combinados con el juicio de los expertos. Sin embargo, debido a la naturaleza de las pruebas disponibles, puede no ser posible realizar evaluaciones cuantitativas de confianza para todos los resultados.

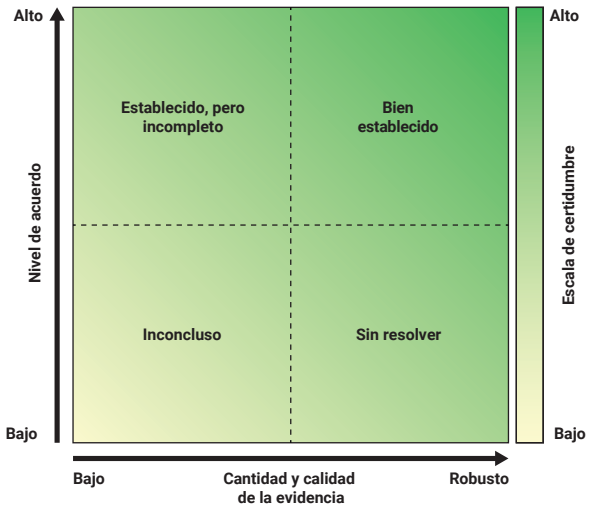
Para garantizar la coherencia de la comunicación, se utilizarán frases o términos específicos para describir el nivel de confianza o el grado de incertidumbre. La elección del término utilizado se basará en el juicio experto del equipo de autores sobre la cantidad y la calidad de las pruebas de apoyo y el nivel de acuerdo científico.

El sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial utiliza un modelo de confianza de cuatro casillas (**véase la Figura A.2**) basado en la evidencia y el acuerdo, lo cual da lugar a cuatro términos de confianza principales para la evaluación cualitativa de esta: "bien establecido" (muchas pruebas y alto acuerdo); "sin resolver" (muchas pruebas, bajo acuerdo); "establecido, pero incompleto" (pruebas limitadas, buen acuerdo); y, "no concluyente" (pruebas limitadas o nulas y poco acuerdo).

Evaluación cualitativa del nivel de confianza

En esta sección se analiza el proceso y el lenguaje que todos los grupos de autores deben aplicar para evaluar y comunicar el nivel de confianza de forma cualitativa. Al evaluar la confianza de un anuncio o un hallazgo deben tenerse en cuenta los siguientes factores: el tipo, la cantidad, la calidad y la coherencia de las pruebas (la literatura revisada por pares y la literatura gris existente, etc.), y el nivel de acuerdo (el nivel de coincidencia en los datos, en la literatura y entre los expertos, y no solo entre el equipo de autores). La opinión de los expertos del equipo de autores sobre el

Figura A.2: Modelo de cuatro casillas para la comunicación cualitativa de la confianza



La confianza aumenta hacia la esquina superior derecha, como sugiere el aumento de la intensidad del sombreado.

Fuente: IPBES (2017).

nivel de evidencia y acuerdo debe utilizarse para incluir un término relacionado con el nivel de confianza (**Figura A.2**):

- **No concluyente** - existe como sugerencia o especulación o se basa en ella; no hay evidencia o esta es limitada y no hay un consenso claro sobre la misma.
- **Sin resolver** - existen múltiples estudios independientes, pero las conclusiones no coinciden.
- **Establecido, pero incompleto** - existe un acuerdo general, aunque solo hay un número limitado de estudios, sin embargo no existe una síntesis exhaustiva y, o bien, los estudios que existen abordan la cuestión de forma imprecisa.
- **Bien establecido**: metaanálisis exhaustivo u otra síntesis o múltiples estudios independientes que coinciden.

El recuadro "**bien establecido**" de la **Figura A.2** puede subdividirse para dar a los equipos de autores la flexibilidad necesaria para destacar los principales resultados y anuncios en los que se tiene una gran confianza:

- **Muy bien establecido**: existe una base de evidencia muy completa y muy pocos desacuerdos.
- **Prácticamente seguro**: base de pruebas muy sólida que abarca múltiples escalas temporales y espaciales y casi ningún desacuerdo.

Obsérvese que el término "prácticamente seguro" arriba mencionado aún refleja una evaluación cualitativa de la confianza. No debe interpretarse de forma probabilística y no transmite ningún nivel de "importancia estadística". Estas subclasificaciones del recuadro "bien establecido" proporcionan a los autores flexibilidad para destacar los hallazgos que pueden considerarse como hechos o que reflejan el consenso científico.

El grado de confianza respecto a los hallazgos que están condicionados por otros hallazgos debe evaluarse y reportarse por separado.

Al evaluar el nivel de evidencia y acuerdo de una afirmación, es importante estandarizar el uso de los términos dentro y entre los equipos de autores y, cuando sea posible, en toda la evaluación, para garantizar su uso coherente. El uso de los términos de confianza mencionados puede normalizarse tomando los mensajes y conclusiones clave de los resúmenes ejecutivos y debatiendo, como equipo autor, qué términos deben aplicarse y las razones para ello. Cuando sea apropiado, los equipos pueden considerar el uso de métodos formales de consulta para organizar y cuantificar la selección de términos de confianza.

Los equipos deben ser conscientes de la tendencia de un grupo a converger en una opinión expresada y a confiar demasiado en ella. Un método para evitarlo sería pedir a cada miembro del equipo autor que escriba su evaluación individual del nivel de confianza antes de entrar en la discusión del grupo. Si esto no se hace antes de la discusión en grupo, las opiniones importantes y los rangos de confianza pueden ser discutidos y evaluados inadecuadamente. Es importante reconocer cuando los puntos de vista individuales se están ajustando como resultado de las interacciones del grupo y permitir un tiempo adecuado para que se revisen dichos cambios de punto de vista (Mastrandrea *et al.* 2010). Sea cual sea el enfoque que se adopte, deberán producirse y registrarse explicaciones que permitan demostrar cómo se evaluó el nivel de confianza (véase la sección sobre Trazabilidad).

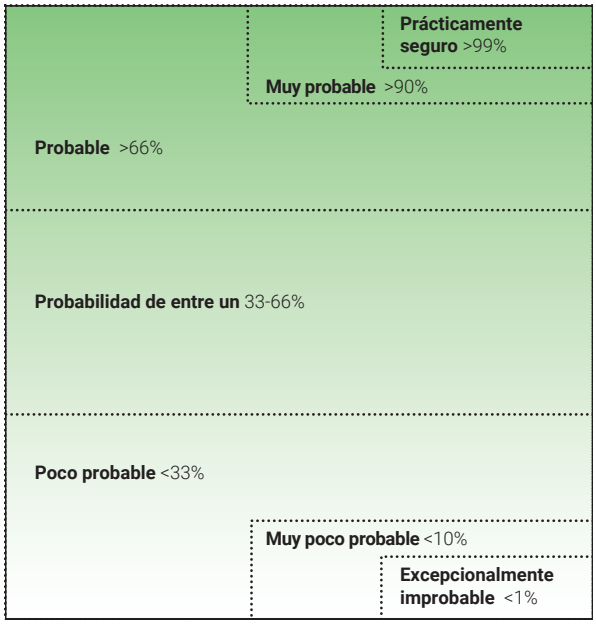
Es importante considerar cuidadosamente cómo se estructuran las frases de los mensajes clave y las conclusiones ya que esto influirá en la claridad con la que comunicamos nuestra comprensión del nivel de confianza. Por ejemplo, a veces la conclusión clave combina un elemento ***bien establecido*** con otro ***establecido, pero incompleto***. En este caso, puede ser útil redactar la frase de manera que el elemento ***bien establecido*** vaya en primer lugar, y el elemento ***establecido, pero incompleto*** en segundo lugar, o como una frase separada. En la medida de lo posible, hay que evitar el uso de **sin resolver** y **establecido, pero incompleto**, escribiendo o reformulando los mensajes clave y las conclusiones en términos de lo que se sabe y no de lo que se desconoce. Los equipos de autores deben centrarse en presentar lo que está ***bien establecido*** en la medida de lo posible para dejar claro a los responsables de la toma de decisiones lo que se sabe. Por tanto, asignar términos de confianza a nuestras conclusiones principales requerirá a menudo que reescribamos frases, en lugar de simplemente añadir los términos al texto existente.

Evaluación cuantitativa del nivel de confianza

En muchos casos puede ser posible evaluar cuantitativamente la incertidumbre en un resultado o evento. En esta sección se analiza el proceso y el lenguaje que los equipos de autores pueden aplicar para evaluar y comunicar cuantitativamente la confianza en que se produzca un resultado. La probabilidad expresa una estimación probabilística de la ocurrencia de un único evento o de un resultado dentro de un rango determinado. Las estimaciones probabilísticas se basan en el análisis estadístico de las observaciones o de los resultados de los modelos, o en ambos, combinados con el juicio de los expertos.

Cuando se disponga de suficiente información probabilística, hay que considerar los rangos de resultados y sus probabilidades asociadas, prestando atención a los resultados de consecuencias potencialmente elevadas. A continuación, el equipo de autores debe utilizar su juicio experto sobre la magnitud de la probabilidad para aplicar un término de probabilidad tomado de la **Figura A.3.**

Figura A.3: Escala de probabilidad para la comunicación cuantitativa de la probabilidad relacionada con la ocurrencia de un resultado



Obsérvese que los niveles extremos de probabilidad están anidados dentro de los niveles más amplios de "probable" e "improbable"

Fuente: Adaptado de Mastrandrea *et al.* (2010).

Puede considerarse que las categorías de la **Figura A.3** tienen límites jerarquizados. Por ejemplo, describir un resultado como ***probable*** o ***muy probable*** transmite en ambos casos que la probabilidad de este resultado podría estar dentro del rango de probabilidad del 95% al 100%, pero en el caso de ***probable***, la amplitud del rango (66-100%) indica un mayor grado de confianza comparativamente con el de ***muy probable*** (90-100%). Al emitir su juicio de experto, los equipos de autores deben empezar por la ***probabilidad más o menos alta*** y considerar si hay suficiente información cuantitativa disponible para asignar un rango de probabilidad ***probable*** o ***improbable***. Solo después de reflexionar sobre este rango inicial, los equipos de autores deben considerar si hay suficientes pruebas para pasar a niveles de probabilidad más extremos.

Los equipos de autores deben tener en cuenta que el uso de un término de probabilidad para un resultado específico implica que los resultados alternativos tienen la probabilidad inversa; por ejemplo, si un resultado es ***probable*** (un rango del 66% al 100%), eso implicaría que otros resultados son ***poco probables*** (0-33% de probabilidad).

Si el equipo de autores considera que se dispone de información lo suficientemente sólida como para realizar una "mejor estimación" de la probabilidad de que se produzca un suceso, es preferible especificar el rango de probabilidad completo (por ejemplo, 90%-95%) en el texto sin utilizar los términos de la **Figura A.3.** Asimismo, la expresión ***tan probable como improbable***, no debe utilizarse para comunicar una falta de conocimiento, sino solo una estimación de la probabilidad basada en la información disponible.

Los equipos de autores deben ser conscientes de la forma en que se redactan los mensajes clave y las conclusiones. La forma en que se enmarca una afirmación tendrá un efecto en la forma en que se interpreta, por ejemplo, una probabilidad de morir del 10% se interpreta más negativamente que una probabilidad de sobrevivir del 90%. Considere las afirmaciones recíprocas para evitar interpretaciones cargadas de valores, por ejemplo, informe de las posibilidades tanto de morir como de sobrevivir (Mastrandrea *et al.* 2010).

Por último, los equipos de autores no deben tratar de evitar los eventos controvertidos, como los impactos o los eventos con altas consecuencias, pero con una probabilidad extremadamente baja, en su esfuerzo por lograr el consenso dentro de un equipo de autores.

Cómo presentar los términos de confianza - Presentación de la confianza mediante el modelo de las cuatro casillas

Los términos de confianza se comunican como parte de las conclusiones principales de una evaluación. Dichas conclusiones se exponen en los **Resúmenes Ejecutivos** de cada uno de los capítulos de la evaluación en el informe técnico completo. Las conclusiones principales son los hechos y la información extraída directamente del capítulo. Se recomienda que las conclusiones principales se expongan de la siguiente manera.

La primera frase del hallazgo debe ir en negrita y contener un término de confianza del modelo de los cuatro recuadros en cursiva y entre paréntesis al final de la frase. A esta primera frase le siguen de dos a cuatro frases que apoyan la información contenida en esta primera frase. Las frases siguientes pueden contener términos de confianza entre paréntesis cuando sea necesario. Es innecesario incluir los términos de confianza con cada frase si todo el párrafo está incluido en el mismo término de confianza.

Las palabras que componen el modelo de cuatro recuadros y la escala de probabilidad no deberían utilizarse en el texto de la evaluación, salvo cuando, formalmente, se asigne el nivel de confianza. Si, por ejemplo, hubiera una frase en la que se utilizara la palabra "probable", pero no con el significado previsto en la escala de probabilidad, la palabra debería sustituirse por otra (por ejemplo, seguramente).

Presentación del nivel de confianza mediante la escala de probabilidad

En algunos casos, como el anterior, los equipos de autores pueden desear complementar el uso del término del nivel de confianza ***bien establecido***, con un término de la escala de probabilidad. Si se utilizan términos de la escala de probabilidad, deben incorporarse al texto y ponerse en cursiva antes del impacto o resultado cuya probabilidad describen.

Trazabilidad

El juicio de expertos del equipo de autores acerca de su nivel de confianza en los mensajes principales y las conclusiones debe explicarse proporcionando una explicación clara y verificable. Esta consiste en una descripción en el capítulo correspondiente a la evaluación del tipo, la cantidad, la calidad y la coherencia de la evidencia y el nivel de acuerdo en que se basa el mensaje clave o la conclusión en cuestión (Mastrandrea *et al.* 2010). Siempre que sea posible, la descripción debe identificar y discutir las fuentes de confianza. Para garantizar la coherencia en la forma en que los equipos de autores clasifican las fuentes de confianza dentro y entre las evaluaciones de Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, los equipos de autores deben utilizar la tipología que se muestra a continuación en la **Tabla A.2.**

Una afirmación clave del Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas debe ser fácilmente rastreable hasta una o varias afirmaciones del Resumen Ejecutivo las cuales, a su vez, deben ser fácilmente rastreables hasta una o varias secciones del texto del capítulo, y estas, a su vez, deben ser rastreables, en su caso, hasta la bibliografía primaria mediante referencias.

Las referencias a aquellos enunciados relevantes del Resumen Ejecutivo deberán ser incluidas entre corchetes (por ejemplo, {1.2}).

Resumen de los pasos para aplicar los términos de confianza

Los siguientes son los pasos recomendados para evaluar y comunicar la confianza en los Resúmenes Ejecutivos y los Resúmenes para los Responsables de la Formulación de políticas.

1. Identificar los mensajes y conclusiones clave del capítulo.
2. Evaluar la evidencia de apoyo y el nivel de acuerdo científico.
3. Establecer si la evidencia es probabilística o no (por ejemplo, a partir de predicciones de modelos).
4. Si la evidencia es cualitativa en lugar de probabilística, seleccione un término de confianza del modelo de cuatro recuadros (**Figura A.2**) para comunicar el nivel de confianza del equipo de autores en el mensaje o conclusión clave.
   (a) Evaluar la cantidad y la calidad de las pruebas y el nivel de acuerdo en la comunidad científica.
   (b Establecer el grado de confianza del equipo autor y seleccionar el término adecuado.
5. Cuando se disponga de estimaciones cuantitativas sobre la probabilidad de que se produzca un resultado o impacto (por ejemplo, a partir de las predicciones de un modelo), seleccione un término de probabilidad de la escala de probabilidad (**Figura A.3**) para comunicar el juicio experto del equipo de autores sobre el rango de probabilidad de ocurrencia.
6. Asegúrese de que en el texto principal haya siempre una "relación rastreable" que describa cómo el equipo de autores adoptó el nivel específico de confianza, incluyendo las líneas importantes de evidencia utilizadas, el estándar de evidencia aplicado y enfoques para combinar/reconciliar múltiples líneas de evidencia.
7. OPCIONAL: Considerar el uso de marcos formales para evaluar el juicio de los expertos de cada equipo de autores.

Tabla A.2: Fuentes de baja fiabilidad

Fuentes de baja fiabilidad	Definición y ejemplos	Características	Medidas para hacer frente a la baja confianza
Significado inexacto de las palabras (Incertidumbre lingüística)	Vaguedad y ambigüedad de los términos EJEMPLO: Cuando términos como bienestar humano, riesgos, éxito reproductivo de las plantas, déficit de polinización, etc., son centrales en el hallazgo.	Reducible No cuantificable	❖ Definición clara y común de los términos (IPBES Glosario común). ❖ Protocolos utilizados en la modelización basada en agentes para tratar la dependencia del contexto.
Sistemas intrínsecamente imprevisibles (Incertidumbre estocástica)	Baja confianza debido a la naturaleza caótica de los complejos sistemas naturales, sociales o económicos (a veces conocida como incertidumbre "aleatoria"). Los resultados que dependen de variables meteorológicas o climáticas, o de los precios del mercado, estarán sujetos a esta baja confianza. EJEMPLO: Déficit de polinización y valores medidos a escala local.	No reducible Cuantificable	❖ Una comunicación clara. ❖ Utilizar enfoques probabilísticos. ❖ Apoyar los estudios a gran escala y a largo plazo en varios sitios para cuantificar la variación en el espacio y el tiempo a fin de caracterizar la baja confianza. ❖ Síntesis de la evidencia. ❖ Creación de capacidades de los investigadores y los responsables de la toma de decisiones.
Límites de los métodos y los datos (Incertidumbre científica)	Cuando no hay datos suficientes para responder plenamente a la pregunta, debido a métodos insatisfactorios, herramientas estadísticas, diseño experimental o calidad de los datos (también denominado incertidumbre epistémica). EJEMPLO: Impactos de los pesticidas en las poblaciones de polinizadores en el campo, tendencias en la abundancia de polinizadores, estimaciones sobre la prestación de servicios del ecosistema.	Reducible Cuantificable	❖ Reconocer las diferencias en los marcos conceptuales (dentro de los sistemas de conocimiento y entre ellos). ❖ Mejorar el diseño experimental. ❖ Ampliar la recolección de datos. ❖ Apoyar la investigación detallada y metodológica. ❖ Evaluación de la calidad del conocimiento. ❖ Síntesis de la evidencia. ❖ Desarrollar la capacidad de los científicos.
Diferencias en la comprensión del mundo (Incertidumbre en la decisión)	La baja confianza se debe a la variedad de juicios humanos subjetivos, creencias, visiones de mundo y marcos conceptuales (a veces denominada incertidumbre epistémica). En cuanto a las decisiones políticas, la baja confianza se debe a las preferencias y actitudes que pueden variar con los contextos sociales y políticos. Esto puede significar que una conclusión tenga un aspecto diferente en distintos sistemas de conocimiento que no pueden alinearse fácilmente. EJEMPLOS: Los efectos de la agricultura ecológica tienen un aspecto diferente si se considera que la naturaleza salvaje más allá de las tierras de cultivo tiene más valor que la biodiversidad de las tierras de cultivo, y que la producción global de alimentos a gran escala es más importante que los impactos locales. Hay interpretaciones/percepciones divergentes del bienestar.	A veces reducible No cuantificable	❖ Reconocer las diferencias en los marcos conceptuales (dentro de los sistemas de conocimiento y entre ellos). ❖ Documentar, mapear e integrar cuando sea posible. ❖ Reconocer la existencia de sesgos. ❖ Análisis multicriterio, herramientas de apoyo a la decisión. ❖ Creación de capacidad para los responsables de la toma de decisiones.

* Adaptado de la guía IPBES sobre realización de evaluaciones

Anexo 4-1: Hacia el seguimiento de la dimensión medio ambiental de los ODS

Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los indicadores del Acuerdo Multilateral sobre el Medio Ambiente y otros indicadores relacionados con las fuerzas motrices, el estado, las presiones, los impactos y las respuestas del medio ambiente son útiles para llevar a cabo evaluaciones ambientales, incluso sobre aspectos concretos del medio ambiente, y a múltiples niveles (mundial, regional y nacional). Además, los indicadores socioeconómicos pueden combinarse con los indicadores medio ambientales para una mejor contextualización de este último y comprender los vínculos entre el medio ambiente, las personas y la economía.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un marco que define la agenda mundial de desarrollo con el fin de lograr un futuro mejor y más sostenible para todos. Los ODS son un llamamiento a la acción de todos los países -pobres, ricos y de renta media- para promover la prosperidad y proteger al mismo tiempo el planeta. Reconocen que poner fin a la pobreza debe ir de la mano de estrategias que fomenten el crecimiento económico y aborden una serie de necesidades sociales, como la educación, la salud, la protección social y las oportunidades de empleo, al tiempo que se aborda el cambio climático y se aumenta la protección del medio ambiente. Se ha acordado un marco de seguimiento de 244 indicadores para supervisar los ODS; sin embargo, este marco de indicadores no representa una lista completa de toda la información que se necesita para entender el planeta.

La actual publicación del GEO va acompañada de un anexo estadístico https://environmentlive.unep.org/media/global_assessment/review_documents/annex4_1.pdf que incluye información tabulada la cual debe ser utilizada por los expertos técnicos para comprender mejor el medio ambiente y el nexo entre este, la sociedad y la economía. Además, este anexo extrae algunos indicadores del Anexo Estadístico para destacar el estado actual de los avances hacia la consecución de los ODS relacionados con el medio ambiente. Hay que tener en cuenta que el Anexo Estadístico no incluye ningún análisis, ni cifras. Un análisis de la información del Anexo Estadístico se publicará próximamente en un producto derivado del GEO titulado: Medición del Progreso, el cual es una continuación de una publicación elaborada para el GEO-5.

En este anexo se han tomado los datos del anexo estadístico que se relacionan directamente con determinados ODS medio ambientales y se ha extrapolado la información para ofrecer un resumen del estado actual de la dimensión medio ambiental de los ODS.

Métodos estadísticos

La expresión "dimensión ambiental de los ODS" no tiene una definición precisa y hay muchas opiniones diferentes sobre lo que debería incluir la dimensión medio ambiental del desarrollo (¿debería incluir únicamente indicadores relacionados con el estado del medio ambiente?, ¿qué pasa con los indicadores relacionados con el acceso a los recursos naturales como el agua o quizás debería incluir todos los indicadores, ya que todos los aspectos de la vida están relacionados con el medio ambiente?). A efectos de este análisis, se utilizará la lista de indicadores relacionados con el medio ambiente desde la perspectiva del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. La Secretaría del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente elaboró una lista de indicadores de los ODS que se consideran parte de la dimensión medio ambiental de los ODS y fue presentado al Comité de Representantes Permanentes de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en la reunión del subcomité del 20 de septiembre de 2018 (véase: https://www.unenvironment.org/events/subcommittee-meetings/committee-permanent-representatives-subcommittee-meeting-14) - también se incluye al final de este documento.

Los datos del Anexo Estadístico y de este documento se basan en los datos incluidos en la base de datos UN Environment Live Global (https://uneplive.unep.org), los cuales proceden de diversas bases de datos internacionales y de otras fuentes; la ONU Medio Ambiente mantiene unos criterios estrictos para la información de la base de datos UN Environment Live Global que incluyen:

1. los datos deben ser publicados por una agencia de la ONU u otra entidad mundial de prestigio
2. los datos deben tener metodologías transparentes y metadatos que estén a disposición del público
3. los datos deben ser compilados a nivel mundial (no se incluyen los datos que únicamente están disponibles para un solo país o una región)
4. solo se incluyen datos con una serie temporal que incluya más de 2 puntos temporales; y,
5. el punto más reciente de la serie temporal no debe tener más de 10 años.

La base de datos UN Environment Live Global también utiliza una metodología estadística para agregar los datos nacionales con el fin de producir agrupaciones mundiales, regionales, subregionales y grupos de países especiales; la información sobre los procedimientos de agregación puede encontrarse en: https://uneplive.unep.org/media/docs/graphs/aggregation_methods.pdf

En este anexo se utilizan procedimientos de extrapolación sencillos para estimar si las metas de los ODS se cumplirán, teniendo en cuenta el estado actual de los indicadores de los ODS, es decir, no se hicieron esfuerzos para cambiar la tendencia actual de los datos. Así, se estimó que el progreso en los próximos 15 años sería idéntico al de los últimos 15 años a nivel global. La ONU Medio Ambiente extrapoló los datos agregados utilizando el modelo de regresión exponencial basado en los puntos de datos disponibles de año en año, siendo el 2030 el punto de corte utilizado para la extrapolación y el análisis de los datos. Se determinó si el objetivo se cumpliría o no comparando los datos de 2030 con el objetivo del indicador. Por ejemplo, si hay un aumento de un objetivo en un 5% para 2030, se considera un progreso positivo, un cambio de estado basado en este indicador se muestra como una dirección positiva entre 2000 y 2030. Lo mismo se aplica para cualquier disminución superior al -5%. Cualquier cambio porcentual entre +5% y -5% se ha considerado que representa un cambio muy poco negativo o positivo en este indicador entre 2000 y 2030.

Se considera que un indicador no tiene datos si no hay suficiente información para la agregación global. Para determinarlo hemos seguido el modelo de agregación global explicado en Environment Live. Cuando se dispone de datos suficientes, se realizan agregaciones para todos los indicadores que comparten una unidad común y que se consideran comparables a nivel internacional. Los indicadores que se expresan en moneda nacional o en otra unidad nacional no se agregan.

Avances hacia los ODS

De los 93 indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente, 20 han presentado un gran avance en los últimos 15 años y, si este progreso continúa, es probable que logren cumplirse. Sin embargo, muchos de estos indicadores incluyen

esfuerzos particulares de información o financiación. Por ejemplo, se ha producido un aumento de las áreas protegidas terrestres, montañosas y marinas; se ha incrementado el esfuerzo para combatir las especies invasoras; se ha producido un progreso significativo hacia la energía renovable conectada a la red; se ha incrementado la presentación de informes de sostenibilidad y la integración en las políticas; y ha aumentado la ayuda al desarrollo para el cambio climático y el medio ambiente. Para 8 de los indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente, los avances han sido relativamente planos y para 7 de los indicadores de los ODS se necesitarán esfuerzos adicionales. En particular, muchos de los indicadores relacionados con el estado del medio ambiente muestran una tendencia negativa (se trata de indicadores relacionados con los bosques, la pesca sostenible, las especies en peligro de extinción, el consumo de materiales domésticos y la huella de materiales). Desgraciadamente, se trata de una imagen muy incompleta ya que hay muy pocos datos para evaluar formalmente el estado de 58 de los 93 indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente; sin embargo, la investigación científica y el actual GEO han demostrado que muchas de estas áreas presentan una tendencia especialmente negativa. En el siguiente gráfico se muestra una imagen del progreso de estos indicadores y también se muestra una tabla general de progreso.

Figura A.4: Progreso relativo en los indicadores de los ODS



Figura A.5: Dimensión Medio Ambiental de los ODS – Tarjeta de puntaje



ODS 1: Acabar con la pobreza

- Tenencia de la tierra (ODS 1.4.2)
- Desastres: personas afectadas (ODS 1.5.1)
- Desastres: pérdidas económicas (ODS 1.5.2
- Estrategias de reducción de riesgos de desastres (ODS 1.5.3)
- Reducción del riesgo de desastres a cargo del gobierno local (ODS 1.5.4)

ODS 2: Seguridad alimentaria

- Prácticas de agricultura sostenible (ODS 2.4.1)
- Asegurar los recursos genéticos para la alimentación (ODS 2.5.1)
- Especies locales para la agricultura (ODS 2.5.2)

ODS 3: Salud

- Mortalidad por la contaminación del aire (ODS 3.9.1)
- Mortalidad relacionada con el agua (ODS 3.9.2)
- Mortalidad por envenenamiento no intencional (ODS 3.9.3

ODS 4: Educación

- Educación Medio Ambiental (ODS 4.7.1)

ODS 5: Género

- Mujeres propietarias de tierras agrícolas (ODS 5.a.1)

ODS 6: Agua

- Agua potable (ODS 6.1.1)
- Tratamiento de aguas residuales (ODS 6.3.1)
- Calidad del agua (ODS 6.3.2))
- Eficiencia del agua (ODS 6.4.1)
- Estrés hídrico (ODS 6.4.2)
- Gestión de los recursos hídricos (ODS 6.5.1))
- Cooperación en materia hídrica (ODS 6.5.2)
- Ecosistemas acuáticos (ODS 6.6.1)
- Inversión en agua y saneamiento (ODS 6.a.1)
- Gestión local del agua (ODS 6.b.1)

ODS 7: Energía

- Confianza en los combustibles limpios (ODS 7.1.2)
- Energía renovable (ODS 7.2.1)
- Intensidad energética (ODS 7.3.1)
- Investigación en energía limpia y tecnología (ODS 7.a.1)
- Inversión en eficiencia energética (ODS 7.b.1)

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

- Huella material (ODS 8.4.1)
- Consumo de material doméstico (ODS 8.4.2)
- Empleo en el turismo sostenible (ODS 8.9.2)

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

- Emisiones de CO_2 (ODS 9.4.1)

ODS 10: Reducir las desigualdades

La dimensión medio ambiental no está presente en el Objetivo 10

ODS 11: Ciudades y Comunidades

- Acceso al transporte público (ODS 11.2.1)
- Consumo de tierra (ODS 11.3.1)
- Planificación urbana (ODS 11.3.2)
- Inversión en patrimonio cultural y natural (ODS 11.4.1)
- Desastres: personas afectadas (ODS 11.5.1)
- Desastres: pérdidas económicas (ODS 11.5.2)
- Gestión de residuos sólidos urbanos (ODS 11.6.1)
- Contaminación del aire ambiente (ODS 11.6.2)
- Espacios públicos en las ciudades (ODS 11.7.1)
- Estrategias locales de reducción del riesgo de catástrofes (ODS 11.b.1)
- Estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres (ODS 11.b.2)
- Ayuda financiera a los países menos desarrollados (ODS 11.c.1)

ODS 12: Estilos de vida responsables

- Planes de acción para la sostenibilidad (ODS 12.1.1)
- Huella de material (ODS 8.4.1)
- Consumo de material doméstico (ODS 8.4.2)
- Pérdida y desperdicio de alimentos (ODS 12.3.1)
- Informes del convenio sobre productos químicos (ODS 12.4.1)
- Generación de residuos peligrosos (ODS 12.4.2)
- Reciclaje (ODS 12.5.1)
- Informes de sostenibilidad de las empresas (ODS 12.6.1)
- Contratación pública sostenible (ODS 12.7.1)
- Educación para estilos de vida sostenibles (ODS 12.8.1)
- Investigación para estilos de vida sostenibles (ODS 12.a.1)
- Estrategias de turismo sostenible (ODS 12.b.1)
- Subvenciones a los combustibles fósiles (ODS 12.c.1)

ODS 13: Acción por el clima

- Catástrofes: personas afectadas (ODS 13.1.1)
- Estrategias de reducción del riesgo de desastres (ODS 13.1.2)
- Reducción del riesgo de desastres para el gobierno local (ODS 13.1.3)
- Planes de acción contra el cambio climático (ODS 13.2.1)
- Educación sobre el cambio climático (ODS 13.3.1)
- Enfoques comunitarios para el CC (ODS 13.3.2)
- Recursos movilizados para la acción climática (ODS 13.a.1)
- Apoyo a la acción climática para los PMA (ODS 13.b.1)

ODS 14: Océanos

- Basura marina y eutrofización costera (ODS 14.1.1)
- Gestión de zonas marinas (ODS 14.2.1)
- Gestión de zonas marinas (ODS 14.2.1)
- Poblaciones de peces sostenibles (ODS 14.4.1)
- Áreas marinas protegidas (ODS 14.5.1)
- Regulación de la pesca (ODS 14.6.1)
- Contribución de la pesca al PIB (ODS 14.7.1)
- Investigación sobre tecnología marina sostenible (ODS 14.a.1)
- Instrumentos de conservación de los océanos (ODS 14.c.1)

ODS 15: Tierra y biodiversidad

- Superficie forestal (ODS 15.1.1)
- Protección de zonas clave de la biodiversidad (ODS 15.1.2)
- Gestión forestal sostenible (ODS 15.2.1)
- Degradación de la tierra (ODS 15.3.1)
- Áreas protegidas de montaña (ODS 15.4.1)
- Cobertura vegetal de las montañas (ODS 15.4.2)
- Especies en peligro de extinción (ODS 15.5.1)
- Estrategias para compartir los beneficios de la biodiversidad (ODS 15.6.1)
- Comercio de especies silvestres cazadas furtivamente o traficadas ilícitamente (ODS 15.7.1
- Estrategias para prevenir las especies exóticas invasoras (ODS 15.8.1)
- Progreso hacia la Meta 2 de Aichi para la Biodiversidad (ODS 15.9.1)
- Inversión en biodiversidad y ecosistemas (ODS 15.a.1)
- Inversión en bosques sostenibles (ODS 15.b.1)
- Protección contra la caza furtiva, el tráfico y el comercio (15.c.1)

ODS 16: Paz y Justicia

- Participation in global governance (SDG 16.8.1)

ODS 17: Asociaciones y medios de aplicación

- Cooperación científica y tecnológica (ODS 17.6.1)
- Financiación de tecnologías respetuosas con el medio ambiente (ODS17.7.1)
- Financiación para el desarrollo de capacidades (ODS 17.9.1)
- Mecanismos que mejoran la coherencia de las políticas (ODS 17.14.1)

Representa un cambio en la condición basado en este indicador en una dirección + entre 2000-2017 (no representa que se alcanzará la meta del ODS)

Representa muy poco cambio negativo o positivo en este indicador entre 2000-2017.

Representa un cambio en la condición basado en este indicador en una dirección negativa entre 2000-2017

Se dispone de algunos datos, pero no los suficientes para analizar los cambios a lo largo del tiempo.

No hay datos disponibles.

Tabla A.3: Descripción de las metas e indicadores de los ODS relevantes para el medio ambiente en el Marco de Indicadores Globales de los ODS

Objetivo	70 Metas	93 Indicadores
Objetivo 1. Acabar con la pobreza en todas sus formas en todo el mundo	1.4 Para 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías apropiadas y los servicios financieros, incluida la microfinanciación.	1.4.2 Proporción del total de la población adulta con derechos seguros de tenencia de la tierra: a) que posee documentación reconocida legalmente al respecto y b) considera seguros sus derechos, desglosada por sexo y tipo de tenencia
	1.5 Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales.	1.5.1 Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 habitantes
		1.5.2 Pérdidas económicas directas atribuidas a los desastres en relación con el producto interno bruto (PIB) mundial
		1.5.3 Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030
		1.5.4 Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres
Objetivo 2. Acabar con el hambre, asegurar la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible	2.4 Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra.	2.4.1 Proporción de la superficie agrícola en que se practica una agricultura productiva y sostenible
	2.5 Para 2020, mantener la diversidad genética de las semillas, las plantas cultivadas y los animales de granja y domesticados y sus especies silvestres conexas, entre otras cosas mediante una buena gestión y diversificación de los bancos de semillas y plantas a nivel nacional, regional e internacional, y promover el acceso a los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales y su distribución justa y equitativa, como se ha convenido internacionalmente.	2.5.1 Número de recursos genéticos vegetales y animales para la alimentación y la agricultura preservados en instalaciones de conservación a medio y largo plazo
		2.5.2 Proporción de razas y variedades locales consideradas en riesgo de extinción, sin riesgo o con un nivel de riesgo desconocido
Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades	3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.	3.9.1 Tasa de mortalidad atribuida a la contaminación de los hogares y del aire ambiente
		3.9.2 Tasa de mortalidad atribuida al agua insalubre, el saneamiento deficiente y la falta de higiene (exposición a servicios insalubres de agua, saneamiento e higiene para todos (WASH))
		3.9.3 Tasa de mortalidad atribuida a intoxicaciones involuntarias
Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos (1/1/0)	4.7 Para 2030, garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.	4.7.1 Grado en que i) la educación para la ciudadanía mundial y ii) la educación para el desarrollo sostenible, incluida la igualdad de género y los derechos humanos, se incorporan en todos los niveles de a) las políticas nacionales de educación, b) los planes de estudio, c) la formación del profesorado y d) la evaluación de los estudiantes
Objetivo 5. Lograr la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas	5.a Velar por la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles de la adopción de decisiones en la vida política, económica y pública.	5.a.1 a) Proporción del total de la población agrícola con derechos de propiedad o derechos seguros sobre tierras agrícolas, desglosada por sexo; y b) proporción de mujeres entre los propietarios o los titulares de derechos sobre tierras agrícolas, desglosada por tipo de tenencia
Objetivo 6. Asegurar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos	6.1 Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos.	6.1.1 Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos
	6.3 Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.	6.3.1 Proporción de aguas residuales tratadas de manera adecuada
		6.3.2 Proporción de masas de agua de buena calidad
	6.4 Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren de escasez de agua.	6.4.1 Cambio en el uso eficiente de los recursos hídricos con el paso del tiempo
		6.4.2 Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles
	6.5 Para 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.	**6.5.1** Grado de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (0-100)
		6.5.2 Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas sujetas a arreglos operacionales para la cooperación en materia de aguas
	6.6 Para 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.	**6.6.1** Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua con el paso del tiempo
	6.a Para 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, incluidos el acopio y almacenamiento de agua, la desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización.	**6.a.1** Volumen de la asistencia oficial para el desarrollo destinada al agua y el saneamiento que forma parte de un plan de gastos coordinados por el gobierno
	6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.	**6.b.1:** Proporción de dependencias administrativas locales que han establecido políticas y procedimientos operacionales para la participación de las comunidades locales en la gestión del agua y el saneamiento

Nota: Los indicadores marcados en azul corresponden a aquellos en los que ONU Medio Ambiente es el organismo custodio

Objetivo	70 Metas	93 Indicadores
Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos	7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos	7.1.1 Proporción de la población que tiene acceso a la electricidad
	7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas	7.2.1 Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía
	7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética	7.3.1 Intensidad energética medida en función de la energía primaria y el PIB
	7.a De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias	7.a.1 Corrientes financieras internacionales hacia los países en desarrollo para apoyar la investigación y el desarrollo de energías limpias y la producción de energía renovable, incluidos los sistemas híbridos
	7.b De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo	7.b.1 Inversiones en eficiencia energética en proporción al PIB y a la cuantía de la inversión extranjera directa en transferencias financieras destinadas a infraestructura y tecnología para servicios de desarrollo sostenible.
Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos	8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados	**8.4.1** Huella material en términos absolutos, huella material per cápita y huella material por PIB
		8.4.2 Consumo material interno en términos absolutos, consumo material interno per cápita y consumo material interno por PIB
	8.9 De aquí a 2030, elaborar y poner en práctica políticas encaminadas a promover un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales	8.9.2 Proporción de empleos en el sector del turismo sostenible respecto del total de empleos del turismo.
Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación	9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	9.4.1 Emisiones de CO_2 por unidad de valor añadido
Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad	11.2.1 Proporción de la población que tiene fácil acceso al transporte público, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad.
	11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países	11.3.1 Relación entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población
		11.3.2 Proporción de ciudades que cuentan con una estructura de participación directa de la sociedad civil en la planificación y la gestión urbanas y funcionan con regularidad y democráticamente
	11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo	11.4.1 Total de gastos (públicos y privados) per cápita destinados a la preservación, protección y conservación de todo el patrimonio cultural y natural, desglosado por tipo de patrimonio (cultural, natural, mixto y reconocido por el Centro del Patrimonio Mundial), nivel de gobierno (nacional, regional y local o municipal), tipo de gastos (gastos de funcionamiento o inversiones) y tipo de financiación privada (donaciones en especie, financiación procedente del sector privado sin fines de lucro y patrocinio)
	11.5 De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad	11.5.1 Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas
		11.5.2 Pérdidas económicas directas en relación con el PIB mundial, daños en la infraestructura esencial y número de interrupciones de los servicios básicos atribuidos a desastres
	11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo	11.6.1 Proporción de desechos sólidos urbanos recogidos periódicamente y con una descarga final adecuada respecto del total de desechos sólidos urbanos generados, desglosada por ciudad
		11.6.2 Niveles medios anuales de partículas finas en suspensión (por ejemplo, PM2.5 y PM10) en las ciudades (ponderados según la población)
	11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad	11.7.1 Proporción media de la superficie edificada de las ciudades que se dedica a espacios abiertos para uso público de todos, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad
	11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles	11.b.1 Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030
		11.b.2 Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres
	11.c Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales	11.c.1 Proporción del apoyo financiero a los países menos adelantados que se asigna a la construcción y el reacondicionamiento con materiales locales de edificios sostenibles, resilientes y eficientes en el uso de recursos

Objetivo	70 Metas	93 Indicadores
Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	12.1 Aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, con la participación de todos los países y bajo el liderazgo de los países desarrollados, teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las capacidades de los países en desarrollo	**12.1.1** Número de países que incluyen como prioridad o meta en las políticas nacionales planes de acción nacionales sobre el consumo y la producción sostenibles
	12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales	**12.2.1** Huella material en términos absolutos, huella material per cápita y huella material por PIB
		12.2.2 Consumo material interno en términos absolutos, consumo material interno per cápita y consumo material interno por PIB
	12.3 De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha	**12.3.1** Índice mundial de pérdidas de alimentos
	12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente	**12.4.1** Número de partes en los acuerdos ambientales multilaterales internacionales sobre desechos peligrosos y otros productos químicos que cumplen sus compromisos y obligaciones de transmitir información como se exige en cada uno de esos acuerdos
		12.4.2 Desechos peligrosos generados per cápita y proporción de desechos peligrosos tratados, desglosados por tipo de tratamiento
	12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización	**12.5.1** Tasa nacional de reciclado, en toneladas de material reciclado
	12.6 Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes	**12.6.1** Número de empresas que publican informes sobre sostenibilidad
	12.7 Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales	**12.7.1** Número de países que aplican políticas y planes de acción sostenibles en materia de adquisiciones públicas
	12.8 De aquí a 2030, asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza	12.8.1: Grado en que i) la educación para la ciudadanía mundial y ii) la educación para el desarrollo sostenible (incluida la educación sobre el cambio climático) se incorporan en a) las políticas nacionales de educación, b) los planes de estudio, c) la formación del profesorado y d) la evaluación de los estudiantes.
	12.a Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles	**12.a.1** Cantidad de apoyo en materia de investigación y desarrollo prestado a los países en desarrollo para el consumo y la producción sostenibles y las tecnologías ecológicamente racionales
	12.b Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible, a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales	12.b.1: Número de estrategias o políticas de turismo sostenible y de planes de acción aplicados que incluyen instrumentos de seguimiento y evaluación convenidos
	12.c Racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan el consumo antieconómico eliminando las distorsiones del mercado, de acuerdo con las circunstancias nacionales, incluso mediante la reestructuración de los sistemas tributarios y la eliminación gradual de los subsidios perjudiciales, cuando existan, para reflejar su impacto ambiental, teniendo plenamente en cuenta las necesidades y condiciones específicas de los países en desarrollo y minimizando los posibles efectos adversos en su desarrollo, de manera que se proteja a los pobres y a las comunidades afectadas	**12.c.1** Cuantía de los subsidios a los combustibles fósiles por unidad de PIB (producción y consumo) y en proporción al total de los gastos nacionales en combustibles fósiles
Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	13.1 Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países	13.1.1: Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas
		13.1.2: Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030
		13.1.3: Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres
	13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales	13.2.1: Número de países que han comunicado el establecimiento o la puesta en marcha de una política, estrategia o plan integrado que aumente su capacidad para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático y que promueven la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero sin comprometer por ello la producción de alimentos (por ejemplo, un plan nacional de adaptación, una contribución determinada a nivel nacional, una comunicación nacional o un informe bienal de actualización)
	13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana	13.3.1: Número de países que han incorporado la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana en los planes de estudios de la enseñanza primaria, secundaria y terciaria
		13.3.2: Número de países que han comunicado una mayor creación de capacidad institucional, sistémica e individual para implementar actividades de adaptación, mitigación y transferencia de tecnología, y medidas de desarrollo
	13.a Cumplir el compromiso de los países desarrollados que son partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de lograr para el año 2020 el objetivo de movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales procedentes de todas las fuentes a fin de atender las necesidades de los países en desarrollo respecto de la adopción de medidas concretas de mitigación y la transparencia de su aplicación, y poner en pleno funcionamiento el Fondo Verde para el Clima capitalizándolo lo antes posible	13.a.1: Suma anual, en dólares de los Estados Unidos, movilizada entre 2020 y 2025 como parte del compromiso de llegar a 100.000 millones de dólares
	13.b Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo particular hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas	13.b.1: Número de países menos adelantados y pequeños Estados insulares en desarrollo que reciben apoyo especializado, y cantidad de apoyo, en particular financiero, tecnológico y de creación de capacidad, para los mecanismos de desarrollo de la capacidad de planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático, incluidos los centrados en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas

Objetivo	70 Metas	93 Indicadores
Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible	14.1 De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes	**14.1.1**: Índice de eutrofización costera y densidad de detritos plásticos flotantes
	14.2 De aquí a 2020, gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos	**14.2.1:** Proporción de zonas económicas exclusivas nacionales gestionadas mediante enfoques basados en los ecosistemas
	14.3 Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles	14.3.1: Acidez media del mar (pH) medida en un conjunto convenido de estaciones de muestreo representativas
	14.4 De aquí a 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y las prácticas pesqueras destructivas, y aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, al menos alcanzando niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas	14.4.1: Proporción de poblaciones de peces cuyos niveles son biológicamente sostenibles
	14.5 De aquí a 2020, conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales y el derecho internacional y sobre la base de la mejor información científica disponible	**14.5.1:** Cobertura de las zonas protegidas en relación con las zonas marinas
	14.6 De aquí a 2020, prohibir ciertas formas de subvenciones a la pesca que contribuyen a la sobrecapacidad y la pesca excesiva, eliminar las subvenciones que contribuyen a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y abstenerse de introducir nuevas subvenciones de esa índole, reconociendo que la negociación sobre las subvenciones a la pesca en el marco de la Organización Mundial del Comercio debe incluir un trato especial y diferenciado, apropiado y efectivo para los países en desarrollo y los países menos adelantados3	14.6.1: Progresos realizados por los países en el grado de aplicación de los instrumentos internacionales cuyo objetivo es combatir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada
	14.7 De aquí a 2030, aumentar los beneficios económicos que los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados obtienen del uso sostenible de los recursos marinos, en particular mediante la gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo	14.7.1: Proporción del PIB correspondiente a la pesca sostenible en los pequeños Estados insulares en desarrollo, en los países menos adelantados y en todos los países
	14.a Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, teniendo en cuenta los Criterios y Directrices para la Transferencia de Tecnología Marina de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, a fin de mejorar la salud de los océanos y potenciar la contribución de la biodiversidad marina al desarrollo de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados	14.a.1: Proporción del presupuesto total de investigación asignada a la investigación en el campo de la tecnología marina
	14.c Mejorar la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos aplicando el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que constituye el marco jurídico para la conservación y la utilización sostenible de los océanos y sus recursos, como se recuerda en el párrafo 158 del documento "El futuro que queremos"	14.c.1: Número de países que, mediante marcos jurídicos, normativos e institucionales, avanzan en la ratificación, la aceptación y la implementación de los instrumentos relacionados con los océanos que aplican el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar para la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos
Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación	15.1 De aquí a 2020, asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales	15.1.1: Superficie forestal en proporción a la superficie total
		15.1.2: Proporción de lugares importantes para la biodiversidad terrestre y del agua dulce incluidos en zonas protegidas, desglosada por tipo de ecosistema
	15.2 De aquí a 2020, promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar considerablemente la forestación y la reforestación a nivel mundial	15.2.1: Avances hacia la gestión forestal sostenible
	15.3 De aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras	15.3.1: Proporción de tierras degradadas en comparación con la superficie total
	15.4 De aquí a 2030, asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible	**15.4.1:** Lugares importantes para la biodiversidad de las montañas incluidos en zonas protegidas
		15.4.2: Índice de cobertura verde de las montañas
	15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de biodiversidad y, de aquí a 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción	15.5.1: Índice de la Lista Roja
	15.6 Promover la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos y promover el acceso adecuado a esos recursos, según lo convenido internacionalmente	15.6.1: Número de países que han adoptado marcos legislativos, administrativos y normativos para asegurar una distribución justa y equitativa de los beneficios
	15.7 Adoptar medidas urgentes para poner fin a la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas de flora y fauna y abordar tanto la demanda como la oferta de productos ilegales de flora y fauna silvestres	15.7.1: Proporción de especímenes de flora y fauna silvestre comercializados procedentes de la caza furtiva o el tráfico ilícito
	15.8 De aquí a 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir significativamente sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias	15.8.1: Proporción de países que han aprobado la legislación nacional pertinente y han destinado recursos suficientes para la prevención o el control de las especies exóticas invasoras
	15.9 De aquí a 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la biodiversidad en la planificación, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad nacionales y locales	**15.9.1:** Avances en el logro de las metas nacionales establecidas de conformidad con la segunda Meta de Aichi para la Diversidad Biológica del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020
	15.a Movilizar y aumentar significativamente los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad y los ecosistemas	**15.a.1:** Asistencia oficial para el desarrollo y gasto público destinados a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y los ecosistemas
	15.b Movilizar recursos considerables de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible y proporcionar incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación	**15.b.1:** Asistencia oficial para el desarrollo y gasto público destinados a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y los ecosistemas
	15.c Aumentar el apoyo mundial a la lucha contra la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas, incluso aumentando la capacidad de las comunidades locales para perseguir oportunidades de subsistencia sostenibles	15.c.1: Proporción de especímenes de flora y fauna silvestre comercializados procedentes de la caza furtiva o el tráfico ilícito

Objetivo	70 Metas	93 Indicadores
Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas	16.8 Ampliar y fortalecer la participación de los países en desarrollo en las instituciones de gobernanza mundial	16.8.1 Proporción de miembros y derechos de voto de los países en desarrollo en organizaciones internacionales
Objetivo 17. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible	17.6 Mejorar la cooperación regional e internacional NorteSur, Sur-Sur y triangular en materia de ciencia, tecnología e innovación y el acceso a estas, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas, incluso mejorando la coordinación entre los mecanismos existentes, en particular a nivel de las Naciones Unidas, y mediante un mecanismo mundial de facilitación de la tecnología	17.6.1 Número de acuerdos y programas de cooperación en materia de ciencia o tecnología suscritos por los países, desglosado por tipo de cooperación
	17.7 Promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión a los países en desarrollo en condiciones favorables, incluso en condiciones concesionarias y preferenciales, según lo convenido de mutuo acuerdo	**17.7.1** Total de los fondos aprobados para los países en desarrollo a fin de promover el desarrollo, la transferencia y la difusión de tecnologías ecológicamente racionales
	17.9 Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidad eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular	17.9.1 Valor en dólares de la asistencia financiera y técnica (incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular) prometida a los países en desarrollo
	17.14 Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible	**17.14.1** Número de países que cuentan con mecanismos para mejorar la coherencia de las políticas de desarrollo sostenible
Total	**72**	**93**

Anexo 6-1: Los principales convenios relacionados con la biodiversidad

Convenio sobre Diversidad Biológica	**Convenio sobre Diversidad Biológica** Los objetivos del CDB son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de la utilización comercial y de otro tipo de los recursos genéticos. El acuerdo abarca todos los ecosistemas, especies y recursos genéticos.
CITES	**Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por su sigla en inglés)** El objetivo de la CITES es garantizar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no amenace su supervivencia. A través de sus tres apéndices, la Convención otorga diversos grados de protección a más de 36.000 especies de plantas y animales.
CMS	**Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres** La CMS, o Convención de Bonn, tiene como objetivo conservar las especies migratorias terrestres, marinas y aviarias en toda su área de distribución. Las partes de la CMS colaboran en la conservación de las especies migratorias y sus hábitats proporcionando una protección estricta a las especies migratorias más amenazadas, celebrando acuerdos multilaterales regionales para la conservación y gestión de especies o categorías de especies específicas, y realizando actividades de investigación y conservación en cooperación. www.cms.int
Food and Agriculture Organization of the United Nations / The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture	**Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura** En armonía con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, los objetivos del Tratado Internacional son la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización en pro de la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria. El Tratado Internacional abarca todos los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, mientras que su Sistema Multilateral de Acceso y Distribución de Beneficios cubre una lista específica de 64 cultivos y forrajes. El Tratado también incluye disposiciones sobre los derechos del agricultor.
Ramsar	**Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (también conocida como Convención de Ramsar)** La Convención de Ramsar es el único tratado internacional centrado en los humedales, el cual proporciona una plataforma de 170 Partes Contratantes que trabajan juntas para la conservación y el uso racional de estos, y para desarrollar una disponibilidad de los mejores datos, asesoramiento y recomendaciones en materia de políticas para hacer posible el pleno funcionamiento de todos los beneficios de los humedales para la naturaleza y la sociedad. La Convención reconoce que los humedales son ecosistemas de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y las Partes de la Convención se han comprometido a mantener las características ecológicas de más de 2.300 Humedales de Importancia Internacional que cubren casi 250 millones de hectáreas, lo que representa entre el 13% y el 18% de los humedales del mundo.
UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization World Heritage Convention	**Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (WHC, por su sigla en inglés)** La misión principal del WHC es identificar y conservar el patrimonio cultural y natural del mundo, elaborando una lista de sitios cuyos valores sobresalientes deben ser preservados para toda la humanidad y asegurar su protección a través de una cooperación más estrecha entre las naciones.
IPPC International Plant Protection Convention	**Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF)** El objetivo de la CIPF es proteger los recursos vegetales mundiales, incluidas las plantas cultivadas y silvestres, evitando la introducción y propagación de plagas vegetales y promoviendo las medidas adecuadas para su control. La convención proporciona los mecanismos para desarrollar las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF), para ayudar a los países en su aplicación y para garantizar el cumplimento de las demás obligaciones de la CIPF, facilitando el desarrollo de la capacidad nacional, la presentación de informes nacionales y la solución de controversias. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) alberga la Secretaría de la CIPF.

Anexo 9-1: Contaminantes acuáticos y ocurrencia

Patógenos	Excrementos humanos y de ganado (bacterianos)	Tratamiento inadecuado de los vertidos del alcantarillado; desbordamientos de aguas residuales y pluviales en ríos, lagos y humedales	El 90% de las muertes infantiles son causadas por enfermedades diarreicas (WHO y UNICEF 2012).	1/3 de todos los ríos de las regiones de África, Asia-Pacífico y América Latina (UNEP 2016a)
Parásitos (no bacteriano)	Excrementos humanos y de ganado (no bacterianos)	Excrementos humanos y de ganado; fugas sépticas en aguas superficiales y subterráneas	Aproximadamente, la mitad de las muertes de niños menores de cinco años.	Ciudades y comunidades rurales en África, Asia-Pacífico, América Latina, India, Pakistán, China, Nigeria y la República Democrática del Congo
Virus (no bacterianos)		Agua potable tratada (Bergeron *et al.* 2015); presencia natural en un rango de concentraciones (Kümmerer 2009)		
Compuestos antibióticos/ antimicrobianos	Excreciones humanas; prácticas agrícolas y acuícolas intensivas	Aguas residuales; escorrentía agrícola y urbana	Enfermedades y muertes humanas debidas a infecciones resistentes a los antimicrobianos y a los antibióticos	Se prevé que se conviertan en una de las principales causas de muerte en todo el mundo para 2050 (O'Neill Commission 2014)
Nutrientes	Fertilizante inorgánico agrícola (UNEP 2016a); excrementos humanos y de ganado	Vertidos de aguas residuales inadecuados/no tratados; escorrentía urbana y agrícola; acuicultura	Eutrofización y proliferación de algas (OECD 1982; Research Center for Sustainability and Environment-Shiga University and International Lake Environment Committee Foundation 2014)	Todas las cinco regiones del PNUMA; las zonas rurales de China, India, Tailandia y Filipinas también se ven afectadas por la aplicación excesiva de fertilizantes químicos (Novotny *et al.* 2010)
		Los aportes fluviales totales de nutrientes a las zonas costeras aumentaron aproximadamente un 80% entre 1970 y 2000	Los efectos de las floraciones de algas nocivas (FAN) pueden afectar a las funciones del ecosistema Acuicultura; ganadería y salud humana a través de la bioacumulación de toxicidad. (O'Neil *et al.* 2012)	Treinta y siete ríos transfronterizos latinoamericanos están altamente contaminados con aguas residuales y nutrientes de escorrentía agrícola a nivel de cuenca
Sedimentos	La deforestación, las malas prácticas agrícolas, el sobrepastoreo, la recogida intensiva de leña, la extracción de arena y los asentamientos no planificados provocan la exposición de la superficie del suelo y la erosión.	La escorrentía generada por las tormentas puede transportar sedimentos, nutrientes, metales pesados, pesticidas y otros contaminantes a los ríos, lagos y humedales, especialmente en las zonas agrícolas	Los contaminantes asociados a los sedimentos interfieren en el uso humano del agua. Pueden tener impactos en la salud, degradar el metabolismo de los organismos acuáticos y los hábitats	En Asia-Pacífico, algunos ríos transportan altas cargas de metales pesados asociados a los sedimentos
	Los cambios en las trayectorias de los flujos de sedimentos (diques, canales, drenaje urbano, presas) pueden conducir a la erosión y a elevadas cargas de estos.		Carga de sedimentos en los océanos y ecosistemas costeros (deltas de ríos, humedales, playas, etc.)	El 50% del suelo erosionado por la pendiente se deposita en la subcuenca del Volta Blanco en África Occidental La erosión inducida por el hombre ha afectado a unos 2,2 millones de km^2 de tierra en América Latina
Contaminantes orgánicos biodegradables	Proceso caracterizado por una elevada Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) derivada de la descomposición microbiana de los desechos humanos y ganaderos, y la proliferación de algas asociada a la eutrofización, especialmente en lagos y humedales.	Vertidos de aguas residuales industriales y domésticas	La descomposición bacteriana de las algas y plantas acuáticas puede causar hipoxia y agotamiento del oxígeno en las masas de agua, lo que provoca la muerte de peces y facilita la liberación de metales pesados de los sedimentos del fondo a la columna de agua	Aumento en África, Asia-Pacífico y América Latina (UNEP 2016a); en contraste, disminución en los países desarrollados con un mejor tratamiento de las aguas residuales
	Aplicaciones y operaciones industriales y agrícolas			Países de rápida urbanización e industrialización (por ejemplo, China, India, Etiopía y México) y ríos aguas abajo de las principales ciudades de Asia Central

Contaminante acuático	Fuentes de contaminación	Vías de acceso a los cuerpos de agua	Impactos del agua contaminada y del inadecuado saneamiento/higiene	Ejemplos de ocurrencia
Contaminantes orgánicos persistentes (COP, incluidos los plaguicidas orgánicos; productos químicos industriales y disolventes orgánicos neonicotinoides)	DDT (producido a nivel mundial); insecticidas neonicotinoides (introducidos en la década de 1990); productos químicos orgánicos y disolventes en los procesos de fabricación	Escorrentía agrícola y urbana; vertidos de aguas residuales industriales y domésticas	Se acumula y persiste en los tejidos grasos de los seres humanos, los peces y otros organismos acuáticos, dañando su salud en caso de ser tóxico; los insecticidas neonicotinoides son tóxicos para los invertebrados acuáticos y la biodiversidad; el DDT tiene riesgos carcinogénicos y teratogénicos para el ser humano (por ejemplo, se han encontrado niveles elevados de DDT en el ecosistema del lago Kariba y en la leche materna de las mujeres que viven en la zona);	El DDT se sigue utilizando en muchos países en desarrollo para controlar la malaria; Los insecticidas neonicotinoides son los más utilizados en el mundo; Se calcula que el 40% de la superficie mundial está afectada por la escorrentía de insecticidas; Amplia gama de procesos químicos industriales con disolventes orgánicos; La reducción del uso del DDT tuvo algunos resultados positivos (por ejemplo, la recuperación de las águilas y otras aves en Norteamérica)
	Insecticidas neonicotinoides		Contamina los recursos de agua dulce, los humedales, los hábitats de estuario y los sistemas marinos a nivel mundial; Supone una grave amenaza para los polinizadores, como las abejas (IPBES 2017); contamina las cadenas alimentarias; Aumenta significativamente la exposición humana a productos químicos sintéticos (Kim *et al.* 2017).	
Metales pesados	Residuos industriales, agrícolas, médicos, tecnológicos y mineros; escorrentía de aguas pluviales (por ejemplo, carreteras);	Vertidos de aguas residuales industriales y municipales sin tratar en ríos, lagos y humedales; escorrentía terrestre; sedimentación	Puede afectar a la salud humana directamente a través de la ingestión de agua potable Pueden bioacumularse en verduras, arroz y otras plantas comestibles regadas con agua de riego contaminada (Arunakumara, Walpola y Yoon 2013; Lu *et al.* 2015) El mercurio, el plomo, el cromo, el cadmio y el arsénico tienen efectos tóxicos en los seres humanos y otros organismos	Las aguas y los sedimentos de los ríos de Asia-Pacífico contienen altos niveles de metales pesados procedentes de los vertidos de las curtidurías, de las operaciones de acabado de metales sin tratar y de la escorrentía de las carreteras (por ejemplo, zinc en Java Occidental; plomo en Erdenet, Mongolia; cromo en algunos ríos de Bangladesh y Japón) (Sikder *et al.* 2013); ríos urbanos chinos (Qu y Fan 2010). Zonas urbanas de América del Sur. En cambio, la contaminación por metales pesados ha disminuido en general en los países de la Unión Europea.
	Contaminación natural (por ejemplo, arsénico en las aguas subterráneas)			Muy extendida en las aguas subterráneas de Bangladesh e India; en algunas partes de China, Irán, Mongolia, Pakistán y Nepal (Rahman, Ng y Naidu 2009)
Salinidad	Drenaje de riego agrícola; evaporación de lagos y humedales	Altas tasas de evaporación	La mayoría de los organismos y ecosistemas de agua dulce tienen una tolerancia limitada a la salinidad (UNEP 2016a); la salinización perjudica los usos agrícolas e industriales del agua La intrusión de agua salada puede dar lugar a agua salinizada en los acuíferos costeros	Los problemas de salinidad afectan a una décima parte de los ríos de África, Asia-Pacífico y América Latina; la salinización de las aguas superficiales es un problema importante en Asia Central
	Prácticas agrícolas intensivas; efluentes de alcantarillado doméstico e industrial	Producción de suelos salinizados		
	Intrusión de agua de mar	Extracción excesiva de aguas subterráneas		

Contaminante acuático	Fuentes de contaminación	Vías de acceso a los cuerpos de agua	Impactos del agua contaminada y del inadecuado saneamiento/higiene	Ejemplos de ocurrencia
Contaminantes de interés emergente (CEC, por su sigla en inglés)	Productos farmacéuticos veterinarios y humanos; repelentes de insectos; desinfectantes antimicrobianos; retardadores del fuego; metabolitos de detergentes	Vertidos del alcantarillado municipal e industrial	Desequilibrios hormonales que contribuyen a la reducción de la fertilidad humana y a la feminización de los peces macho (Gross-Sorokin, Roast y Brighty 2006); Creciente evidencia de organismos resistentes a los antibióticos en las fuentes de agua, que posiblemente alteren los ecosistemas microbianos acuáticos	El US Geological Survey detectó estos contaminantes en el 80% de los arroyos muestreados en Estados Unidos; también se detectaron en todos los mares paneuropeos
	Microplásticos y nanoplásticos (Kolpin *et al.* 2002)		Impacto en los ecosistemas marinos y de agua dulce Se sabe que los microplásticos contienen y absorben sustancias químicas tóxicas	Las Américas (Vengosh *et al.* 2014)
Otros problemas de calidad del agua	Contaminación de las aguas subterráneas asociada a las actividades de fracking de petróleo y gas	El vertido de grandes volúmenes de "agua producida" y de productos químicos asociados entran en las vías fluviales	Se están investigando los contaminantes asociados al fracking (Osborn *et al.* 2011)	Problemática mundial (Dris *et al.* 2015)
	Acidificación de los lagos por deposición atmosférica de emisiones de combustibles fósiles	Lluvia ácida	Impacto en los ecosistemas de agua dulce, incluidos los peces y otros organismos acuáticos	La acidificación de los lagos sigue siendo problemática en zonas que carecen de suelos o lechos de roca capaces de amortiguar la lluvia ácida. La situación está mejorando allí donde las emisiones de SO_x y NO_x han disminuido (por ejemplo, los lagos afectados en la región de Adirondack de Nueva York se están recuperando a diferentes ritmos) (Driscoll *et al.* 2016)

Anexo 13-1 Conservación de la biodiversidad y acuerdos ambientales internacionales (AAI)

Hasta la fecha, la Universidad de Oregón ha creado la base de datos más completa sobre los AAI. Se realizó una búsqueda en la base de datos iea.uoregon.edu de los AAI relacionados con la conservación de la biodiversidad, mediante el uso de los términos de búsqueda "biodiversidad" Y "conservación" a fin de buscar acuerdos multilaterales y bilaterales, lo que arrojó un total de 45 AAI. También se excluyeron las enmiendas a los acuerdos que ya se consideraban relevantes para evitar el doble recuento. Tras el proceso de selección, se identificaron 33 AAI relacionados con la conservación de la biodiversidad. Estos acuerdos se firmaron en tres décadas (entre 1985 y 2015). Cuatro eran bilaterales (firmados por sólo 2 países) y el resto multilaterales (firmados por 3 o más países). De los acuerdos multilaterales, el número de signatarios osciló entre 3 y 196 (media = 7). Veintiocho AAI se centraban en regiones geográficas concretas, mientras que seis tenían un alcance mundial. De los acuerdos sobre regiones terrestres, siete se centraron en la conservación de ecosistemas o especies en América del Norte, cinco en Europa, seis en Asia y tres en África. Siete AIE también se centraron en la conservación de la biodiversidad en un contexto no terrestre (océanos Índico, Atlántico y Pacífico, y mar Báltico).

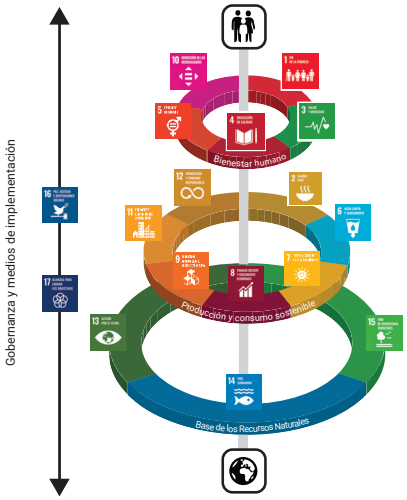
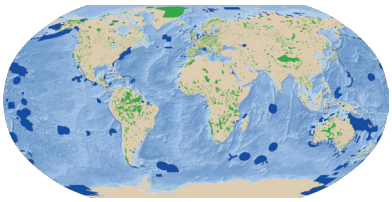
Tabla A.4: Lista de Acuerdos Ambientales internacionales firmados entre 2010 y 2015

AAI	Año de firma	Temas
Acuerdo relativo a la protección y el desarrollo sostenible de la zona del Parque de Prespa	2010	4
Protocolo de Nagoya Sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios Que Se Deriven de Su Utilización	2010	3
Agreement between the Governments of the Member States of the Association of Southeast Asian Nations and the Republic of Korea on Forest Cooperation (Acuerdo sobre cooperación forestal entre los Gobiernos de los Estados miembros de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático y la República de Corea)	2011	2
Protocol on Sustainable Forest Management to the Framework Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians (Acuerdo sobre cooperación forestal entre los Gobiernos de los Estados miembros de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático y la República de Corea)	2011	2
Protocol on Sustainable Tourism to the Framework Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians (Protocolo sobre Turismo Sostenible para el Convenio Marco para la Protección y el Desarrollo Sostenible de los Cárpatos)	2011	2
Agreement on the establishment of the Global Green Growth Institute (Acuerdo sobre la creación del Instituto Global de Crecimiento Verde)	2012	2
Convención para la Conservación y Ordenación de los Recursos Pesqueros de Alta Mar del Océano Pacífico Norte	2012	2
Protocol Amending the Agreement Between The United States And Canada On Great Lakes Water Quality (Protocolo que modifica el Acuerdo entre Estados Unidos y Canadá sobre la Calidad del Agua de los Grandes Lagos)	2012	1
Convención de la Corriente de Benguela	2013	4
Protocol on Sustainable Transport to the Framework Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians (Protocolo sobre Transporte Sostenible para el Convenio Marco para la Protección y el Desarrollo Sostenible de los Cárpatos)	2014	2
Acuerdo de París dentro de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático	2015	3

Los AAI se han clasificado en cuatro temas: prevención de la contaminación (1), uso sostenible de la biodiversidad (2), proceso medio ambiental (3) y protección del ecosistema/especies/genes (4), en función del contexto predominante en el que se enmarcan.

Fuente: Mukherjee *et al.* (2018).

Anexo13-2: Panorama de la evolución de las políticas y las respuestas de la gobernanza a nivel mundial

Convention on Biological Diversity	El CDB ha sido la convención clave en las últimas dos décadas para la conservación de la biodiversidad, su uso sostenible y un acceso equitativo y la distribución de beneficios de los recursos genéticos (IUCN 2018a; 2018b).
ipbes	La necesidad de integrar la ciencia de la biodiversidad con el diseño de políticas, similar a la que existe para el cambio climático, impulsó la creación de la Plataforma Intergubernamental Científico-Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) en 2012 (Díaz *et al.* 2015; Allison y Brown 2017).
	La importancia de la biodiversidad también se reconoce en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 14 (vida bajo el agua) y 15 (vida en la tierra) adoptados por los líderes mundiales el 25 de septiembre de 2015 en la Asamblea General de la ONU. La agrupación de los objetivos se analiza en el Capítulo 20 (véase la Figura 20.1)
	Una respuesta importante a la necesidad de proteger la biodiversidad ha sido el establecimiento y la gestión de áreas protegidas, lo que se refleja en la Meta de Biodiversidad de Aichi 11 del Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020. La UICN define un área protegida como "un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, a través de medios legales u otros medios eficaces, para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza con los servicios de los ecosistemas y los valores culturales asociados." (IUCN 2018c). Figura: PNUMA-WCMC y UICN 2016.
NATURAL CAPITAL COALITION	La Coalición del Capital Natural, que surgió de la Coalición Empresarial en 2014 TEEB (The Economics of Ecosystems & Biodiversity), es una iniciativa de colaboración internacional cuyo objetivo es integrar los enfoques del capital natural en los sectores público y privado.

Iniciativa	Ubicación	Plataforma Secretaría	Participantes en la plataforma	Descripción y proyectos	Teoría del Cambio	Iniciativas	ODS	Vías potenciales	Enlace
Plataforma de Información y Diálogo para la Amazonía Colombiana (PDI)	Regional (Colombia)	Sociedad civil, gobierno local	Todos los gobiernos, público, sociedad civil, sector privado, organizaciones internacionales	Al proporcionar una estructura para poner en común los conocimientos, aumentar la capacidad y facilitar el despliegue de recursos financieros, el PID pretende apoyar la realización de actividades de mitigación de GEI y garantizar que los resultados de dichas actividades (por ejemplo, información, herramientas, programas e incentivos) lleguen a los beneficiarios adecuados.	Plataforma de conocimientos/datos; Seguimiento e informes; Financiación/incentivos/ subvenciones	200	13	Soluciones descentralizadas	http://www.pidamazonia.com
Blue Solutions/ Marine and Coastal Biodiversity Management in Pacific Island Countries (MACBIO - Pacific) (Blue Solutions/ Gestión de la biodiversidad marina y costera en los países insulares del Pacífico)	Regional (Región de las Islas del Pacífico)	Gobierno nacional, organizaciones internacionales	Profesionales, gobiernos nacionales, gobiernos regionales	Recopilar, documentar y compartir enfoques exitosos para abordar los desafíos marinos y costeros. Al fortalecer la capacidad institucional e individual para gestionar y conservar la biodiversidad en los ecosistemas marinos y costeros, MACBIO apoya las economías y los medios de vida sostenibles de los países insulares del Pacífico.	Conocimiento/ Plataforma de datos		14	Soluciones descentralizadas	http://macbio-pacific.info/qbook
Climate Initiatives Platform (Plataforma de Iniciativas Climáticas)	Mundial	Organización internacional	Todos los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y las organizaciones internacionales	Portal en línea para recopilar, compartir y hacer un seguimiento de la información sobre las iniciativas internacionales de cooperación climática entre los participantes de la ciudad, la región, la empresa, el inversor, la sociedad civil y el gobierno nacional.	Conocimiento/ Plataforma de datos; Control e informes	224	13	Soluciones descentralizadas	http://climateinitiativesplatform.org/index.php/Welcome
Green Growth Knowledge Platform (Plataforma de Conocimiento sobre el Crecimiento Verde)	Mundial	Sociedad civil, organizaciones internacionales	Profesionales, organizaciones internacionales, investigación académica, sociedad civil, todos los gobiernos	La Plataforma de Conocimiento sobre Crecimiento Verde (GGKP, por sus siglas en inglés) es una red mundial de organizaciones y expertos internacionales que identifica y aborda las principales brechas de conocimiento en la teoría y la práctica del crecimiento verde. Al fomentar la colaboración generalizada y la investigación de categoría mundial, la GGKP ofrece a los profesionales y a los responsables políticos la orientación política, las buenas prácticas, las herramientas y los datos necesarios para apoyar la transición hacia una economía verde.	Conocimiento/ Plataforma de datos; Sensibilización, conocimientos, desarrollo de habilidades; Nueva organización/empresa	337	12	Soluciones descentralizadas	http://www.greengrowthknowledge.org/
LifeWeb Initiative (Iniciativa LifeWeb)	Mundial	Organización internacional	Todos los gobiernos, organizaciones internacionales y sociedad civil	La iniciativa LifeWeb pone de relieve las necesidades de biodiversidad, conservación y adaptación al cambio climático ante los donantes que pueden crear asociaciones de ayuda al desarrollo, mediante un centro de intercambio de información en línea y la participación en mesas redondas.	Plataforma de datos/ conocimientos; Financiación/incentivos/ subvenciones	18	14, 15, 17	Soluciones descentralizadas	https://lifeweb.cbd.int/

Iniciativa	Ubicación	Plataforma Secretaría	Participantes en la plataforma	Descripción y proyectos	Teoría del Cambio	Iniciativas	ODS	Vías potenciales	Enlace
Non-State Actor Zone for Climate Action (NAZCA) (Zona de Actores No Estatales para la Acción Climática)	Mundial	Organización internacional	Todos los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil, las organizaciones internacionales organizaciones, investigación académica	NAZCA recoge los compromisos de acción climática asumidos por empresas, ciudades, regiones, inversores y organizaciones de la sociedad civil. Su objetivo es hacer un seguimiento de la movilización y las acciones de ayuda para que los países logren alcanzar y superar sus compromisos nacionales para hacer frente al cambio climático.	Conocimiento/ Plataforma de datos; Control e informes	12549	11, 13, 17	Soluciones descentralizadas	http://climateaction.unfccc. int/
UN Global Compact (Pacto Mundial de la ONU)	Mundial	Organización internacional	Sector privado	El Pacto Mundial de las Naciones Unidas ayuda a las empresas a adaptar sus estrategias y operaciones a los Diez Principios sobre derechos humanos, trabajo, medio ambiente y lucha contra la corrupción. Este adopta medidas estratégicas para promover objetivos sociales más amplios, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, haciendo hincapié en la colaboración y la innovación.	Sensibilización, conocimientos y desarrollo de habilidades	49861	6, 7, 8, 11	Soluciones descentralizadas	www.unglobalcompact.org/
NRDC Cloud of Commitments (Nube de compromisos del NRDC)	Mundial	Sociedad civil	Todos los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y las organizaciones internacionales	Una plataforma que destaca las coaliciones, redes, asociaciones y otras iniciativas emergentes que actúan en los ámbitos de la energía, el agua, las ciudades y otros retos clave de la sostenibilidad debatidos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (CNUDS o Río+20). Se espera que se convierta en una plataforma que trabaje por la transparencia, el compromiso, las evaluaciones y la responsabilidad de los compromisos destacados.	Plataforma de conocimientos/datos; control e informes	118	Varios	Soluciones descentralizadas	www.cloudofcommitments.org/
SEEDS of the Anthropocene (SEMILLAS del Antropoceno)	Mundial	Organización internacional	Todos los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y las organizaciones internacionales	Esta iniciativa reúne a "SEMILLAS", iniciativa existente no generalizada. Esta puede ser una iniciativa social, nueva tecnología, herramienta económica o proyecto socio-ecológico, u organizaciones, movimientos o nuevas formas de actuar que parecen contribuir sustancialmente a la creación de un futuro justo, próspero y sostenible.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades	400	13, 17	Soluciones descentralizadas Cambio en el consumo, tecnología global	https://goodanthropocenes. net/
Project Drawdown (Proyecto Drawdown)	Mundial	Público, profesionales, sociedad civil, sector privado, responsables políticos, gobiernos, investigación académica	Profesionales, sociedad civil, sector privado, todos los gobiernos, investigación académica, organizaciones internacionales	El Project Drawdown hace posible una amplia coalición de investigadores, científicos, estudiantes de posgrado, doctores, postgraduados, responsables políticos, líderes empresariales y activistas para reunir y presentar la mejor información disponible sobre soluciones climáticas con el fin de exponer su gran impacto financiero, social y medio ambiental en los próximos treinta años.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades	100	13	Soluciones descentralizadas	http://www.drawdown.org/
MIT Climate Co-Lab (Climate Co-Lab de MIT)	Mundial	Investigación académica	Público, sociedad civil	Climate CoLab es una plataforma abierta de resolución de problemas en la que una comunidad cada vez mayor de más de 90.000 personas -entre las que se encuentran cientos de los principales expertos del mundo en cambio climático y campos afines- trabajan y evalúan planes para alcanzar los objetivos mundiales en materia de cambio climático.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades; nueva organización/empresa	2703	Varios	Soluciones descentralizadas	https://climatecolab.org/contests

Iniciativa	Ubicación	Plataforma Secretaría	Participantes en la plataforma	Descripción y proyectos	Teoría del Cambio	Iniciativas	ODS	Vías potenciales	Enlace
VertMTL.org	Local (Montreal, Canadá)	Gobierno local	Público, sociedad civil	En el marco de su consulta sobre la reducción de la dependencia de los habitantes de Montreal a los combustibles fósiles, el Consejo Consultivo Público de Montreal reta a la comunidad de innovadores pidiéndoles que elaboren prototipos de enfoques innovadores para satisfacer las necesidades de los canadienses.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades; nueva organización/empresa	58	6, 13, 2, 12	Soluciones descentralizadas	https://marathoncreatif.sparkboard.com/
Sustainia100	Mundial (188 países en 2016)	Sociedad civil	Sector privado, todas las administraciones, sociedad civil, organizaciones internacionales, investigación académica	En su quinto año, Sustainia100 ha seguido la pista a más de 4.500 soluciones en todo el mundo que responden a retos globales interconectados y ayudan a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades	4500	Varios	Soluciones descentralizadas	http://www.sustainia.me/solutions/
Beautiful Solutions (Galería y Laboratorio de Soluciones Bellas)	Mundial	Sociedad civil	Público, sociedad civil, profesionales	Beautiful Solutions Gallery and Lab es un espacio interactivo para compartir las historias, las soluciones y las ideas más importantes y necesarias para construir un nuevo poder institucional y señalar el camino hacia un futuro justo, resiliente y democrático. Es una plataforma en línea, un libro y un programa de formación diseñados para dar a la gente herramientas para crear el mundo que queremos.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades;	18	13	Soluciones descentralizadas	https://solutions.thischangeseverything.org/
EcoTipping Points	Mundial	Sociedad civil	Público, sociedad civil, profesionales	El objetivo pragmático del Proyecto EcoTipping Points es ayudar a la gente a identificar las palancas de los "puntos de inflexión" justo en su hogar: acciones concretas sobre las que ellos y su comunidad pueden actuar. El proyecto EcoTipping Points se dedica a dar a conocer las historias y sus lecciones a través de los medios de comunicación, talleres y la colaboración directa con grupos comunitarios.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades	125	15, 17	Soluciones descentralizadas	http://www.ecotippingpoints.org
PANORAMA - Solutions for a Healthy Planet (PANORAMA - Soluciones para un planeta sano)	Mundial	Sociedad civil, Organizaciones internacionales, gobierno nacional	Público, sociedad civil, profesionales, todos los gobiernos, sociedad civil, investigación académica, organizaciones internacionales, sector privado	Una iniciativa de colaboración destinada a documentar y promover ejemplos de soluciones inspiradoras y reproducibles en toda una serie de temas de conservación y desarrollo, lo que favorece el aprendizaje y la inspiración intersectoriales. PANORAMA permite a los profesionales compartir sus historias, obtener reconocimiento por su exitosa labor y aprender cómo otros han abordado problemas en todo el mundo, fomentando la reflexión y el aprendizaje de enfoques probados.	Plataforma de conocimientos/ datos; sensibilización, conocimiento, desarrollo de capacidades;	373	Varios	Soluciones descentralizadas	http://www.panorama.solutions/
UNFCCC Momentum for Change Initiatives (CMNUCC Iniciativas de Impulso al Cambio)	Mundial	Organizaciones internacionales	Sector privado, sociedad civil, todos los gobiernos, organizaciones internacionales	Momentum for Change es una iniciativa encabezada por la ONU Cambio Climático, que reconoce las soluciones innovadoras y transformadoras que abordan tanto el cambio climático como los retos económicos, sociales y medio ambientales más amplios. La iniciativa presenta ejemplos prácticos, escalables y reproducibles de lo que hacen las personas, las empresas, los gobiernos y las industrias para hacer frente al cambio climático.	Nuevas organizaciones/ empresa; Financiación/ incentivos/subvenciones	627	Varios	Tecnología global	http://unfccc.int/secretariat/momentum_for_change/items/6214.php

Iniciativa	Ubicación	Plataforma Secretaría	Participantes en la plataforma	Descripción y proyectos	Teoría del Cambio	Iniciativas	ODS	Vías potenciales	Enlace
WorthWild	Regional (Estados Unidos)	Sector privado	Público, sociedad civil, sector privado, profesionales	WorthWild es una plataforma de crowdfunding para empresas, organizaciones sin ánimo de lucro y particulares preocupados por el medio ambiente que quieren recaudar dinero para financiar proyectos que protejan y sostengan el planeta. WorthWild utiliza la tecnología para respaldar las ideas ecológicas, guiando a los que recaudan fondos por primera vez y a los filántropos experimentados a través del proceso de creación de campañas eficaces de principio a fin.	Nueva organización/ empresa; Financiación/ incentivos/subvenciones	29	7	Soluciones descentralizadas	http://www.worthwild.com/
Greencrowd	Regional (Países Bajos)	Sector privado	Público, sociedad civil, sector privado, profesionales	Greencrowd, con sede en los Países Bajos, se fundó para acelerar la realización de proyectos de energía sostenible. Los inversores en proyectos de Greencrowd obtendrán un impacto medio ambiental además de un beneficio financiero. Greencrowd evalúa minuciosamente los riesgos que conlleva el proyecto y asegura que existen garantías (por ejemplo, seguros, bienes inmuebles como aval) para mitigar las posibles pérdidas.	Nueva organización/ empresa; Financiación/ incentivos/subvenciones	43	Varios	Soluciones descentralizadas; cambio en el consumo	https://greencrowd.nl/
Divvy	Mundial	Sociedad civil	Público, sociedad civil, sector privado, profesionales	Divvy es una plataforma de crowdfunding para proyectos comunitarios de sostenibilidad. Esta plataforma facilita a los líderes comunitarios con mentalidad ecológica la tarea de hacer realidad sus ideas de sostenibilidad. Si es necesario, incluso apoya a los iniciadores del proyecto a obtener presupuestos competitivos de profesionales locales para que puedan centrarse en involucrar a su comunidad	Nueva organización/ empresa; Financiación/ incentivos/subvenciones	9	Todos	Soluciones descentralizadas; Tecnología global	http://divvygreen.com/
Partnerships for SDGs (Alianzas para los ODS)	Mundial	Organización internacional	Público, profesionales, sociedad civil, todos los gobiernos, organizaciones internacionales, sector privado, investigación académica	Público, profesionales, sociedad civil, todos los gobiernos, organizaciones internacionales, sector privado, investigación académica La plataforma en línea Partnerships for SDGs es el registro mundial de compromisos voluntarios y asociaciones de múltiples partes interesadas de las Naciones Unidas, para facilitar la participación mundial de todas las partes interesadas en brindar apoyo a la aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.	Plataforma de conocimientos/datos; control e informes	3808	Todos	Soluciones descentralizadas	https://sustainabledevelopment.un.org/partnerships/

Iniciativas Ascendentes Contributivas

Taller Semillas

Taller	Nombre de la Semilla	Descripción
Singapur [MM81]	Microrredes de energías renovables	Microrredes de energía renovable implantadas en zonas vulnerables al clima y a las catástrofes con el fin de reforzar la seguridad energética, la resiliencia y la capacidad de las comunidades remotas o aisladas para recuperarse de los fenómenos climáticos.
Singapur	Celebrating Singapore Shores (Conmemoración de las costas de Singapur)	Plataforma que reúne a grupos marinos para celebrar el Año Internacional de los Arrecifes. Esto ocurre cada 10 años.
Singapur	Plastic waste footprint calculator (Calculadora de la huella de los residuos de plástico)	Al igual que el cálculo de la huella de carbono para los individuos, esta es una aplicación/sitio web que se aproxima a la huella de residuos de plástico generados por las personas en función de su estilo de vida diario. La aplicación puede resumir o extrapolar la cantidad que la persona genera en una semana/mes/año y ofrecer sugerencias sobre cómo puede modificar personalmente su estilo de vida para reducir los residuos de plástico.
Singapur	Informes de código abierto para Blockchain	El uso de blockchain como herramienta para ayudar a los CSO (por sus siglas en inglés) a informar. Utilizar la tecnología para facilitar la presentación de informes, la medición de los datos y su impacto, de modo que pueda ayudar a los CSO a informar y sensibilizar.
Singapur	Solar Light Cooperative (Cooperativa de Luz Solar)	Red eléctrica descentralizada basada en comunidades y cooperativas, las cuales dan prioridad a las comunidades pobres y desatendidas. Las comunidades gestionan sus propios sistemas y funcionan como una cooperativa.
Singapur	Implementación de la biomimética para el cambio de estilo de vida	Mantener el vínculo entre la industria y la conservación de la biodiversidad. Un proyecto para promover la biomimética - tecnología inspirada en la naturaleza. La biomimética como servicios culturales inspirados en los servicios de los ecosistemas. Por ejemplo, tenemos trajes de baño inspirados en la piel del tiburón, así como modelos de planificación urbana inspirados en el propio ecosistema.
Singapur	Dique de la Marina	Utilización de la presa como caso de estudio para aliviar los problemas de inundación de las compuertas automáticas
Singapur	Uso de drones para la evaluación medio ambiental antes del desarrollo	Recopilación de información medio ambiental en tiempo real, como la calidad del aire y la estructura de los bosques
Singapur	Reparación de Kopitiam	Realización de talleres de reparación mensuales para enseñar a los residentes de diferentes zonas a reparar aparatos y reducir los residuos electrónicos. También se trata de subir una serie de vídeos para que cualquiera pueda realizar sus propios talleres. Uno de los puntos fuertes es que todo el mundo puede adquirir habilidades de reparación y esto también devuelve la cultura de reparar artículos.
Singapur	Sensores de nivel de agua del drenaje	Sensores para supervisar el nivel de agua de los desagües y canales a fin de proporcionar una actualización de las condiciones del lugar en tiempo real durante las fuertes tormentas y así mejorar los tiempos de respuesta a las inundaciones. Esto sería realmente útil para las ciudades urbanas con un denso sistema de canales.
Singapur	Plataforma de datos abiertos de Melbourne para la gestión medio ambiental	Recopilar información sobre todos los árboles de la ciudad de Melbourne
Singapur	Imágenes satélitales para detectar la salud de las palmeras	Capacidad para detectar los árboles afectados sin necesidad de recurrir a métodos destructivos.
Singapur	Agricultura urbana mediante el uso de hortalizas tradicionales	Agricultura urbana de verduras tradicionales y autóctonas en el área metropolitana de Tokio. Cooperativas agrícolas que conservan las semillas tradicionales para promover la cultura y la identidad regionales. (por ejemplo, el rábano blanco)
Singapur	Control ciudadano de la contaminación	Dar a los ciudadanos las herramientas para reportar la contaminación local (especialmente la de los vehículos). Uno de los puntos fuertes es que aprovecha la tecnología preexistente y otro que hace visible la contaminación.
Singapur	China Black and Smelly Waters app (Aplicación sobre Aguas negras y pestilentes de China)	Los ciudadanos pueden informar de casos de agua fétida o maloliente en zonas urbanas a través de una aplicación de smartphone que se conecta a WeChat. Los funcionarios de la administración local tienen que responder en un plazo de 7 días a la denuncia.
Singapur	Reparación de Kopitiam	"Kopitiam" es una cafetería de barrio. Este proyecto está dirigido por SL2 (Sustainable Living Lab). Por debajo de las viviendas públicas, la organización habilita una zona en la que los residentes pueden llevar objetos rotos para que los arreglen. Los voluntarios enseñan a los residentes a arreglar aparatos electrónicos, ropa, artículos del hogar y de consumo, etc. Suelen ser objetos de valor emocional. Después se hacen fotos, las cuales se instalan en algún lugar de la ciudad todos los domingos.
Singapur	Informes de ciencia ciudadana	Datos recogidos y compartidos por individuos que ayudan en distintas causas.
Singapur	Captura de dióxido de carbono para la descarbonización de la atmósfera	Captura directa de CO_2 del aire ambiente mediante reacciones químicas de ingeniería. La planta se asienta sobre una instalación de recuperación de calor residual que alimenta el proceso. Los ventiladores empujan el aire a través de un sistema de filtros que recoge el CO_2. Cuando el filtro está saturado, el CO_2 se separa a temperaturas superiores a los 100 grados Celsius. A continuación, el gas se envía a través de una tubería subterránea a un invernadero.
Singapur	Seed water	Se puede beber agua sin botella de plástico
Singapur	Cultivo de algas para la alimentación del ganado	Las algas marinas como sustituto de la alimentación del ganado y del ganado lechero. Se ha demostrado que las algas reducen la cantidad de metano que producen los animales rumiantes.
Singapur	Sistemas de vehículos de la red de transporte	Sistema de transporte basado en big data. Los usuarios piden viajes de la manera más conveniente utilizando aplicaciones de teléfonos inteligentes. Ofrece menores costos de propiedad por pasajero-km y reduce el impacto medio ambiental del transporte. Es una solución potencial para reducir el uso del coche privado. La gente puede compartir viajes, sin dejar de tener la comodidad y el confort del transporte privado.
Singapur	Informes subacuáticos	Utilizar un único equipo de grabación de vídeo y compartir en directo la imagen de vídeo para que diferentes personas en el mundo puedan observarla sin estar allí
Singapur	Panel solar versátil	Tener paneles solares en todas partes para aumentar el uso de las energías renovables
Singapur	Agricultura solar	La agricultura solar, una transición a gran escala hacia las energías renovables. Situada en tierras agrícolas de bajo rendimiento, la agricultura solar ha proporcionado a los agricultores que experimentan la reducción de los rendimientos y los efectos del cambio climático una fuente de ingresos alternativa. La agricultura solar adicional apoya la reducción de emisiones y la transición a las energías renovables. La agricultura solar también ha creado un nuevo mercado de trabajo e ingresos para muchas comunidades rurales. El ganado, como las ovejas, puede seguir pastando debajo y alrededor de los paneles.
Singapur	Restauración ecológica de los manglares - Iniciativa para restaurar los manglares de Ubin	Proyecto comunitario de restauración de manglares en estanques de acuicultura abandonados en Pulau Ubin. Restauración de manglares sin plantación. Esfuerzo comunitario en el que participan académicos, acuicultores, entusiastas de la naturaleza, pescadores y defensores del medio marino. Tecnología - basada en la cartografía científica del lugar a restaurar (manglares)

Taller	Nombre de la Semilla	Descripción
Singapur	Intercambio de recursos	Reducir las compras y fomentar el intercambio de recursos existentes
Singapur	Blue SG - Alquiler de vehículos eléctricos	Al igual que en el caso de las bicicletas compartidas, se colocan 3-4 vehículos eléctricos con estaciones de carga en los aparcamientos del centro. Los residentes pueden utilizarlo en cualquier momento. Mejor que tener un vehículo propio.
Singapur	Smart Farm (Granja inteligente)	Smart Farm utiliza una serie de tecnologías para controlar el estado de las hortalizas. Ayuda a los agricultores a saber cuánto necesitan el sol y el agua las verduras y frutas. Ayuda a garantizar la seguridad alimentaria.
Singapur	Karthavyam (Ciudadanos responsables de los ODS)	Diplomado práctico para estudiantes sobre la resolución de problemas públicos a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El diploma es un programa de 6 meses con 4 itinerarios en los que se enseña a los niños a través de películas, podcasts y otros medios que pueden compartirse fácilmente. Las clases incluyen el aprendizaje experimental, el diseño de iniciativas localizadas, la redacción de libros de cuentos, el visionado de películas y el compromiso con la comunidad. Uno de sus puntos fuertes es que utiliza medios visuales (el cine) para crear una plataforma descentralizada de intercambio de conocimientos.
Singapur	Heka Leka	reune para la cohesión social, la construcción de la comunidad a través de la educación.
Singapur	Reparación de Kopitiam	Reunir a los residentes para que aprendan a reparar los electrodomésticos rotos con el fin de reducir los residuos. También pretende reducir el consumo y dotar a los residentes de habilidades para el empleo. Al mismo tiempo, conserva los legados de las industrias en declive (como los zapateros, etc.)
Singapur	Great British Bee Count (Gran recuento británico de abejas)	Se anima a los particulares a comprometerse con las abejas (y la biodiversidad) haciendo fotos de ellas y compartiéndolas en una plataforma centralizada. Los particulares también pueden comprar materiales para salvar a las abejas y plantar flores en los barrios a cambio de fotos de abejas. Uno de los puntos fuertes de la iniciativa es que permite recoger datos sobre las abejas. Además, aprovecha la tecnología preexistente.
Singapur	Global Circular Economy Database (Base de Datos Mundial sobre Economía Circular)	Una base de datos que recoge las iniciativas de economía circular y comparte la información en una plataforma central. Un punto fuerte es que puede movilizar a muchos grupos diferentes para que contribuyan a la base de datos sin mucho esfuerzo. Esta base de datos puede servir de plataforma de aprendizaje para otros.
Singapur	Cubiertos comestibles	Cubiertos fabricados con trigo, arroz y sorgo. En la India se utilizan más de 160 millones de toneladas de cubiertos de plástico al año. Una iniciativa patrocinada por el Gobierno de la India.
Singapur	Horticultura en las riberas de los ríos perennes de la India	La idea sería sustituir las plantas por árboles a lo largo de las orillas de los ríos perennes para evitar la erosión del suelo y promover el crecimiento económico de los agricultores.
Singapur	Trash to Treasure (Mercado de pulgas gratuito)	Un mercado de pulgas gratuito en el que los objetos personales y las pertenencias que no se desean pueden redistribuirse entre quienes los necesitan o podrían utilizarlos mejor. Uno de sus puntos fuertes es que es gratuito para todos, se puede organizar en cualquier lugar y no requiere ninguna tecnología.
Singapur	Green Roofs (Techos verdes)	Techos verdes planificados y construidos y no sólo aquellos que se imponen a los edificios existentes. Estos tejados verdes pueden reducir el uso de energía del aire acondicionado. También recogen el agua de lluvia y reducen el flujo de agua rápida, además de reducir el riesgo de inundación en zonas propensas a estas. Proporcionan un hábitat para la biodiversidad.
Singapur	Carpooling (uso compartido del automóvil)	Fomenta que los estudiantes y el profesorado de una determinada universidad utilicen el coche compartido en la medida de lo posible.
Singapur	Instalación de la lombricultura	La creación de lombrices permite descentralizar la recogida de residuos alimentarios. Los residuos de alimentos se recogen localmente y se compostan localmente utilizando lombrices. Las coladas (popó de lombriz) se utilizan como abono y se envían a los huertos comunitarios.
Singapur	Smart Solar Charging (Carga Solar Inteligente)	Iniciativa para compartir el coche eléctrico en Utrecht
Singapur	Skillsfuture SG	Educación descentralizada a través de múltiples proveedores de cursos e instituciones, realizada en una plataforma gubernamental con financiación del gobierno. Un punto fuerte es que aprovecha los presupuestos gubernamentales, que son mucho más amplios. Además, patrocina y aumenta el nivel educativo del país.
Singapur	Regulación de la dieta	El objetivo es animar a la gente a cambiar su dieta promoviendo las opciones vegetarianas
Singapur	Environmentalist foundation of India (Fundación ecologista de la India)	Oportunidades de voluntariado para que los individuos restauren los lagos urbanos y las masas de agua rurales a través de la acción comunitaria. Uno de sus puntos fuertes es que es sencillo y conecta con las aspiraciones de voluntariado de la población.
Singapur	Sustainable Alternative Lighting (SALt) (Lámpara de iluminación alternativa sostenible (SALt))	Se trata de una fuente de luz alternativa, sostenible y respetuosa con el medio ambiente, que funciona con agua salada
Singapur	Community in Bloom (Comunidad en Florecimiento)	Creación de jardines comunitarios localizados en Singapur, de los cuales, en la actualidad, existen unos 2.000 jardines. Los jardines también son gestionados por sus propias comunidades.
Singapur	Producción de electricidad a partir de las corrientes marinas	Producción de electricidad mediante el uso de turbinas submarinas basadas en la diferencia de temperaturas del agua.
Singapur	Intel Make Tomorrow	Desarrollo de habilidades en el uso de microcontroladores e IoT para estudiantes de instituciones profesionales.
Singapur	Gestión de la crisis de los refugiados	Utilizar la tecnología para ayudar a los refugiados, como un mensaje de alerta que puede llegar a ellos
Singapur	Granjas de contenedores Fresh Direct	Un empresario nigeriano convirtió los contenedores de transporte en gobiernos internos y emplea principalmente a mujeres necesitadas
Singapur	Aplicación en teléfonos inteligentes para controlar el consumo de energía	Powershop es una empresa que ofrece una plataforma de aplicaciones que permite a los consumidores hacer un seguimiento del consumo energético de su hogar. El seguimiento se realiza en directo y tiene en cuenta las entradas de energía de la energía solar fotovoltaica. La aplicación también ofrece incentivos monetarios para reducir el consumo mostrando los valores en dólares de la entrada de energía solar, lo que apoya el consumo consciente y la transición a la energía renovable.
Singapur	Depuración de agua con energía solar	Utilizado por las comunidades locales para la filtración y el saneamiento del agua. Sistema de filtración dentro de una botella que permite comunidades utilizar el agua.
Singapur	Normas de construcción ecológica	Establecimiento de normas para la construcción y renovación de nuevos edificios
Singapur	Aplicación para la identificación de plantas	La aplicación ayuda a identificar árboles, plantas y flores. Las personas que ven plantas desconocidas, pueden tomar una foto usando la aplicación, con lo cual esta juega un papel importante en la educación de las personas.
Singapur	Automóviles eléctricos sin conductor con IA	Integración de la IA en nuestro sistema de transporte
Singapur	Organizaciones de activistas dedicadas a la protección del aceite de palma, como People's Movement to Stop Haze	La iniciativa de semillas trata de promover el uso de aceite de palma sostenible en el mercado de Singapur, involucrando tanto al sector de la restauración (lado de la oferta) como a los consumidores (lado de la demanda).

Taller	Nombre de la Semilla	Descripción
Singapur	Precious Plastic	Startup que proporciona guías y diseños de código abierto para que las comunidades creen máquinas y herramientas de reciclaje de plástico. Esta ofrece apoyo y orientación a todos los interesados en crear este tipo de máquinas. Un punto fuerte es que toda la información es de código abierto y permite que surjan iniciativas de reciclaje descentralizadas.
Singapur	Youth Ki Awaaz	Plataforma online descentralizada en la que la gente puede escribir historias sobre temas sociales. Permite a quien lo desee crear una campaña y facilitar el cambio. Además, dichas historias son poderosas para abordar los desafíos mundiales.
Singapur	Dispositivos portátiles	Dispositivos portátiles para la salud de las personas
Singapur	Gaia Grid	Comunidad agrícola aislada que utiliza el crowdfunding y las redes sociales para crear una comunidad autosostenible. Coopera con aldeas tribales, elimina los problemas sociales y fomenta la agricultura ecológica.
Singapur	Gravity Light	Utilizar la gravedad para crear electricidad
Singapur	Espacios seguros para una conservación profunda del cambio climático	Una ONG que forma a facilitadores para que ayuden a propiciar conversaciones sobre el cambio climático en el hogar y en redes de amigos. Esto activa a los individuos para que lideren acciones comunitarias.
Singapur	Alimentadores de calle de KL	Una reunión periódica de voluntarios para distribuir alimentos perecederos y no perecederos a las personas sin hogar; esta también permite conocer mejor el origen de las personas sin hogar y ponerlas en contacto con oportunidades de trabajo. Uno de los puntos fuertes de esta iniciativa es que facilita las conversaciones cara a cara a fin de conectar a las comunidades con las personas sin hogar. También ofrece esperanza a los más desfavorecidos.
Singapur	Sistema de Créditos de Carbono REDD+ de la ONU en un Quirino Protegido	Restaurar los paisajes fragmentados, promover la plantación de árboles frutales (también para la seguridad alimentaria) y proporcionar subsidios a los agricultores por ser defensores de la zona protegida
Singapur	Base de Datos de Aletas de Tiburón	Base de datos centralizada que permite a los ciudadanos compartir la ubicación y los nombres de los restaurantes que sirven aleta de tiburón, lo cual crea sensibilización sobre estos restaurantes y permite a los ciudadanos boicotear o comprometerse con los restaurantes que sirven aleta de tiburón. Uno de los puntos fuertes es que se trata de datos de origen ciudadano que aprovechan la tecnología existente y son de bajo costo.
Singapur	Martes sin popotes	Plastic-lite comenzó hace un año y medio como una forma de reducir y ser consciente del consumo de plástico. Es un grupo gestionado por voluntarios y autofinanciado que desarrolla iniciativas entre las comunidades para promover cambios en el estilo de vida. Este aprovecha el poder de las redes sociales para movilizar a los participantes. Los "martes sin popotes", que se llevan a cabo en las escuelas un día a la semana.
Singapur	GrabHitch	Una plataforma tecnológica que pone en contacto a conductores y pasajeros que no son taxistas para facilitar el uso compartido de vehículos con el fin de reducir el número de automóviles y la demanda de combustible. Esto aprovecha la tecnología y las aplicaciones existentes para reducir el número de automóviles en la carretera.
Singapur	Programa Rain Proof de Ámsterdam	Aprovechamiento de la escorrentía urbana para productos alternativos (i.e. cerveza) y cierre del ciclo del agua.
Singapur	Calentador de Bitcoin para los sin techo	La minería de Bitcoin libera mucha energía térmica.
Singapur	Estación de bolsas para caca de perro	Proporcionar una forma autosostenible y cómoda de animar a los propietarios de mascotas a limpiar los excrementos de estas y compartir las bolsas de plástico no utilizadas
Singapur	Transformar las botellas de plástico de mascotas en camisetas	La organización benéfica Tzu Chi utiliza botellas de plástico de mascotas desechadas y las convierte en camisetas y mantas, las cuales se donan a las víctimas de desastres naturales
Singapur	Lendor (app)	Biblioteca P2P de objetos (por ejemplo, objetos domésticos) que los usuarios pueden tomar prestados, en lugar de comprarlos para usarlos una sola vez
Singapur	Campaña Innisfree sobre reciclaje de botellas vacías	Los clientes pueden devolver los envases usados al puesto (hasta 50 puntos canjeados) y obtener descuentos en futuras compras. La campaña utiliza estadísticas sobre el número de botellas recicladas y reutilizadas. Apela a los consumidores, en el aspecto de "sentirse bien".
Singapur	500 mujeres científicas	Potencia la apertura y la igualdad en la ciencia en América Latina. Su objetivo es crear una cultura científica, promover la alfabetización científica, adoptar la tecnología y las ciencias. Movimiento de base: hacer que la gente reconozca la presencia de las mujeres científicas en particular. Mensualmente se organizan eventos sociales y se invitan a las personas a charlar, al estilo de las citas rápidas. Se cuenta con el uso de tutorías, ir a las escuelas y hablar con las jovenes sobre ciencia y tecnología, la política en el gobierno no parece accesible, el sentido de inferioridad cultural (para el viejo hombre blanco), medios para descolonizar la academia y la ciencia.
Singapur	Swapaholic	Plataforma de intercambio de ropa en línea. Los participantes traen ropa usada de calidad a cambio de puntos que pueden gastar en eventos de intercambio de ropa organizados regularmente en Singapur.
Singapur	Calculadora de la huella de plástico	http://whatismycarbonfootprint.com/plastic-footprint - Calcula la huella de plástico de un individuo, con el objetivo de utilizar la información para educar y reducir su uso
Singapur	Plastic Bank (app)	https://www.plasticbank.org/what-we-do/ - Convierte los desechos en dinero al incentivar a los individuos a recoger plásticos a cambio de recompensas que se distribuyen y autentifican a través de la aplicación Plastic Bank, que utiliza la tecnología Blockchain. Transfiere valores a las manos de quienes recogen plásticos.
Singapur	Comidas veganas/vegetarianas de ONU Medio Ambiente	Ofrecer opciones veganas/vegetarianas durante las comidas en las conferencias y eventos de la ONU/INGO
Singapur	Comisiones locales del agua	Organización comunitaria en caso de sequía/racionamiento del agua, para poner en común los recursos, ayudar a los miembros menos capacitados a recoger agua, aprovechar las conexiones. También puede aplicarse al reparto de energía y a la seguridad alimentaria.
Singapur	Grab (app)	La app de transporte en automóvil, ampliada a GrabShare, GrabHitch, incentiva a los pasajeros mediante el uso de precios más baratos en lugar de viajar individualmente. Reduce el consumo de combustible, la empresa puede movilizar vehículos de energía limpia (por ejemplo, vehículos eléctricos).
Singapur	Primer curso sobre cambio climático en una universidad costarricense	Aborda la falta de educación y comunicación sobre el cambio climático existente en el país
Singapur	SECMDL	Una escuela de aprendizaje alternativo para jóvenes establecida por los jóvenes locales de una comunidad. Uno de sus puntos fuertes es que se trata de un proyecto descentralizado, reproducible y autosuficiente que puede transferirse a otras comunidades.
Singapur	Dieta basada en plantas/veganismo	Incluye y promueve más menús a base de plantas
Singapur	Acuicultura sostenible	Integra sistemas multitróficos, utilizando los productos (por ejemplo, residuos) de una especie como insumos (por ejemplo, alimentos) para las especies de la cadena. También se trata de fuentes para que las especies locales/indígenas se reproduzcan en Singapur, para fomentar el patrimonio de Singapur, cambiar los gustos y las preferencias y reducir la huella de carbono de las importaciones de alimentos.

Taller	Nombre de la Semilla	Descripción
Singapur	Superwomarket	Un supermercado/cafetería diseñado por mujeres científicas y lleno de productos seleccionados por ellas. Tendrá: - Productos que muestren la huella de carbono/agua y los ODS relevantes - Productos con el mínimo envoltorio - Un espacio para la lactancia y la extracción de leche, que también contará con una enfermera que podrá revisar y orientar sobre el cáncer de mama. - Un espacio de comunicación (cafetería) para que las mujeres se relacionen, realicen eventos, etc. - Un espacio para el cuidado de los niños, con una niñera, para que los niños pequeños puedan jugar mientras las madres hacen sus compras o establecen contactos. Proporcionará un "entorno seguro" para que las mujeres compartan su experiencia.
Singapur	Hacer más ecológica la Conferencia GEO	La próxima reunión del GEO será más verde. Debemos practicar lo que predicamos, lo cual podría incluir: opciones de comida vegetariana/vegana, opciones de conferencia a distancia mediante el uso de robótica (por ejemplo, "Double") Esta será una opción inclusiva para las personas que no pueden viajar, como los que, como yo, no pueden viajar debido al cuidado de los niños, o las personas con problemas de movilidad. Reducir el uso del papel, menos aire acondicionado, prácticas hoteleras sostenibles, con una menor huella de carbono (menos plástico), con energía renovable. Las actuales directrices de ONU Medio Ambiente de 2009 (http://www.greeningtheblue.org/sites/default/files/GreenMeetingGuide.pdf) podrían actualizarse mediante consultas en línea con los autores del GEO (por ejemplo, "¿qué quieres ver en la próxima conferencia del GEO?"), y luego publicarse electrónicamente junto con el GEO-6 como producto derivado.
Guangzhou	Reducir el consumo de fauna silvestre	- Reducir el consumo de fauna silvestre (por ejemplo, no comer fauna silvestre) - Reducir la compra de productos derivados de la fauna silvestre
Guangzhou	Light and Shadow Ocean Pavilion	- El público no debería visitar el acuario de los cetáceos cautivos; (reducir el número de cetáceos cautivos porque las condiciones de cautividad no son adecuadas para su crecimiento) - El público podría visitar el Pabellón Oceánico de Luces y Sombras (donde la visita física podría ser sustituida por la tecnología de luces de sombras)
Guangzhou	Museo de fotografía ambiental	- Construir un museo fotográfico para la protección del medio ambiente
Guangzhou	Compartir en comunidad y decir "NO" al despilfarro	- Proponer un mecanismo potencial de reparto para promover el desarrollo sostenible en las ciudades
Guangzhou	Compartir el teléfono móvil	- No fomentar la sustitución frecuente de los teléfonos móviles - Fomentar el reciclaje de teléfonos móviles - Fomentar el uso compartido de teléfonos móviles
Guangzhou	Reducir el uso de muebles de madera maciza	- Reducir el uso de muebles de madera maciza
Guangzhou	Desarrollo y utilización del hidrato de gas natural	- Los recursos de hidrato de gas natural son muy ricos y podrían ser utilizados por el ser humano durante 1000 años. Actualmente, se han encontrado muchos puntos de recursos y la tecnología de exploración ha mejorado considerablemente; Debería ser una prioridad el animar a todos los países a explorar los hidratos de gas natural de forma limpia.
Guangzhou	Construcción ecológica inteligente	- La construcción ecológica inteligente es capaz de utilizar el proceso espontáneo natural (por ejemplo, la convección del aire) para reducir el consumo de energía.
Guangzhou	Radiador de aluminio anhidro	La tecnología que hace hincapié en el uso de la electricidad en lugar del carbón es un enfoque eficaz para aumentar la eficiencia energética y disminuir las emisiones de carbono. Por ejemplo, el radiador de aluminio anhidro
Guangzhou	Uso de la tecnología Big Data para cambiar el comportamiento de compra de los ciudadanos	El Big Data tiene un impacto significativo en la promoción de la sensibilización medio ambiental y en el comportamiento de consumo de los ciudadanos normales.
Guangzhou	Tecnología de almacenamiento inteligente de energía distribuida	- Almacenamiento inteligente de energía distribuida, Internet de la energía, comunidad energética inteligente
Guangzhou	Detección inteligente en línea del sistema de purificación de agua potable	Esta iniciativa consta de los siguientes elementos: Internet, control en línea, inteligencia artificial, fabricación artificial, tecnología de depuración (por ejemplo, filtración física y descomposición química), big data y computación en la nube.
Guangzhou	Reducir el consumo de agua en la vida cotidiana	Las aguas residuales residenciales podrían reciclarse para otros usos (como el lavado de inodoros y automóviles)
Guangzhou	Vajilla de harina de sorgo en sustitución de la vajilla desechable	La vajilla podría estar hecha de harina de sorgo, lo que permitiría usarla como sustituto de la vajilla desechable.
Guangzhou	Reutilización y reciclaje de envases de primera necesidad	Los envases de productos de uso diario (por ejemplo, maquillaje, champú, etc.) podrían reutilizarse y reciclarse.
Guangzhou	Recipiente para bebidas propias	Si el cliente devuelve el envase de bebida a la tienda, podrá disfrutar de un descuento. Esto podría reducir el número de envases desechables.
Guangzhou	Límite de plástico y tribunal medio ambiental	Establecimiento de un tribunal de medio ambiente
Guangzhou	Límite de plástico en las universidades	La Universidad prohíbe el uso de vajillas desechables y bolsas de plástico fino.
Guangzhou	Simplificar el embalaje de la entrega urgente	La simplificación de los paquetes de entrega urgente es una forma de reducir la cantidad de residuos.
Guangzhou	Reducir el uso de plástico, utilizar materiales de maquillaje y embalaje respetuosos con el medio ambiente	Esta iniciativa recomienda reducir el uso de maquillaje que contiene moléculas de plástico. Esto mismo podría aplicarse a la limitación de las bolsas de plástico en los supermercados en años anteriores.
Guangzhou	Educación ambiental	El conjunto de los responsables se esfuerza por promover la educación ambiental en las zonas regionales con un objetivo claro.
Guangzhou	Transferir aire al agua fresca y limpia	Después de la transferencia, el agua es fresca y limpia, lo que podría cumplir con los más altos estándares.
Guangzhou	Interfaz cerebro-ordenador	Recoger el EEG (lenguaje cerebral) en el cerebro humano y construir la base de datos correspondiente; una vez que haya ondas cerebrales, habrá un lenguaje informático correspondiente que permita la acción del robot.
Guangzhou	Prevención de catástrofes MR	Promover la educación para la prevención de catástrofes
Guangzhou	Distribución descentralizada	Agricultura de apoyo a la comunidad, Mercado de agricultores
Bangkok	Alianza mundial de CEO	La iniciativa consiste en llegar al núcleo del compromiso del sector privado/establecer la propuesta de valor de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (¿qué gana el sector privado?)
Bangkok	Iniciativa sobre economía colaborativa	Por ejemplo, plataformas como Uber, AirBnB, intercambio de ropa, etc. Hay un movimiento creciente en el que los recursos infrautilizados se utilizan de forma más eficiente, por ejemplo, la mayoría de los automóviles inactivos; esto se está extendiendo a todo tipo de áreas nuevas y llega al corazón de la CPS.

Taller	Nombre de la Semilla	Descripción
Bangkok	Laboratorio de innovación que funciona como incubadora de ideas	Ayudar a ampliar las ideas de innovación/emprendimiento tecnológico a pequeña escala (por ejemplo, la idea de innovación en el reciclaje de latas)
Bangkok	Azoteas verdes en espacios urbanos	Uso para el cultivo de alimentos, agua limpia, aplicación de infraestructura verde; estos esfuerzos podrían aumentar enormemente
Bangkok	Recogida de agua de lluvia	Especialmente en el contexto urbano, donde cada vez hay menos superficies permeables.
Bangkok	Industria de la moda ética	- Utilizar tejidos y textiles desechados de la industria de la moda; - Utilizar el concepto de economía circular y aplicarlo al diseño, la producción, la venta al por menor y la compra y de productos de moda: abordar una serie de cuestiones como la explotación, el comercio justo, etc., al tiempo que se aborda la producción sostenible y la protección del medio ambiente.
Bangkok	Ventanas con paneles solares para rascacielos	Un enorme potencial de energía renovable para el entorno urbano; la gran cantidad de vidrio de los rascacielos representa un enorme potencial para una tecnología emergente que convierte las ventanas en paneles solares. (Yale 360: Transformar los edificios en productores de energía)
Bangkok	Cocinas solares tipo caja para tejados	Relativamente sencillo, de baja tecnología y bajo costo
Bangkok	Big data e inteligencia empresarial	A escala para hacer frente al vertido cero de productos químicos/tintes ilegales en la cadena de suministro
Bangkok	Iniciativas con bajas emisiones de carbono	Lanzamiento de la iniciativa Climate Change Asia en el AIT. Iniciativa pionera en la región que ayuda a comprender cómo se pueden restaurar los hábitats vulnerables.
Bangkok	Agricultura y silvicultura comunitarias inteligentes desde el punto de vista climático	
Bangkok	Sistemas inteligentes de transporte	Para que las grandes ciudades aborden la contaminación atmosférica, la eficiencia de los recursos, la seguridad... software de rutas fijas integrado en todos los automóviles, sistemas de programación integrados, sistema CAD/AVL totalmente integrado,
Bangkok	Campañas globales de sensibilización del público	Para contrarrestar parte de la retórica que algunos líderes gubernamentales están difundiendo con respecto a la negación del clima
Bangkok	Infraestructura verde urbana - conectividad de los parques urbanos	Planificación y diseño urbanos deliberados que se centran en maximizar la conectividad de los espacios verdes urbanos, incluidos los parques del centro de la ciudad; suavizar los bordes de los parques y mejorar las conexiones con el terreno periurbano
Bangkok	Infraestructura verde para reducir el estrés térmico urbano	Fomentar los proyectos de mejora de las infraestructuras de capital (como la mejora periódica de las calles, las prácticas de reducción del calor a nivel comunitario, como la plantación de árboles, etc.)
Bangkok	Reducir la edad de los responsables de la toma de decisiones	Hacer frente a las barreras sociales, tratar los países que tienen límites de edad. (Italia, Francia, etc.)
Bangkok	Proyectos de energía renovable a pequeña escala	Los ejemplos incluyen proyectos de paneles solares residenciales, pequeñas centrales hidroeléctricas
Bangkok	Innovar y reforzar los conocimientos agrícolas tradicionales	Contrapeso a las fuerzas que están degradando el CTL; ver el suelo como una materia viva que necesita ser cuidada
Bangkok	Enfoque de los sistemas alimentarios: de arriba hacia abajo	Participación multisectorial en todas las fases
Bangkok	Contabilidad del capital natural	Vincular la conservación de la naturaleza y el impacto del desarrollo y catalizar los servicios tecnológicos, por ejemplo, el seguimiento de los residuos electrónicos
Bangkok	Saneamiento orientado a los recursos	Convertir los desechos de la cadena de residuos en insumos agrícolas/sistemas alimentarios
Bangkok	Economía circular y responsabilidad ampliada del productor	Reutilización de residuos electrónicos, teléfonos viejos, etc.
Bangkok	Tecnología del hidrógeno renovable	como elemento de la economía circular
Bangkok	Sistemas de gestión de residuos de tipo "hágalo usted mismo".	Utilizar materiales reciclados para los muebles
Bangkok	Estrategias para el intercambio de conocimientos	Utilizar las plataformas digitales para compartir ideas
Nairobi	Microrredes de energía inteligente	
Nairobi	Smart H20	Smart H2OSM es una aplicación fácil de usar que está a disposición de todos los ciudadanos del mundo. Con un solo clic, les permite informar de fugas, infracciones y desperdicio de agua de forma muy sencilla y en muy poco tiempo. A través de Smart H2OSM, los ciudadanos pueden asociarse con su empresa de agua y participar de forma proactiva en el ahorro de agua.
Nairobi	Agricultura inteligente (cultivos productivos)	
Nairobi	Biogás (residuos)	
Nairobi	Observación de la Tierra	"Saneamiento" y "localización". Grupo de trabajo sobre datos espaciales de alta resolución para rastrear la decofia en la escuela, la salud, el transporte y la energía. La semilla requiere tecnología, evidencia (??), y comunicación. Aplicación muy sencilla, subida a la plataforma de Airbus. La semilla está empezando en el condado de Norok, Nairobi. La semilla es innovadora ya que es una aplicación de bajo costo y una plataforma mundial. Aborda los ODS 3, 4 y 10
Nairobi	Educación - conectividad de las escuelas	Utilizar la tecnología para producir una educación de calidad. Utilizar Kindles en lugar de residuos y reducir el uso de papel. Aborda el ODS 4.
Nairobi	Control accesible de la calidad del aire	Dispositivos sensores de bajo costo
Nairobi	Comportamiento de crowdsourcing con aplicaciones inteligentes	
Nairobi	Ecoflame - inodoro que separa los residuos sólidos/líquidos	Sistema de gestión de residuos sólidos que recicla los residuos para producir biogás. Esta tecnología produce energía a partir del compost. Los inodoros de pórtico caben dentro de las casas. Los residuos se cuecen en un espejo parabólico de 90 grados y se convierten en carbón vegetal. Ecoflame lleva un tiempo en uso y tiene más de 10.000 usuarios en Naivasha (??). El producto no huele
Nairobi	Energía solar en tejados residenciales	Catalizador para crear sensibilización social sobre cuestiones energéticas. Aborda los ODS 13, 9, 7 y 11. Esta semilla está ganando impulso a nivel mundial. Ejemplo de Pham Binh (Vietnam), Durga Prasad Dawadi (Nepal) y Peter Mburu (Kenia)

Taller	Nombre de la Semilla	Descripción
Nairobi	Energía inteligente	
Nairobi	Recogida de agua de lluvia en el tejado	
Nairobi	Manejo del agua/agricultura en Irán (programa de pequeñas subvenciones por el FMAM)	El proyecto Management Iran se dirige a la comunidad local y a la salud. La semilla tiene muchos proyectos pequeños para involucrar a las comunidades y las granjas para prevenir las tormentas de polvo y arena. Aborda los ODS 1, 6, 8 y 17. En la actualidad la semilla está establecida y comprometida con el gobierno y las comunidades locales. Esta semilla está operando actualmente alrededor de la frontera de Irán y podría ampliarse a los países vecinos para abordar la desertificación. Los principales puntos débiles de la semilla son su dificultad para vincular al gobierno nacional y a la sociedad civil con las comunidades locales. Hay varios actores implicados, como los medios de comunicación, el gobierno, las comunidades locales, el sector privado y los bancos/inversores.
Nairobi	Áreas protegidas en Madagascar	Áreas protegidas en el este de Madagascar para el Crédito de Carbono, reducir la deforestación y promover la agricultura climática inteligente. La semilla aborda los ODS 2, 3, 6, 7, 8, 13 y 15. La deforestación se evita mediante oportunidades económicas alternativas. Los principales puntos débiles de la semilla incluyen la necesidad de promover en el resto del país la idea de la agricultura climáticamente inteligente, y no está claro si la gente aceptará las nuevas ideas/enfoques. Los actores implicados son la población rural y el gobierno local.
Nairobi	Automóviles eléctricos/Tesla y camiones	Se trata de una semilla que aborda los ODS 3, 7, 8, 9, 11, 12 y 13. Está basada en la UE, EE.UU., China y algunos países del Medio Oriente y por medio de esta se busca sustituir los vehículos diésel/gasolina. Con la aplicación de Tesla se puede obtener información en tiempo real sobre el vehículo gracias a la integración del software en los coches. Resulta especialmente prometedor que en Pekín se vendan más vehículos eléctricos que normales con una subvención del 40% del costo por parte del gobierno. Se pueden identificar tres puntos débiles principales: (1) problemas de infraestructura energética si la generación de electricidad procede del carbón o los combustibles fósiles, (2) los problemas de congestión pueden empeorar, (3) efecto rebote, (4) competencia con las e-bikes. Los actores implicados son las empresas, los consumidores y los particulares. Los supercargadores, las baterías de hidrógeno (y otros avances tecnológicos) podrían hacer que los vehículos eléctricos fueran más rápidos y fáciles.
Nairobi	Transporte público innovador	Esto incluye los buques electrónicos para el transporte público y el turismo. La semilla aborda los ODS 3, 7, 8, 9, 11, 12 y 13 y actualmente está en fase de arranque con sede en Irak. Los barcos deben ser más baratos para los consumidores, eficientes energéticamente, más rápidos, pueden aliviar los accidentes de tráfico, reducir la congestión y mejorar la seguridad. Los puntos débiles son la congestión, el conflicto potencial con el agua; sin embargo, podría entrar en conflicto con la contaminación del aire, el agua y los residuos. Los actores implicados son las empresas, los gobiernos y los particulares.
Nairobi	Compartir automóvil y bicicleta	Este sistema aborda los ODS 3, 7, 8, 11, 12 y 13. Está establecido y en uso en al menos cientos de ciudades (Mobike en 110 ciudades). La semilla utiliza energía limpia, es una solución de bajo costo y fácil de implementar/ampliar. Los principales puntos débiles son la necesidad de una aplicación/teléfono inteligente y el hecho de que demasiadas bicicletas provoquen aglomeraciones y accidentes. Las condiciones favorables son la infraestructura y la masa crítica, la educación adecuada y el respeto por las cuestiones culturales, y así como muchos otros beneficios conjuntos para la integración con otras iniciativas de ciudades inteligentes.
Nairobi	Iniciativas de pago electrónico/ sistemas sin efectivo	Esta semilla aborda los ODS 5, 9, 8 y 12. Está establecida en algunos países e incipiente en otros, pero se pueden encontrar ejemplos en todo el mundo. Es innovadora porque añade comodidad, reduce la necesidad de dinero en efectivo y permite intercambios más fáciles. Existe una megatendencia mundial hacia esta semilla y puede ayudar al consumo y la producción sostenibles. Los principales puntos débiles de la semilla son los residuos y el aumento del consumo de residuos sólidos.
Nairobi	Reducción de empaques	Empaquetado opcional en la compra de productos, tiendas sin empaquetado, prohibición de las bolsas de plástico, impuestos. Esta semilla aborda los ODS 2, 6, 9, 11, 12 y 13. Está en fase de inicio y se pueden encontrar ejemplos en Dresde (Alemania) y otros lugares. Es innovadora y beneficiosa, ya que incluye (1) el bioenvasado a partir de residuos agrícolas que cierra los ciclos del sistema, (2) reduce el desperdicio de alimentos, (3) incentiva las alternativas, (4) es visible y una buena herramienta de comunicación. Es una solución muy escalable. Hay tres puntos débiles principales: (1) granel/mayorista - cuestiones sanitarias, (2) las alternativas a los plásticos podrían ser peores y aumentar potencialmente la cantidad de bolsas utilizadas, (3) el compostaje/bioenvasado necesita insumos que añaden estrés a la agricultura. Los actores implicados son los ciudadanos y los gobiernos, las empresas, los comercios urbanos y los minoristas.

Visiones basadas en el Taller Semillas

Taller	Vía	Descripción
Bangkok	Comunidades inteligentes (centradas en soluciones descentralizadas)	Esta alianza propuso una visión y un enfoque para desarrollar lo que describieron como "comunidades inteligentes", una visión nueva y radicalmente diferente de los futuros entornos construidos. La premisa básica del futuro previsto que se presenta aquí, es desafiar el modelo y los principios convencionales del urbanismo y los procesos tradicionales a través de los cuales las ciudades existentes crecen, evolucionan y funcionan. La idea, que se basa en el llamado concepto de Nuevo Urbanismo, pretende abordar la desconexión entre los modelos actuales de planificación urbana y las interacciones en la interfaz periurbana que caracterizan a los entornos construidos en la actualidad. Por ejemplo, el grupo pretende abordar las ineficiencias de la expansión urbana y suburbana, los modelos simplistas y contraproducentes de crecimiento metropolitano, los incentivos perversos en torno a la inversión en infraestructuras, la migración del campo a la ciudad, etc. La Alianza de Comunidades Inteligentes propuesta reúne varios elementos comunes y atributos que se refuerzan mutuamente y que conducen al desarrollo de comunidades más inteligentes y sostenibles. Las principales "semillas" o ideas de cambio de juego que forman parte de esta alianza incluyen: la economía circular, la agricultura periurbana sostenible, la microfinanciación, los sistemas de transporte inteligentes y sostenibles, y la sensibilización del público/de la comunidad. Esta alianza propone abordar los cinco retos ambientales regionales identificados. El grupo consideró que la visión de las Comunidades Inteligentes era relevante para los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, pero en particular para los relacionados con el 1, 3, 6, 7, 11, 12, 13 y 17, haciendo énfasis en las siguientes sinergias: cambios inteligentes, elecciones de comportamiento, inversiones sostenidas en I+D, innovación y tecnología limpia, adaptabilidad política y social (y gobernanza adaptativa). Por último, como punto de aclaración, el grupo indicó que la intención de las Comunidades Inteligentes no era convertir las grandes ciudades existentes, sino más bien, dar forma a los futuros entornos de construcción y a las áreas que se encuentran actualmente en las primeras etapas de urbanización. La Alianza de Comunidades Inteligentes recibió una puntuación final de 17 y consiguió abordar varios Objetivos de Desarrollo Sostenible y aprovechar las sinergias entre los objetivos de sostenibilidad urbana y las inversiones en infraestructuras urbanas sostenibles (o ecocéntricas). Una de las condiciones favorables más importantes para que los enfoques ascendentes tengan éxito es la sostenibilidad, y la necesidad de analizar las brechas. En este sentido, la alianza pudo tener un éxito parcial, aunque una de las principales deficiencias fue la falta de debate sobre la necesidad de aceptación social y política.
Bangkok	Smart Future (centrado en el cambio de estilo de vida)	La segunda alianza en el ejercicio de visualización, propuso un enfoque holístico para reunir y catalizar cambios de comportamiento a gran escala a través de un proceso de "influencia sobre los influenciadores". Aquí, la alianza destacó la importancia de encontrar un nuevo mecanismo de entrega para identificar quiénes son los principales líderes del sector privado y público (o influenciadores) para comunicar una única propuesta de valor sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Como enfoque secundario, la alianza debatió la necesidad de dirigirse a los consumidores y de aprovechar las oportunidades que ofrece la revolución de los grandes datos. La alianza sugirió que la visión de Smart Futures era relevante para los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y abordaba los cinco desafíos regionales. Los atributos comunes de esta alianza incluyen: tecnologías de innovación disruptiva (por ejemplo, aplicaciones de teléfonos inteligentes, computación en la nube, redes sociales), sistemas de decisión basados en datos, ciudades sostenibles/inteligentes, soluciones de agroeconomía, iniciativas altamente inclusivas/centradas en las personas, integración, asociaciones significativas entre el sector público y el privado, y desempeño basado en resultados para mejorar los procesos de toma de decisiones. La Smart Futures Alliance recibió una puntuación final de 9 por parte del SAP y, a pesar de algunas ideas prometedoras capaces de cambiar las reglas del juego, y de varias áreas de convergencia, la alianza finalmente no tuvo éxito, ya que sacaron un dado más alto. Al reflexionar sobre el proceso, el grupo descubrió que el principal obstáculo era que sus ideas eran demasiado amplias y que sus principales aportaciones estaban repartidas entre demasiados objetivos que competían entre sí (y a veces se excluían mutuamente).
Bangkok	Planet Tech (centrado en la tecnología global)	La tercera y última alianza fue la del grupo "Planet Tech", que presentó una visión futurista e hipertecnológica del futuro centrada en las tecnologías de alteración del planeta y de los sistemas terrestres, entre las que se incluyen: tecnologías de geoingeniería/captura de carbono, exploración mesopelágica, tecnología planetaria e inteligencia artificial. La visión propuesta estaba orientada, principalmente, a abordar los retos medio ambientales a escala macro/planetaria, como el cambio climático, la biodiversidad y los complejos problemas relacionados con la atmósfera y los océanos. El hilo conductor de esta alianza era el potencial de daño plenario y, a la inversa, las oportunidades de soluciones transformadoras "para el planeta". Los principales Objetivos de Desarrollo Sostenible a los que se dirigía la Alianza Planet Tech son el 12, el 14 y el 17. Se identificaron varios obstáculos y brechas institucionales, incluidos los mecanismos para sortear los conflictos, así como cuestiones intergubernamentales y de gobernanza mundial (por ejemplo, cuestiones del Consejo de Seguridad de la ONU). La Alianza Planet Tech recibió una puntuación final de 8 y tuvo que lidiar con un escenario excesivamente complejo, demasiado orientado al día del juicio final y, en última instancia, no lo suficientemente inspirador o convincente. Su elevada tirada de dados significó que su escenario tampoco tuvo éxito. El grupo reconoció que el concepto general no era lo suficientemente propicio y/o accesible como para atraer un compromiso político significativo y que debían perfeccionar su estrategia tecnológica dominante.

Taller	Vía	Descripción
Guangzhou	Propuesta 1	**¿Cómo se combinan las semillas?** El hábitat es esencial para la supervivencia. Para garantizar la coexistencia entre los humanos y los animales, hay que desarrollar vínculos nuevos y adecuados. **¿Cómo ayuda la propuesta a hacer realidad esta vía - hacia qué ODS?** Proporcionar mejores condiciones de hábitat para los animales, redunda en beneficio de la biodiversidad. **¿Qué cambios políticos son necesarios para ayudar a realizar la propuesta en esta vía? ¿Cómo pueden las políticas ayudar a tratar las compensaciones relacionadas con otros ODS?** 1. Sensibilización pública sobre la protección de los animales 2. Leyes y reglamentos para la protección de los animales
Guangzhou	Propuesta 2	**¿Cómo se combinan las semillas?** Estas semillas tienen características similares, por lo que podrían compartir un apoyo similar en la política y en el mecanismo de abordaje. **¿Cómo ayuda la propuesta a hacer realidad la vía - hacia qué ODS?** Hoy en día, las compras en línea producen una gran cantidad de residuos de plástico, que son difíciles de reciclar o degradar y que, además, suponen una importante carga medio ambiental. Limitando el uso de muebles de plástico y de madera maciza, se podría reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente. ¿Qué cambios políticos son necesarios para ayudar a realizar la propuesta de esta vía? ¿Cómo pueden las políticas ayudar a tratar las compensaciones relacionadas con otros ODS? 1. Aplicación del límite de plástico. 2. Gestión y categorización de los residuos. 3. Es necesario desarrollar políticas y normativas concretas en el marco de la ley de protección del medio ambiente. 4. Sensibilización de la población sobre la protección del medio ambiente.
Guangzhou	Propuesta 3	**¿Cómo se combinan las semillas?** 1. Las construcciones e instalaciones están por todas partes en la comunidad. La aplicación de tecnologías energéticas avanzadas es posible. 2. El modelo de comunidad sostenible es fácil de ampliar, copiar y pegar. 3. La comunicación y la cooperación entre comunidades, ciudades y diferentes países son útiles para combinar todas las semillas. 4. La comunidad podría ser el "laboratorio" de la tecnología verde. **¿Cómo ayuda la propuesta a realizar el camino - hacia qué ODS?** Esta propuesta podría ayudar a alcanzar los siguientes objetivos: Objetivo 3: Garantizar la salud y el bienestar Objetivo 4: Educación de calidad Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento Objetivo 7: Energía asequible y limpia Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles Objetivo 12: Consumo y producción responsables Objetivo 13: Acción por el clima Objetivo 17: Asociaciones para los Objetivos **¿Qué cambios políticos son necesarios para ayudar a hacer realidad la propuesta de esta vía? ¿Cómo pueden las políticas ayudar a tratar las compensaciones relacionadas con otros ODS?**
Nairobi	Cambio de comportamiento	Utilizar semillas para un marco similar al de la ISO con el fin de normalizar la sostenibilidad para los gobiernos nacionales, es decir, normas para los residuos, el reciclaje, los envases, etc. Cambios políticos necesarios/compensaciones relacionadas con otros ODS: - Resolución de la ONU - legislación a nivel nacional - cómo vender a los gobiernos nacionales: ventaja competitiva, mejores oportunidades de negocio para las empresas líderes
Nairobi	Tecnología global	Propuestas: 1. gente sana 2. conferencia sobre ciudades inteligentes

Taller	Vía	Descripción
Nairobi	Soluciones descentralizadas	Consiste en una agricultura climáticamente inteligente, que protege los bosques, presta atención sanitaria y promueve la igualdad de género Las semillas se combinan con la orientación de los comités nacionales/locales. Los ODS que se abordan: 1,3,10,11,13,15,17,16 Retos: vínculos entre la comunidad nacional y local/ riesgo potencial para la vida marina, y envío de mensajes a los responsables políticos de alto nivel y medios de comunicación para aumentar la sensibilización del público Cambios políticos necesarios/compensaciones relacionadas con otros ODS: Riesgo potencial para la vida marina si se produce un aumento de los fertilizantes agrícolas. Necesidad de reforzar el vínculo entre los gobiernos locales y las comunidades. Invitar a la inversión del sector privado. Necesidad de trabajar a través de los silos entre la salud, la agricultura y la protección de los bosques. Necesidad de identificar y comprometer a todas las partes interesadas para aumentar la sensibilización del público. Es importante que los responsables políticos de alto nivel comprendan las actividades locales.
Singapur	Soluciones energéticas alternativas para fomentar el uso mixto del suelo	Las aplicaciones garantizan a los clientes de la granja solar; los drones pueden utilizarse para citar la granja solar; los ciudadanos pueden ayudar a supervisar las operaciones a través de bucles de retroalimentación iterativos
Singapur	Sistemas agrícolas inteligentes para el desarrollo sostenible	Las semillas tecnológicas que ideamos pueden apoyar la agricultura urbana y los conocimientos autóctonos de la comunidad en las semillas existentes.
Singapur	Aplicación de cambios en el estilo de vida cotidiano	Cubrir diferentes aspectos de la vida cotidiana
Singapur	Campaña Straw-lite: "Mismo sabor, menos desperdicio".	Se basa en la campaña Straw-lite para ampliarla a los negocios y restaurantes locales, consiguiendo que los restaurantes de Singapur no den popotes de manera predeterminada, trabajando en varias zonas, para acercarse a los restaurantes y reducir el uso de estos.
Singapur	Vida urbana sostenible	Los edificios verdes se utilizan para la agricultura urbana. Estas granjas urbanas producen cubiertos comestibles y alimentos. La tecnología de la biomedicina y el uso compartido de vehículos fomentan aún más la sostenibilidad de la comunidad
Singapur	Sin impacto en el medio ambiente	Pueden aplicarse en la misma institución, es decir, la universidad o una empresa privada
Singapur	Cambio de los consumidores a favor de la comunidad	Todo se relaciona con compartir en lugar de consumir y construir comunidades
Singapur	Eficiencia energética comunitaria	Las normas de construcción ecológica exigen un amplio conjunto de reglas de construcción y renovación de la sostenibilidad, y exigen que los tejados sean utilizados por cooperativas solares.
Singapur	Producción y consumo sostenible de alimentos en las ciudades	Ambas semillas reducen los residuos del consumo de alimentos y abordan la producción sostenible de los mismos.
Singapur	Huertos comunitarios resilientes	Objetivos: ODS 10, 2, 12, 13, 3, 8, 6. La propuesta pretende crear sinergias entre las diferentes semillas propuestas incorporando diferentes métricas e iniciativas de sostenibilidad medio ambiental mediante el empleo justo de empleados con discapacidad mental.
Singapur	Una ciudad en contenedores, modular y sostenible	Cada una de nuestras semillas en esta propuesta aborda un reto específico de la ciudad urbana, con la función/tecnología de la semilla que se transforma en la creación de un módulo contenedor transportable que constituye los bloques de construcción de una ciudad sostenible.
Singapur	Urbanites (involucrar a los ciudadanos en la acción comunitaria sobre el medio ambiente)	Crear una plataforma internacional de ciudades en línea donde se agreguen datos y acciones medio ambientales. En esta plataforma se incluyen múltiples funciones, como la educación ambiental, la presentación de información por parte de los ciudadanos, el cumplimiento de las normas, la formación de habilidades integradas a los conceptos de la economía circular y también los registros/pines donde se encuentran las actividades para que las comunidades cercanas participen en ellas. El ODS 17 se cumple a través de múltiples asociaciones: 1. Las conversaciones sobre espacios seguros para vincular la sostenibilidad a los impactos muy locales (ODS 13) 2. Después de movilizar a estos ciudadanos, ellos contribuyen comprometiéndose con esta plataforma en línea. Pueden elegir ser ciudadanos activos proveedores de información, apuntarse a la formación de habilidades, etc. (ODS 12, 11, 4) 3. La plataforma no es una plataforma pasiva, sino que involucra activamente a expertos y profesionales. Por ejemplo, la información ciudadana sobre la biodiversidad puede vincularse a los investigadores; la información ciudadana sobre la contaminación de los vehículos o del agua se vincula a los funcionarios encargados de la aplicación de la normativa, después de terminar la formación de competencias pueden prestar servicios remunerados (ODS 3, 4, 8) 4. La rama educativa de la aplicación ofrece educación ambiental y de habilidades (también conocida como udemy, pero especializada en medio ambiente, como economía circular, reparación, gestión de residuos, habilidades de compostaje, etc.) (ODS 4, 9) 5. Agregación de múltiples iniciativas comunitarias, incluyendo la reducción de residuos, la contaminación por plástico, la biodiversidad, la pobreza y el hambre (ODS 1, 2, 15, 14) aprender de diferentes ciudades y comunidades, ya que todos subirán sus iniciativas a esta plataforma 6. La aplicación favorece el acceso a la acción

Taller	Vía	Descripción
Singapur	500 científicas (500 Mujeres científicas)	Conseguir que la gente conozca a las mujeres científicas (quizás debido a nuestra cultura familiar y tradicional, las mujeres científicas serán percibidas como más accesibles, ya que la mayoría de la gente se identifica con los "consejos de una madre o una hermana". Esto ayudará a crear una cultura científica local y a mejorar la alfabetización científica. Trabajando con otras semillas podemos aumentar el alcance de las científicas, motivar a las mujeres a incursionar en campos tradicionalmente dominados por los hombres y mejorar la igualdad y el acceso.
Singapur	Desarrollo rural sin red	Gaia Grid es el fundamento de la propuesta semilla: crowdfunding a partir de las redes sociales para comprar tierras degradadas no forestales. Se moviliza a los agricultores de la región para que hagan agricultura ecológica en la tierra. Se invita a voluntarios de la comunidad que necesiten puestos de trabajo y desarrollo de habilidades para ayudar. La granja utiliza energía limpia fuera de la red. El programa de voluntariado se establece para desarrollar habilidades de encuadramiento aplicables a la futura integración en la sociedad, abordando de forma explícita, problemas sociales como el alcoholismo y las drogas, los cuales se plagan por la comunidad. (SDG 1, 2, 3, 7, 8, 12) Al conectarse con otras semillas, se logran sinérgicamente otros ODS: - Fundación Ambientalista de la India: utiliza explícitamente proyectos y herramientas de restauración de tierras y aguas (ODS 6, 15) - SECMDL; Karthavyam; Youth Ki Awaaz: Educación alternativa que proporciona un aprendizaje experimental ascendente y el desarrollo de habilidades a través de medios como la narración de historias, la realización de películas y el uso de los problemas locales y los conocimientos y perspectivas locales indígenas (ODS 4, 18) - Espacios seguros para conversaciones profundas sobre el cambio climático: Introducir las perspectivas del cambio climático en las conversaciones de la comunidad utilizando temas que son muy relevantes para la comunidad para llevar los debates globales abstractos a un contexto local (ODS 13, 17) - Watly: Llevar el acceso a la tecnología a las zonas rurales para que las comunidades tengan acceso a las redes mundiales (ODS 9)

Semifinalistas del Climate CoLab

Propuesta	Descripción
C'SQUARE – Calificación de confort urbano	C'SQUARE es una aplicación en línea cuyo objetivo es capacitar a los ciudadanos calificando los lugares de las zonas urbanas en cuanto a su nivel de confort (comodidad térmica, contaminación atmosférica y acústica, seguridad, protección y belleza/limpieza) y proponiendo soluciones para resolver las compensaciones con el fin de minimizar su impacto en el medio ambiente.
Jóvenes que explican a las comunidades la adaptación al cambio climático a través de la construcción de viviendas	Presentamos una propuesta que anima a los jóvenes a liderar una estrategia educativa y eficiente desde el punto de vista medio ambiental a través de la ampliación de las viviendas. La solución promoverá la educación ambiental con la habilidad de adaptarse a los problemas futuros en las comunidades de las Primeras Naciones de Canadá.
Un modelo innovador que armoniza la ecología, las emociones y la economía de los pueblos	Un modelo de ecoaldea que muestra la satisfacción de las necesidades de la comunidad de la aldea en cuanto a alimentos, agua, residuos y energía, a la vez que se cumplen los máximos ODS
Organización local para la promoción del análisis de datos medio ambientales	Esta propuesta propone la implementación de agencias locales que aborden este problema de manera sistémica y proactiva, trabajando en conjunto con agencias gubernamentales, instituciones académicas y diferentes grupos de la sociedad civil.
Moneda complementaria mundial vinculada a la producción de biomasa viva orgánica	El Fondo Monetario Orgánico, creado como una división del Fondo Monetario Internacional, ayudará a alcanzar casi todos los ODS en un tiempo récord
Añadir valor a todos los residuos en su origen mediante la tecnología blockchain y el IoT	Recyclebot es una plataforma de gestión de residuos basada en blockchain que permite a cualquier comprador de residuos abastecerse de ciertos específicos directamente del productor, lo que le da la posibilidad de comprar, vender y reducir residuos dondequiera que esté, cuando quiera. A diferencia de los rellenos sanitarios, Recyclebot proporciona una forma asequible, rápida y segura de añadir valor a todos los residuos justo donde se generan.
Synergistic Solutions Global Network (Red mundial de soluciones sinérgicas)	Poner en red los recursos existentes e involucrar a las mujeres y a los jóvenes para ofrecer soluciones probadas para abordar diez Objetivos de Desarrollo Sostenible.
Leo Leo Eco-Transport	Leo Leo Eco-Transport tiene como objetivo fomentar el empoderamiento económico y promover la seguridad alimentaria al tiempo que garantiza la sostenibilidad en la ciudad de Arusha. Leo Leo Eco-Transport propone una solución sinérgica visionaria e innovadora para el desarrollo sostenible de la seguridad alimentaria, el acceso fiable a la utilización de la energía solar, la capacitación económica, las oportunidades de empleo y el cambio climático que afecta al entorno.
La apicultura como mecanismo de conservación de la biodiversidad y mejora de los medios de vida	Alohen, en asociación con el Barefoot College, establecerá la adopción de la práctica apícola en Tanzania. Siguiendo su estrategia de expansión, Barefoot seguirá desarrollando el proyecto en Madagascar, Liberia, India y las islas del Pacífico, a través de su red de centros de formación en todo el mundo. El objetivo principal del proyecto es crear una sensibilización sobre la conservación, capacitando sobre los métodos modernos de apicultura, dirigiéndose a las mujeres de las zonas rurales y apoyándolas mediante la creación de empresas sociales locales basadas en los subproductos de las abejas. Este proyecto fue iniciado por BC en Zanzíbar en 2015, creando la marca B.Barefoot Honey para proporcionar formación y mercados para las apicultoras locales. Su réplica se inició en la India en 2016.
La nueva tecnología de energía limpia revertirá el cambio climático y eliminará la pobreza en el mundo	La tecnología energética disruptiva de 0E funciona mejor que la fósil/nuclear a un mejor valor, basándose en un nuevo aspecto de la física no documentado previamente.
Medios de comunicación e instituciones para la sensibilización sobre los 17 ODS	Los grupos mediáticos se asocian principalmente a cuestiones políticas locales y a la propaganda, en lugar de garantizar la sensibilización en materia de comunicación sobre los 17 ODS.
Tablero sin aglutinante fabricado con cáscara de coco y bagazo de caña de azúcar	Ecovon está desarrollando una nueva madera de origen sostenible hecha de cáscara de coco y bagazo de caña de azúcar, la cual es mejor para las personas y el planeta.
Cultivar el futuro con la permacultura	Construir un centro físico de recursos de permacultura. Un espacio en el que la gente pueda relacionarse con individuos y proyectos, así como catalizar la organización y la acción de la comunidad. Nuestra misión es desarrollar la resiliencia a nivel personal, familiar y comunitario, creando al mismo tiempo ejemplos prósperos de abundancia basados en la sabiduría ecológica.
Protección del clima por parte de las personas mayores	En resumen, el anciano planta un árbol frutal de rápido crecimiento, rico en proteínas y minerales. Una vez que el árbol empieza a dar frutos, éstos son distribuidos en el mercado por sus hijos o yernos. Sus hijos recibirán un incentivo de 100 rupias por el trabajo de transportar los productos al mercado gubernamental. Una vez que el gobierno adquiere los frutos, los distribuye gratuitamente a los Anganwadis, orfanatos y residencias de ancianos en el marco del programa del Ministerio de Bienestar Social.
ClimeDoc para lograr los ODS	Un documental sobre los impactos del cambio climático contribuye significativamente a la promoción de acciones apropiadas para alcanzar los ODS en los países en desarrollo
Eliminar la carne roja para poner en pausa el clima durante 25 años	La eliminación del consumo de animales de pastoreo permitirá arreglar las emisiones en 25 años y beneficiará profundamente a 7 ODS y 5 límites planetarios
Electrodo de biocarbón para la recuperación del drenaje ácido de mina producido por el relave	Los relaves tienen un potencial real de contaminación del ecosistema con lo cual la dispersión de metales y metaloides debe ser gestionada adecuadamente.
ClimateCoop	Plataforma de colaboración y gobernanza basada en Blockchain que favorece el desarrollo dinámico de la comunidad y la formación de proyectos para los ODS, por ejemplo, ClimateAction
Reducción mundial de los residuos y ralentización del cambio climático mediante un enfoque sistémico	Pretendemos crear un enfoque sistémico y procesos holísticos sobre la reducción de residuos que sea fácilmente adaptable a cualquier país.
Transformar la basura de plástico en maderas de plástico para preservar los bosques	Una máquina de extrusión alimentada por energía solar que utiliza una tecnología innovadora para transformar la basura de plástico en madera de plástico para reducir la deforestación.
Enfoque sistémico para la ecologización de la agroindustria convencional	Alianzas entre productores y consumidores verdes para un futuro verde

Acacia: La respuesta al cambio climático, la potenciación económica y la seguridad alimentaria en los ASAL	La adopción de las especies de árboles de acacia de Senegal/Licorice como sistema agroforestal en beneficio del medio ambiente y de las poblaciones de las zonas ASAL.
Plan de negocio para la producción y comercialización de compost a partir de residuos sólidos urbanos	La conversión de los residuos sólidos urbanos en formas de compost tendrá beneficios sociales, económicos y medio ambientales y contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
Youth Climate Leaders (YCL) (Líderes Juveniles por el Clima (YCL))	Jóvenes que viajan por el mundo y trabajan juntos para aprender más sobre el cambio climático y comenzar su carrera como líderes de la lucha
Marco para el desarrollo sostenible basado en la comunidad	Un marco modular de desarrollo sostenible para las comunidades que tiene en cuenta la naturaleza sinérgica de las infraestructuras y la sociedad.
Los residuos, una fuente de recursos- aprender a potenciar	Este proyecto aprovecha a las mujeres pobres afectadas por los residuos vertidos, proporcionándoles una fuente de ingresos y evitando al mismo tiempo la producción de gases de efecto invernadero.
Energía viva: conectar la ciencia, el diseño y la naturaleza para iluminar nuestro mundo	Living Light es una lámpara atmosférica que obtiene su energía de la planta que vive junto a la propia lámpara. La luz de la lámpara se produce gracias a la "tecnología de célula de combustible microbiana vegetal": energía generada por las bacterias del suelo que liberan electrones mientras descomponen los compuestos orgánicos de la planta. Estos electrones recogidos, para los que hemos creado un mecanismo de almacenamiento, producen suficiente energía para iluminar las luces LED durante, aproximadamente, una hora en la fase actual de desarrollo. Dado que la simbología de la Luz Viva es una lámpara extraordinaria, la hemos dotado de un interruptor extraordinario: al acariciar suavemente las hojas, esta planta ordinaria se transforma en una Luz Viva.
Un enfoque de conservación del medio ambiente para el manejo del petróleo y el gas en Uganda	Explotación de yacimientos petrolíferos con conciencia medio ambiental
Tierra para la vida: una alternativa a la tala y la quema en las selvas tropicales del mundo	"Guama", un modelo agroforestal integrado, está transformando los medios de vida de las familias, salvando los bosques tropicales; restaurando los suelos y paisajes degradados
Control de la población	El control de la población resuelve TODOS los problemas identificados de la humanidad. No hay nada más sinérgico que eso.
Potencial de las zeolitas para conservar la humedad en zonas africanas propensas a la sequía	La capacidad de conservación de la humedad de los minerales de zeolita puede aprovecharse para mejorar la producción de cultivos y árboles en zonas africanas propensas a la sequía.
Aprovechamiento de las telecomunicaciones para desvincular los ODS mediante un enfoque sistémico integral	Construir un movimiento ciudadano liderado por las TIC para abordar algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la acción climática desde la base.
Adecuar el enfoque indígena a para la adaptación y mitigación del cambio climático	El proyecto se dedica a destacar las técnicas autóctonas de adaptación y mitigación adaptadas por las comunidades locales para responder a los problemas del cambio climático.
Sistema de poligeneración solar que puede proporcionar energía, calor y agua limpia	Nuestro sistema utiliza concentradores solares para proporcionar energía, calor y agua limpia a un tercio del coste de capital de la energía solar fotovoltaica y no tiene costos variables.



Proceso del GEO-6



© Shutterstock/EtiAmmos

"Todos compartimos un planeta y somos una sola humanidad; no hay manera de escapar a esta realidad"[1]

Wangari Maathai (1940-2011), Premio Nobel

1 *"We all share one planet and are one humanity; there is no escaping this reality."* Traducción realizada por la traductora de la cita original en español para fines de esta publicación.

Objetivos, Alcance y Proceso

El mandato para el sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial se obtuvo de los Estados miembros en la primera Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (Resolución 1/4, Párrafo 8 de la parte dispositiva). Para más información sobre este mandato, véase el Anexo 1-1 de este informe. Los objetivos, el alcance y el proceso del GEO-6 fueron definidos y adoptados en una Declaración Final a cargo de la Consulta Mundial Intergubernamental y de Múltiples Partes Interesadas que tuvo lugar en octubre de 2014. A esta consulta asistieron más de 133 delegados en representación de más de 100 gobiernos.

Objetivos

La consulta reafirmó el mandato de la UNEA-1 mediante la identificación de los siguientes objetivos para la evaluación:

- Proporcionar una evaluación ambiental de alcance mundial, completa, integrada y científicamente probable a fin de apoyar los procesos de toma de decisiones en los niveles adecuados;
- Facilitar una mayor participación de los principales grupos y partes interesadas, en particular del sector privado y las ONG, y aumentar el alcance de los destinatarios;
- El análisis debe basarse en diversos sistemas de conocimiento, incluso utilizando directrices aceptadas para el uso de literatura científica revisada por pares, literatura gris, datos y conocimientos indígenas y locales;
- Se requiere de un proceso y una estructura organizativa claros para garantizar la credibilidad, la legitimidad y la relevancia;
- "La evaluación debe basarse en los anteriores informes GEO y ser coherente con ellos, así como con el trabajo de otras organizaciones y procesos intergubernamentales que le resulten pertinentes, incluidos los Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente, a fin de mantener su prestigio y su papel en el examen de la situación medio ambiental"[1];
- Orientar, según proceda, las direcciones estratégicas del PNUMA y de otros organismos relacionados con las Naciones Unidas;
- Fortalecer la pertinencia de las políticas del GEO-6 mediante la inclusión de un análisis sobre los estudios de caso de las opciones políticas, que incorpore datos e información ambiental, económica, social y científica, así como sus costos y beneficios indicativos, con el fin de identificar opciones políticas prometedoras que aceleren la consecución de los objetivos acordados internacionalmente, tales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible y otros acuerdos ambientales multilaterales;
- Identificar las brechas de datos en las cuestiones temáticas consideradas por el GEO-6.

Alcance

El GEO-6 está construido con fundamento en los informes previos del GEO y continúa proporcionando un análisis sobre el estado del medio ambiente mundial, las correspondientes respuestas políticas a nivel mundial, regional y nacional, así como las perspectivas para un futuro próximo. Se diferencia de los informes anteriores del GEO en el énfasis que pone en los Objetivos de Desarrollo Sostenible y en el aporte que hace sobre los posibles medios para acelerar el logro de estos. El GEO-6 se compone de cuatro partes distintas, pero estrechamente vinculadas:

- La **Parte A** evalúa el estado del medio ambiente mundial en relación con importantes objetivos que han sido acordados internacionalmente, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible y aquellos dispuestos en diversos acuerdos ambientales multilaterales.
- La evaluación se basa en análisis y conjuntos de datos nacionales, regionales y mundiales.
- La **Parte B** ofrece un análisis sobre la eficacia de la respuesta política a estos retos ambientales, así como un análisis de los avances hacia la consecución de objetivos mucho más específicos de esta naturaleza.
- En la **Parte C** se revisa la literatura sobre escenarios y se evalúan las vías para alcanzar la Agenda 2030, así como para lograr un mundo verdaderamente sostenible en 2050.
- La **Parte D** identifica los datos y conocimientos futuros necesarios para mejorar nuestra capacidad de evaluar los impactos ambientales y las vías para lograr la sostenibilidad.

El GEO-6 también considera importantes preguntas políticas, entre las que se encuentran:

- ¿Cuáles son las principales fuerzas motrices del cambio medio ambiental?
- ¿Cuál es el estado actual del medio ambiente y por qué?
- ¿Hasta qué punto hemos conseguido alcanzar los objetivos medio ambientales acordados internacionalmente?
- ¿Han tenido éxito las políticas ambientales?
- ¿Cuáles son las lecciones políticas aprendidas y las posibles soluciones?
- ¿Es suficiente la respuesta política actual?
- ¿Cuáles son los escenarios habituales y qué aspecto tiene un futuro sostenible?
- ¿Cuáles son los problemas emergentes y las megatendencias, incluyendo sus posibles impactos?
- ¿Cuáles son las posibles vías para alcanzar la Agenda 2030 y otros objetivos medio ambientales acordados internacionalmente?

Proceso

La consulta de octubre de 2014 también proporcionó orientación para reforzar el proceso de la evaluación del GEO-6, entre lo que se incluye:

- El proceso de evaluación contará con el apoyo de dos órganos consultivos principales: el Grupo Consultivo Intergubernamental de Alto Nivel y de Partes Interesadas (HLG, por su sigla en inglés) y el Grupo Consultivo Científico (SAP, por su sigla en inglés);
- También se contará con el asesoramiento de un Grupo de Trabajo sobre Metodologías de Evaluación, Datos e Información;
- Dentro de los participantes en el GEO-6 se encuentran: los Autores Coordinadores Principales (ACP); los Autores Principales; hasta 20 compañeros y coordinadores del GEO-6; expertos mundiales; expertos regionales; moderadores de la comunidad de práctica; editores de revisión; y, revisores;
- Los ACP proporcionaron los resúmenes técnicos del informe y prepararon los borradores de negociación sobre el Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas (SPM, por su sigla en inglés), en estrecha colaboración con el HLG y bajo su dirección, garantizando que los aspectos técnicos del GEO-6 quedaran reflejados en el borrador. El SPM fue negociados en una reunión intergubernamental y de las partes interesadas;
- Los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente, las organizaciones internacionales y las instituciones científicas pertinentes fueron tenidas en cuenta e invitadas a contribuir activamente en el proceso del GEO-6.
- El GEO-6 garantiza la credibilidad científica, la pertinencia política y la legitimidad de la evaluación gracias a la participación de una amplia gama de partes interesadas;
- La evaluación fue sometida a una amplia revisión científica por

parte de expertos y a una revisión gubernamental;
- El proceso de evaluación se centró en el desarrollo de la capacidad institucional mediante la participación de expertos de los países en desarrollo;
- La evaluación se centró en comunicar los mensajes clave y las conclusiones a los destinatarios de manera accesible.

CRONOLOGÍA

El proceso del Sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial se caracterizó por la celebración de cuatro grandes reuniones de autores, dos pequeñas reuniones de redacción sobre Perspectivas y Política, así como reuniones presenciales de los órganos consultivos, los editores de la revisión y los Estados miembros. El calendario de reuniones y redacción siguió tres principios básicos establecidos por los órganos consultivos:

- Debía haber coherencia entre las diferentes partes del GEO-6 y las 12 cuestiones transversales debían redactarse al mismo tiempo que la evaluación de los 5 temas medio ambientales.
- Debía haber oportunidades para una sólida interacción entre los autores y los órganos consultivos a fin de garantizar que se mantuviera tanto la relevancia política como la integridad científica a lo largo del proceso.
- Los equipos de autores debían ser pequeños, ya que las evaluaciones regionales contenían gran parte de la información necesaria para la evaluación mundial, constituyéndola en la base de esta.
- Para garantizar una sólida interacción con los órganos consultivos, 3 de las 4 reuniones más grandes de autores contaron con la participación del Grupo de Alto Nivel y del Grupo Consultivo Científico.

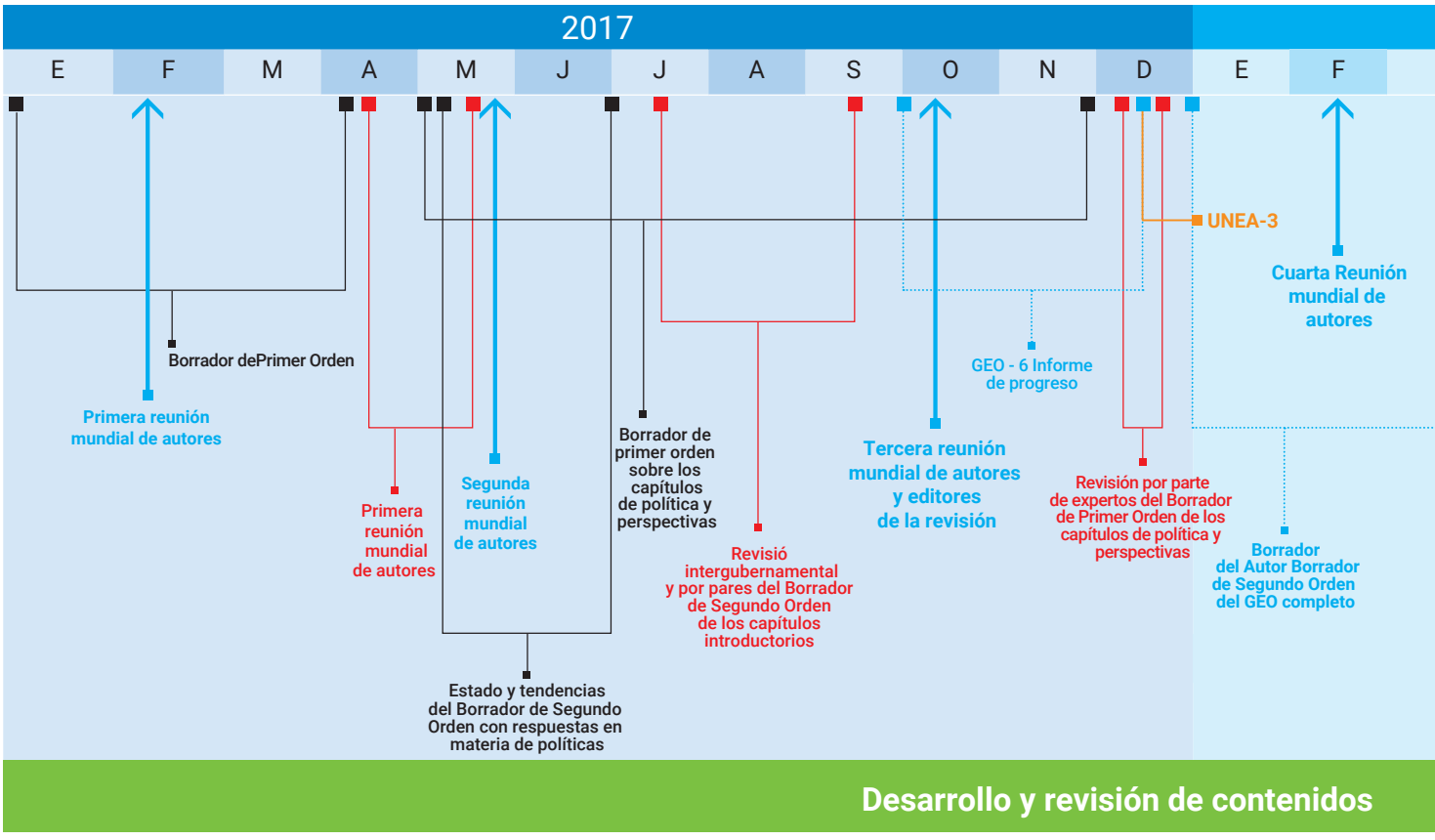
Para garantizar la coherencia de la evaluación, las reuniones más importantes se utilizaron para permitir "citas relámpago" entre los autores de los capítulos temáticos y los autores de los temas transversales. Estas "citas relámpago" permitieron una hora de debate entre los equipos de autores en la que se discutieron los temas y se asignaron tareas de redacción. Para garantizar que los equipos de autores se mantuvieran reducidos, se seleccionó primero un núcleo de Autores Coordinadores Principales en el proceso y luego se identificaron las brechas en las capacidades. A partir de este análisis, se enviaron invitaciones a los Autores Principales para complementar la redacción de los capítulos.

A medida que el programa de trabajo fue evolucionando, quedó claro que se necesitarían más reuniones de autores para los capítulos de Política y Perspectivas, las cuales fueron organizadas por la Secretaría durante los meses de mayo y junio de 2018. Adicionalmente, el Grupo Consultor Científico solicitó reunirse por última vez para formular su criterio sobre la credibilidad científica del proceso GEO. Esta reunión se organizó de forma consecutiva a la reunión final de los Editores de Revisión en octubre de 2018. Esto permitió que los dos grupos compartieran información sobre los procesos de revisión por pares y su rigor general.

En la reunión de redacción del SPM participaron el Grupo Consultor de Alto Nivel, los Autores Coordinadores Principales, así como los Copresidentes de la evaluación. Los Copresidentes del Grupo de Asesoramiento Científico también participaron como observadores y aportaron parte de su experiencia en la redacción de resúmenes en otros procesos de evaluación.

La última reunión del proceso GEO fue la de los Estados miembros para finalizar y aprobar el Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas. Esta reunión se celebró en la sede de ONU Medio Ambiente, lo que permitió una amplia participación de

Estados miembros. La reunión, la cual tuvo cuatro días de duración, tuvo por objeto revisar el texto del Resumen y realizar cambios que permitieran su adopción por parte de todos los Estados miembros presentes. El documento final aprobado fue presentado a la cuarta



Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente con el fin de que esta la aprobara.

ALIANZAS Y COLABORACIÓN

El desarrollo del GEO-6 involucró una amplia colaboración tanto dentro de ONU Medio Ambiente como entre esta y una red de expertos multidisciplinarios e instituciones de investigación, todos los cuales pusieron a disposición del proceso su valioso tiempo y conocimientos.

En la consulta se pidió que los expertos para el desarrollo de contenidos, incluidos los revisores y los grupos asesores, fueran designados por los gobiernos y otras partes interesadas en función de su experiencia y mediante un proceso de designación transparente. Los expertos designados fueron convocados por la Secretaría de ONU Medio Ambiente en función de su experiencia, teniendo en cuenta el equilibrio regional y de género.

Capítulos a cargo del grupo de expertos

El informe GEO-6 contiene 25 capítulos. Para cada capítulo se creó un grupo de expertos encargado de conceptualizar, investigar, redactar, revisar y finalizar cada capítulo. Más de 150 autores y compañeros participaron en el desarrollo del contenido. Cada capítulo de expertos estuvo bajo la dirección de tres o cuatro Autores Coordinadores Principales y contó con el apoyo de un coordinador de capítulos de la ONU Medio Ambiente. Otros miembros de los grupos de expertos de los capítulos fueron los Autores Principales y los Autores Colaboradores.

Compañeros GEO-6

El GEO-6 continuó con la iniciativa de Becas establecida durante el proceso del GEO-4 en 2005. De este modo, a los profesionales que iniciaron su carrera les fue posible participar en el proceso GEO y adquirir experiencia al vincularse a una evaluación medio ambiental mundial de gran envergadura. Un total de 27 compañeros de 15 países participaron en el GEO-6.

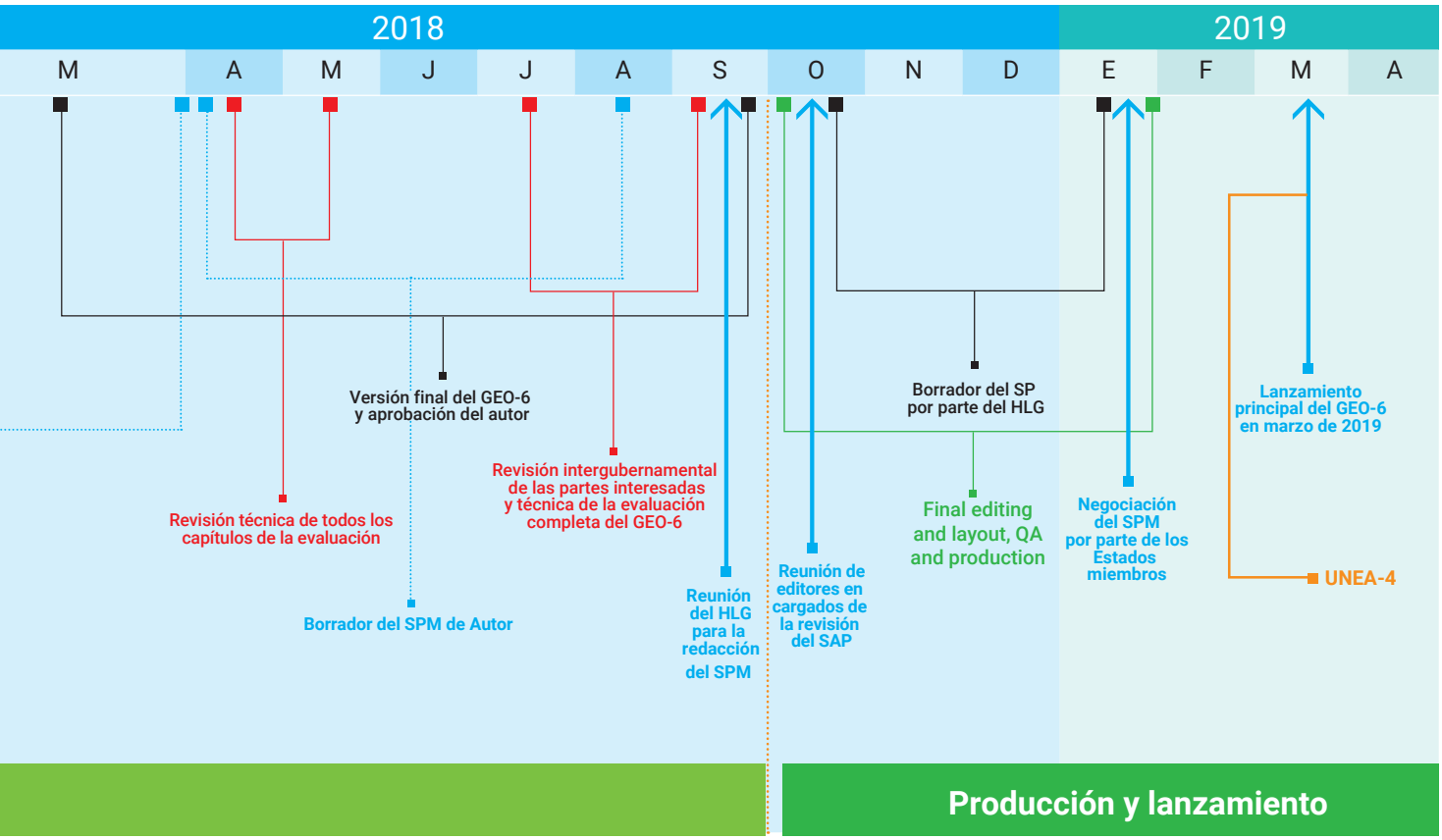
PROCESO DE REVISIÓN

La evaluación del GEO-6 se sometió a cinco rondas de revisión en las que participaron más de 1000 expertos. Esta contó con un total de cinco revisiones en diferentes etapas de su desarrollo y el proceso arrojó más de 14.000 comentarios. Debido a este proceso, los borradores de los capítulos han sido reescritos, ajustados y editados para mejorar su calidad, mientras que el proceso de redacción se ha ajustado para mejorar su eficacia.

Los primeros nueve capítulos introductorios de la evaluación: introducción, fuerzas motrices del cambio ambiental, estado de nuestros datos y conocimientos, cuestiones transversales, así como el estado del medio ambiente mundial, a través de 5 áreas temáticas principales: aire, biodiversidad, océanos, tierra y agua dulce fueron revisados en la parte inicial del proceso de los capítulos de políticas y perspectivas. Al final del proceso de revisión, todos los capítulos fueron sometidos a una nueva revisión por parte de expertos técnicos y, seguidamente, fueron sometidos a una revisión más extensa de carácter intergubernamental. Para la revisión final, cada uno de los capítulos se entregaron como capítulos individuales (25 capítulos por separado) y como un informe de evaluación completo (todos los capítulos en un solo documento).

Esto ofreció a los revisores la oportunidad de revisar capítulos específicos que estaban directamente relacionados con sus áreas de experiencia o revisar todo el informe de evaluación para comentar sobre la coherencia del informe.

Durante todos los periodos de revisión, la Secretaría ofreció un "servicio de atención" en el que apoyó a todos los revisores que



tuvieran preguntas o dudas sobre la labor delegada. Se organizaron reuniones virtuales para todos los revisores, coordinadas por la Secretaría, para orientar primero al equipo de revisión, antes de iniciar dicho proceso y luego para comprobar el progreso y responder preguntas. Estas reuniones virtuales fueron dirigidas por la Secretaría con el apoyo de los editores principales de la revisión, quienes escucharon y asesoraron sobre cualquier aspecto. En estas reuniones se discutió el material y las herramientas de revisión preparatorias, centrándose en las directrices de los revisores. Se elaboraron y actualizaron los términos de referencia para los revisores para cada periodo de revisión, incluyendo sus responsabilidades éticas en el marco del GEO-6. Durante el periodo de revisión, la Secretaría realizó llamadas de seguimiento a todos los revisores disponibles para evaluar el progreso y revisar los plazos importantes. Todas las grabaciones de las llamadas de revisión se compartieron con todo el equipo de revisión para garantizar que los demás revisores estuvieran al tanto de las tareas y del plan para avanzar.

GEO-6 ÓRGANOS CONSULTIVOS

Con el fin de apoyar el proceso de evaluación se crearon tres órganos consultivos externos especializados.

Grupo Consultivo Intergubernamental de Alto Nivel y de Partes Interesadas

El Panel incluía 33 representantes gubernamentales de alto nivel de las seis regiones de ONU Medio Ambiente, así como entre 8 y 10 partes interesadas clave. El Grupo de Alto Nivel evaluó y formuló consejos estratégicos a los autores del GEO-6 y a otros grupos para ayudarles en su trabajo de evaluación. También proporcionaron una orientación inicial sobre la estructura y el contenido del SPM y otras orientaciones a los expertos para la finalización del proyecto de Resumen, en preparación de la negociación intergubernamental final. Además, se proporcionó orientación *ad hoc* a la ONU Medio Ambiente a lo largo del proceso de evaluación para alinear el proceso del GEO-6 con otras evaluaciones mundiales pertinentes. El Grupo de Alto Nivel se reunió, cara a cara, siete veces entre 2015 y 2018; también se realizaron reuniones virtuales mensualmente a lo largo de la preparación de la evaluación mundial, desde mayo de 2016 hasta septiembre de 2018.

Grupo Asesor Científico

El Panel incluyó a 22 distinguidos científicos que se reunieron presencialmente en cinco ocasiones. Este grupo se encargó de asesorar sobre la credibilidad científica del proceso de evaluación. El Panel proporcionó asesoramiento científico; normas y directrices para el proceso de evaluación y revisión; y, revisó las conclusiones de la evaluación intermedia de dicho proceso. El Panel se reunió virtualmente de forma mensual a lo largo de la preparación de la evaluación mundial, desde junio de 2016 hasta octubre de 2018.

Grupo de Trabajo sobre Metodologías de Evaluación, Datos e Información

El grupo de trabajo estaba formado por 12 profesionales que se reunieron, de forma presencial, tres veces entre 2015 y 2018 y proporcionaron apoyo al proceso de evaluación, al igual que orientación sobre el uso de conjuntos de datos e indicadores básicos. Consultaron con expertos para revisar los métodos utilizados en el GEO-6, identificar los indicadores ambientales prioritarios, así como las brechas de datos y cuestiones relacionadas. El Grupo de Trabajo se reunió virtualmente cuando fue necesario a lo largo del proceso.

PROCESO DE LA CONSULTA

El PNUMA organizó paneles de discusión en todas las reuniones de los autores a lo largo del proceso de evaluación. Estos paneles de discusión tenían como objetivo profundizar en cuestiones medio ambientales específicas que fueran relevantes para la región y para el lugar de la reunión. A continuación se indican algunas de las principales reuniones convocadas desde el inicio del proceso del GEO-6.

Reuniones de planificación del GEO-6

Se convocaron dos reuniones de planificación con el Grupo de Alto Nivel y el Grupo Científico Asesor en mayo y junio de 2016. Las reuniones produjeron un esquema final anotado para la evaluación global y una lista de copresidentes recomendados, así como de Autores Coordinadores Principales.

Consulta Mundial Intergubernamental y de Múltiples Partes Interesadas

Esta consulta definió y adoptó el alcance, los objetivos y el proceso para el GEO-6 en octubre de 2014. Los participantes en la consulta intergubernamental y de múltiples partes interesadas llegaron a la conclusión de que el GEO-6 sería una evaluación ambiental integrada que utilizaría el enfoque Fuerzas motrices - Presiones - Estado - Impactos - Respuesta (FPEIR). El informe se basaría en evaluaciones regionales e incluiría un SPM negociado a nivel intergubernamental. El análisis tendría como objetivo presentar las conclusiones y ofrecer productos a públicos específicos, entre los que se incluyen los responsables de la toma de decisiones, en los sectores público y privado, así como las empresas y los jóvenes.

Reunión de expertos sobre las perspectivas

En mayo de 2018, se convocó a un grupo de expertos en perspectivas, para conducir los capítulos de política a la calidad de borrador de tercer orden, abordando todos los comentarios de los editores científicos, así como los comentarios recibidos del período de revisión técnica del borrador de segundo orden.

Reunión de expertos en políticas

En junio de 2018, se convocó un grupo de expertos en políticas, para trasladar los capítulos de políticas a la calidad de borrador de tercer orden, abordando todos los comentarios de los editores científicos, así como los comentarios recibidos del período de revisión técnica del borrador de segundo orden.

Reuniones globales de autores

Se convocaron cuatro reuniones globales de producción y de autores en febrero de 2017, mayo de 2017, octubre de 2017 y en febrero de 2018 para debatir y desarrollar el contenido y los esquemas de los capítulos del GEO-6, abordar los comentarios de las revisiones y armonizar los diferentes enfoques y estilos de presentación.



Reuniones de los grupos de trabajo de los capítulos

Se convocaron cientos de reuniones virtuales de los capítulos para preparar, examinar y revisar los borradores de los distintos capítulos.

Reunión intergubernamental de creación del Resumen para los Responsables de la Formulación de Políticas (SPM, por su sigla en inglés)

Del 21 al 24 de enero de 2019 se convocó una última reunión intergubernamental de composición abierta en Nairobi, Kenia, para negociar y adoptar el SPM del GEO-6.

En la reunión, a la que asistieron 95 gobiernos, se aprobó el resumen, que presenta las conclusiones del GEO-6 relevantes para la formulación de políticas y fue publicado como un documento independiente. El resumen del GEO-6 para los responsables políticos se presentó a la cuarta Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente para su aprobación.

El lanzamiento del GEO-6 coincidirá con la cuarta Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Este destaca la situación actual, las tendencias y las perspectivas del planeta y sus habitantes, y presenta más de 35 estudios de casos de políticas cuya eficacia ha sido evaluada.

El GEO-6 pone de relieve no sólo los peligros de retrasar la acción, sino las opciones para transformar nuestros sistemas económicos, medio ambientales y sociales para lograr un mundo verdaderamente sostenible.

Más información en https://www.unenvironment.org/global-environment-outlook

APÉNDICE

Declaración de la Consulta Mundial Intergubernamental y de Múltiples Partes Interesadas sobre el Sexto informe sobre Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, celebrada en Berlín del 21 al 23 de octubre de 2014

UNEP/IGMC.2 Rev.2

Fortalecimiento de la interfaz de la política científica:

Construyendo la base de evidencias para la Agenda Post-2015

23 de octubre de 2014

Organización del trabajo

La Consulta Mundial Intergubernamental de Múltiples Partes Interesadas (IGMS, por su sigla en inglés) se reunió en Berlín del 21 al 23 de octubre de 2014. Asistieron 133 delegados, con más de 100 representantes gubernamentales.

La reunión fue inaugurada por Achim Steiner, Director Ejecutivo del PNUMA.

En dicha reunión fueron elegidos, en calidad de Copresidentes, los funcionarios Idunn Eidheim (Noruega) y el Dr. Majid Shafie-Pour (Irán). El Dr. Peter Denton (Grupos Principales y Partes Interesadas) fue elegido como Relator.

Antecedentes

Se hizo referencia al documento final de Río+20, a decisiones anteriores del Consejo de Administración y, en concreto, a las Resoluciones 4 y 10 de la UNEA.

La Secretaría presentó las recomendaciones de la evaluación independiente del GEO-5, que establecía la necesidad de:

"1) facilitar la participación de las partes interesadas; 2) mejorar la creación de capacidades; 3) aumentar el uso de la literatura gris y el conocimiento indígena; 4) promover la relevancia a todas las escalas; 5) aumentar la participación de los países en desarrollo; 6) facilitar el acceso a la información; 7) utilizar la gestión basada en resultados y en evidencia para las evaluaciones; y 8) mejorar la planificación financiera y la financiación".

Los participantes en la IGMS tomaron nota de las conclusiones de la evaluación y expresaron la necesidad de facilitar una participación más amplia de los grupos principales y de las partes interesadas, en particular del sector privado y las ONG, y de aumentar el alcance de los destinatarios. El análisis debe basarse en diversos sistemas de conocimiento, incluso utilizando directrices aceptadas para el uso de literatura científica revisada por pares, literatura gris, datos y conocimientos indígenas y locales. Se necesita un proceso y una estructura organizativa claros para garantizar la credibilidad, la legitimidad y la relevancia. La evaluación debe basarse en y ser coherente con los anteriores GEO, así como con el trabajo de otras organizaciones y procesos intergubernamentales pertinentes, incluidos los MEA, a fin de mantener su imagen y su papel en la revisión de la situación medio ambiental.

En el punto cuatro del orden del día, los participantes en la reunión debatieron las opciones y el calendario del GEO-6.

Estructura del contenido del GEO-6

Los participantes en el IGMS respaldaron que el GEO-6 fuera una evaluación ambiental integrada, utilizando el enfoque Fuerzas motrices - Presiones - Estado - Impactos - Respuesta (FPEIR) en el marco conceptual del GEO. El informe se basará en las evaluaciones regionales e incluirá un SPM negociado a nivel intergubernamental. El análisis tendrá como objetivo presentar los resultados y entregar productos a audiencias específicas entre los responsables de la toma de decisiones, a través de los sectores público y privado a nivel mundial y local.

El GEO-6 reflejará tres amplios componentes analíticos.

Medio ambiente mundial: Estado y tendencias

El primer componente incluirá un análisis del estado y las tendencias medio ambientales del aire, la biota, la tierra y el agua y sus múltiples contribuciones al medio ambiente y al bienestar humano. Para ello se analizarán las interacciones con cuestiones transversales como el cambio climático, las catástrofes medio ambientales, la alimentación, la energía, la salud humana, el desarrollo económico, el uso de recursos, los productos químicos y los residuos, y la cultura y la sociedad, así como las políticas pertinentes.

Políticas, Metas y Objetivos Medio Ambientales: Un Examen de las Respuestas y de las Opciones Políticas

El segundo componente proporcionará un análisis político de los vínculos entre el estado y las tendencias del medio ambiente y las metas y objetivos medio ambientales mundiales y regionales, incluidos los reflejados en las respuestas políticas nacionales, y una evaluación de los progresos realizados para alcanzarlos.

Perspectiva Mundial del Medio Ambiente

El tercer componente consistirá en un análisis integrado de las megatendencias y del cambio medio ambiental, así como también se referirá a los resultados de la modelización, los escenarios y las perspectivas regionales. El análisis tendrá en cuenta el Informe Mundial sobre el Desarrollo Sostenible y proporcionará soporte a los componentes medio ambientales de la agenda post-2015.

Calendario del GEO-6

Los participantes expresaron un amplio apoyo a las siguientes fechas de entrega: Las evaluaciones regionales del GEO-6 se entregaron a principios de 2016 y el GEO-6 completo, incluido el SPM, se entregó a más tardar en 2018, en un evento para tal efecto determinado entre el PNUMA y los gobiernos. Las evaluaciones regionales se llevaron a cabo durante 2015. El Director Ejecutivo del PNUMA informó sobre los avances a la UNEA 2 en 2016.

Proceso y estructura operativa del GEO-6

Los participantes también expresaron su apoyo a la creación de dos órganos consultivos: el Grupo Consultivo Intergubernamental y de Partes Interesadas de Alto Nivel (HLG, por su sigla en inglés) y el Grupo Consultivo Científico (SAP, por su sigla en inglés). También hubo un grupo de trabajo sobre metodologías de Evaluación, Datos e Información. El HLG incluyó a cinco representantes de cada región de la ONU, más cinco representantes de los Grupos Principales y de las Partes Interesadas. El SAP estuvo compuesto por tres representantes de cada región del PNUMA, más un máximo de seis expertos mundiales. El Grupo de Trabajo sobre Metodologías de Evaluación, Datos e Información estuvo compuesto por tres representantes del PNUMA de cada región, más un máximo de seis expertos mundiales. Los participantes expresaron su deseo de incluir a personas con conocimientos indígenas y locales.

Otras funciones del GEO-6 serían Autores Coordinadores Principales (CLA, por su sigla en inglés); Autores Principales; hasta 20 compañeros del GEO-6; Expertos Globales; Expertos Regionales; Moderadores de la Comunidad de Práctica; Editores de Revisión; y Revisores.

Los participantes debatieron los términos de referencia de la estructura operativa, tal y como se recoge en el Anexo 1.

Basándose en la práctica de los anteriores GEO y otras evaluaciones científicas internacionales, los CLA proporcionaron resúmenes técnicos del GEO-6 y prepararon los borradores de negociación del SPM en estrecha colaboración con el HLG y bajo su dirección, asegurándose de que los aspectos técnicos del GEO-6 quedarán reflejados en el borrador. El SPM fue negociado en una reunión intergubernamental y de partes interesadas.

Se señaló que UNEP Live sería utilizado por la Secretaría para mejorar el desarrollo de capacidades y respaldar el GEO-6 proporcionando la plataforma para las Comunidades de Práctica del GEO-6 y el Portal de Candidaturas. UNEP Live también apoyó los análisis globales y regionales a través de la recopilación de datos relevantes relacionados, entre otras cosas, con la UNSEEA y el desarrollo de indicadores; fomentó el intercambio y el acceso a los datos y la información nacionales; enlazó la literatura revisada por pares de varios dominios lingüísticos; proporcionó acceso al conocimiento indígena y local y a la información extraída de fuentes atribuibles y públicas. También debería proporcionar información sobre los beneficios para los países del UNEP Live; las funciones de los MEA en UNEP Live y sobre el programa de trabajo de UNEP Live.

Se apoyó que el GEO-6 utilizara las Comunidades de Práctica para fomentar el intercambio de conocimientos entre los distintos grupos, aumentara el compromiso de las partes interesadas y apoyara el desarrollo de capacidades. Se establecieron CoP para las principales áreas del GEO-6 y las evaluaciones regionales. El desarrollo de capacidades fue apoyado a través del programa de becas, la aplicación de sistemas nacionales de información, junto con la participación en redes regionales de información medio ambiental y evaluaciones regionales.

Los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente fueron tenidos en cuenta, al igual que las organizaciones internacionales y las instituciones científicas pertinentes que pudieran contribuir activamente con el proceso del GEO-6.

La revisión por pares en varias etapas fue apoyada, basándose en los siguientes principios: en primer lugar, debía incluirse el mejor asesoramiento científico y técnico posible para garantizar que la evaluación representara los últimos hallazgos científicos, técnicos y socioeconómicos más recientes y que fuera lo más completa posible. En segundo lugar, un proceso de amplia difusión que garantizara la participación de expertos que no hubieran intervenido en la preparación de las partes a cargo de la revisión, haciendo especial hincapié en la inclusión del mayor número posible de expertos de países en desarrollo. En tercer lugar, la revisión por parte de los gobiernos incluyó tanto aspectos técnicos como políticos, respetando la independencia de los revisores. Por último, el proceso de revisión en varias fases fue equilibrado, abierto y transparente. Los conflictos de intereses se identificarán mediante un proceso basado en los utilizados por la IPBES y el IPCC.

Proceso de nominación

Los participantes hicieron énfasis en la necesidad de un proceso de nominación abierto y transparente para todos los cargos del GEO-6, utilizando el Portal de Nominaciones del GEO-6 en UNEP Live. Los expertos fueron nominados utilizando los criterios descritos en el Anexo II, y fueron seleccionados por el PNUMA de manera transparente, teniendo en cuenta la necesidad de garantizar el equilibrio geográfico, disciplinario y de género. El periodo de nominación fue extendido hasta el 31 de enero de 2015 y el proceso de selección se completó al finalizar el 28 de febrero de 2015. La aceptación de nominaciones tardías se dio bajo circunstancias atenuantes. Los expertos seleccionados y los nominados para los órganos consultivos fueron enviados a los gobiernos para su revisión. La lista de expertos seleccionados fue publicada en línea.

Los representantes gubernamentales para el HLG debieron ser nombrados por sus respectivos gobiernos y actuaron en calidad de tales. El proceso de selección de los representantes de las partes interesadas fue supervisado por la Subdivisión de Grupos Principales y Partes Interesadas del PNUMA. El procedimiento de selección para el HLG se determinó dentro de los grupos regionales de la ONU.

El proceso de nominación se inició mediante una carta de la Secretaría enviada a los gobiernos y a los Grupos Principales y Partes Interesadas. Esta correspondencia fue redactada en el idioma correspondiente de la ONU y adjuntó los detalles de los procesos del GEO-6, incluida la remuneración de los expertos y un calendario del GEO-6.

Acrónimos y Abreviaturas

AaaS, por su sigla en inglés	Analítica como Servicio
ABNJ, por sus siglas en inglés	Áreas situadas por fuera de la jurisdicción nacional
AC	Agricultura de Conservación
ACNUR	Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados
ADB	Asian Development Bank
AGGI, por sus siglas en inglés	Índice Anual de Gases de Efecto Invernadero
AGNU	Asamblea General de las Naciones Unidas
AIE	Agencia Internacional de la Energía
AL	autoridades locales
AMAP, por sus siglas en inglés	Programa de Monitoreo y Evaluación del Ártico
AMCEN, por sus siglas en inglés	Conferencia Ministerial Africana sobre el Medio Ambiente
AMP	Área marina protegida
AOC, por su sigla en inglés	Áreas de preocupación
AOD	Asistencia Oficial para el Desarrollo
AP	Área protegida
APP	Alianza público privada
ASEAN, por sus siglas en inglés	Asociación de Naciones del Sudeste Asiático
ASGM, por sus siglas en inglés	Minería de oro artesanal y en pequeña escala
AVAD	años de vida ajustados por discapacidad
BACT, por sus siglas en inglés	Mejor Tecnología de Control Disponible
BaP, por sus siglas en inglés	Benzo[a]pireno
BAT, por sus siglas en inglés	Mejores Técnicas Disponibles
BAU, por su sigla en inglés	Escenario sin cambios
BCAM	Buenas condiciones agrarias y medioambientales
BECCS, por sus siglas en inglés	Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono
BEV, por su sigla en inglés	vehículos eléctricos de batería
CAC	captura y almacenamiento de carbono
$CaCO_3$	Carbonato de Calcio
CAS	Chemical Abstracts Service
CBMIS, por sus siglas en inglés	Sistemas de monitoreo e información comunitarios
CBO, por sus siglas en inglés	Oficina de Presupuesto del Congreso
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental (de la NAFTA)
CCAC, por sus siglas en inglés	Coalición Clima y Aire Limpio para la Reducción de los Contaminantes Climáticos de Vida Corta
CCAK	Clean Cookstoves Association of Kenya
CCB	China Construction Bank Corporation
CCE, por su sigla en inglés	Educación sobre el Cambio Climático
CCFSC	Central Committee for Flood and Storm Control
CCI	Centro Común de Investigación (Comisión Europea)
CCP, por su sigla en inglés	políticas de comando y control
CCRVMA	Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos
CCVC	Contaminantes climáticos de vida corta
CD, por sus siglas en inglés	discos compactos
CDB	Convenio sobre Diversidad Biológica
CDC	Centre for Disease Control and Prevention (Estados Unidos)
CDM	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
CDN	Contribuciones determinadas a nivel nacional
CDS	1) Comercio y Desarrollo Sostenible 2) Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas
CDSS	Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud
CE	Comisión Europea
CEC, por su sigla en inglés	Contaminantes de interés emergente
CEDS	Community Emissions Data System
CENESTA	Centre for Sustainable Development and Environment
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPE	Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas
CER	crédito de energía renovable
CESPAP	Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico
CET	conocimientos ecológicos tradicionales
CFC	clorofluorocarburos
CFC-11	triclorofluorometano
CH_4	Metano
CITES, por sus siglas en inglés	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CLRTAP, por sus siglas en inglés	Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia
CLTS, por su sigla en inglés	saneamiento total liderado por la comunidad
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CMS	Convención sobre la Conservación de Especies Migratorias de Animales Silvestres
CN	carbono negro
CNDS	Consejos Nacionales para el Desarrollo Sostenible
CNP	contribución de la naturaleza a las personas
CNULD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
CO	monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
COMEAP	Committee on the Medical Effects of Air Pollutants
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal de México
COP	1) Conferencia de las Partes 2) contaminantes orgánicos persistentes
CORSIA, por sus siglas en inglés	Plan de Compensación y Reducción del Carbono para la Aviación Internacional
COV	compuestos orgánicos volátiles
CPDN	Contribución Prevista Determinada a Nivel Nacional
CSIRO, por sus siglas en inglés	Organización de Investigación Científica e Industrial de la Mancomunidad Británica de Naciones (Australia)
CSML	Climate Science Model Language
CT	conocimiento tradicional

DaaS, por su sigla en inglés	Data as a Service
DAM	drenaje ácido y metalífero
DDT, por sus siglas en inglés	Diclorodifeniltricloroetan
DDTS	desertificación, degradación de la tierra y sequía (CNULD)
DEFRA, por sus siglas en inglés	Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte)
DESD UN, por sus siglas en inglés	Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (CNULD)
DFO, por su sigla en inglés	Departamento de Pesca y Océanos (Canadá)
DIF	Directory Interchange Format
DSF, por sus siglas en inglés	frecuencia de la tormenta del desierto
DSI, por su sigla en inglés	intensidad de la tormenta de polvo
DVTT	Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza Responsable de la Tenencia de la Tierra
DWAF	Department of Water Affairs and Forestry (Sur África)
EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
EAP, por sus siglas en inglés	Programa de Acción Ambiental
EbA, por sus siglas en inglés	adaptación basada en los ecosistemas
EBAFOSA, por su sigla en inglés	Adaptación Basada en los Ecosistemas para la Seguridad Alimentaria
EDA	Evaluación de Desempeño Medioambiental
EDC, por sus siglas en inglés	disruptores endocrinos
EDS	Educación para el Desarrollo Sostenible
EE.UU.	Estados Unidos de América
EEA	European Environment Agency
EEI	especies exóticas invasoras
EEM	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
EGA, por sus siglas en inglés	Acuerdo sobre Bienes Ambientales
EIA	evaluaciones de impacto ambiental
EIA, por sus siglas en inglés	Administración de Información Energética
EID, por sus siglas en inglés	enfermedades infecciosas emergentes
EIP, por sus siglas en inglés	políticas de incentivos económicos
EIS	Evaluación de impacto de sostenibilidad
ELD, por sus siglas en inglés	Iniciativa Económica de Degradación de la Tierra
EML, por sus siglas en inglés	lenguaje de metadatos ecológicos
EMV	ecosistemas marinos vulnerables
ENGO, por sus siglas en inglés	Organizaciones Ambientales No Gubernamentales
EPA, por sus siglas en inglés	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
EPANB	Estrategias y Planes de Acción Nacionales sobre Biodiversidad
EPOC	enfermedad pulmonar obstructiva crónica
ESA, por sus siglas en inglés	1) área ambientalmente sensible, o 2) Agencia Espacial Europea
ESDIS	Earth Science Data and Information System
EVAS	esperanza de vida ajustada por salud
FAO, por su sigla en inglés	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FBS, por su sigla en inglés	hoja de balance de alimentos (de la FAO)
FBSP, por sus siglas en inglés	Política de Saneamiento Básico Gratuito
FBWP, por su sigla en inglés	Política de Agua Básica Gratuita
FEM	Foro Económico Mundial
FIT, por su sigla en inglés	política de tarifas de alimentación
FMAM	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
FNB	Felicidad Nacional Bruta
FPAN	Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible
FPEIR	Fuerzas Motrices, Presiones, Estado, Impacto, Respuesta
FPNU	Fondo de Población de las Naciones Unidas
FSC	Forest Stewardship Council
G7	Grupo de los Siete (Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Reino Unido, Estados Unidos)
GACC	Global Alliance for Clean Cookstoves
GAP, por sus siglas en inglés	Programa de acción mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible
GAWSiS, por sus siglas en inglés	Sistema de Información de Estaciones de Vigilancia Atmosférica Mundial
GBC	Gran Barrera de Coral
GBD, por sus siglas en inglés	Carga Global de las Enfermedades
GBRMPA, por su sigla en inglés	Autoridad del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral
GCM, por sus siglas en inglés	modelos climáticos globales
GDI, por sus siglas en inglés	Inyección directa de gasolina
GEA, por sus siglas en inglés	Evaluación Ambiental Mundial
GEI	gases de efecto invernadero
GEMI, por sus siglas en inglés	Iniciativa de ONU-Agua para el Monitoreo Integrado
GEO, por sus siglas en inglés	Perspectivas del Medio Ambiente Mundial
GEOSS, por sus siglas en inglés	Sistema Global de Sistemas de Observación de la Tierra
GESAMP, por sus siglas en inglés	Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino
GGEO	Global Gender and Environment Outlook
GICH	Gestión Integrada de las Cuencas Hidrográficas
GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
GLADIS, por sus siglas en inglés	Sistema Mundial de Información sobre Degradación de la Tierra
GLASOD, por sus siglas en inglés	Evaluación Mundial de la Degradación de los Suelos
GLOBE	Global Learning and Observation to Benefit the Environment
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GLRI, por sus siglas en inglés	Iniciativa de Restauración de los Grandes Lagos
GM	genéticamente modificado
GMACC, por sus siglas en inglés	Consejo Asesor Militar Mundial sobre Cambio Climático
GMSL, por sus siglas en inglés	Nivel Medio Mundial del Mar
GMV	Gran Muralla Verde (China)
GPA, por sus siglas en inglés	Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino frente a las Actividades Realizadas en Tierra
GSP, por su sigla en inglés	Alianza Mundial por el Suelo
GST	gestión sostenible de la tierra
$GtCO_2$	gigatoneladas de bióxido de carbono
GW	gigavatio
GWG, por sus siglas en inglés	Grupo de Trabajo Internacional
GWP, por sus siglas en inglés	Asociación Mundial para el Agua
ha	hectáreas
HAP	hidrocarburos aromáticos policíclicos
HCFC, por sus siglas en inglés	Hidroclorofluorocarburos

HEI	Health Effects Institute
HFC	Hidrofluorocarburos
Hg	Mercurio
I+D	Investigación y Desarrollo
IAEG, por sus siglas en inglés	Grupo Interinstitucional y de Expertos
IAEG-SDG	Objetivos ambientales convenidos internacionalmente
IAM, por sus siglas en inglés	Modelos Integrados de Evaluación
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICCT	International Council on Clean Transportation
ICMM	International Council of Mining and Metals
ICP, por sus siglas en inglés	Programa Cooperativo Internacional
ICPDR, por sus siglas en inglés	Comisión Internacional para la Protección del Río Danubio
ICS, por sus siglas en inglés	cocinas de biomasa mejoradas
IDMC	Internal Displacement Monitoring Centre
IEA, por sus siglas en inglés	evaluación medioambiental integrada
IFAW, por su sigla en inglés	Fondo Internacional para el Bienestar de los Animales
IFPRI, por sus siglas en inglés	Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias
IGRAC, por sus siglas en inglés	Centro Internacional para la Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos
IIED, por su sigla en inglés	Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo
IJC, por su sigla en inglés	Comisión Conjunta Internacional
IK, por sus siglas en inglés	conocimiento indígena
ILR	Índice de la Lista Roja
INDC	Iksandar Regional Development Authority
INDNR	pesca ilegal, no declarada y no reglamentada
INTERPOL, por sus siglas en inglés	Organización Internacional de Policía Criminal
IPA	integración de la política ambiental
IPAT	Impacto = Población x Afluencia x Tecnología
IPBES, por su sigla en inglés	Plataforma Intergubernamental Científico Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas
IPCC, por sus siglas en inglés	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
IPD, por sus siglas en inglés	Desplazados Internos
IPLC, por su sigla en inglés	pueblos indígenas y las comunidades locales
IPV	Índice del Planeta Vivo
IRAB	Infecciones respiratorias agudas bajas
IRG	Iniciativa de Reporte Global
ISA, por sus siglas en inglés	Autoridad Internacional de los Fondos Marinos
ISO	Organización Internacional para la Normalización
ITF	Foro Internacional del Transporte
ITPS, por su sigla en inglés	Grupo Técnico Intergubernamental sobre Suelos
ITQ, por sus siglas en inglés	cuota individual transferible
JMP, por sus siglas en inglés	Programa Conjunto de la OMS/ UNICEF sobre Monitoreo del Abastecimiento del Agua, el Saneamiento y la Higiene
LAC, por sus siglas en inglés	América Latina y el Caribe
LAER, por sus siglas en inglés	tasa de emisión más baja posible
LANCE	Land, Atmosphere near real-time Capability para el Sistema de Observación de la Tierra
LCT, por su sigla en inglés	tecnologías bajas en carbono
LMMA, por su sigla en inglés	Áreas Marinas Gestionadas Localmente
LSF, por sus siglas en inglés	pesquerías a gran escala
LTEMP, por sus siglas en ingles	Plan Experimental y de Gestión a Largo Plazo de la Presa de Glen Canyon
MAE	medidas agroambientales
MARPOL, por sus siglas en inglés	Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques
MBR	Manejo Basado en la Resiliencia
MCA, por sus siglas en inglés	Consejo de Minerales de Australia
MEA, por sus siglas en inglés	acuerdos multilaterales sobre medio ambiente
MEB, por sus siglas en inglés	base de evidencia múltiple
MMC	Melanoma maligno cutáneo
MP	material particulado
MP_{10}	partículas con un diámetro de 10 micrómetros (0,01 milímetros) o menos
$MP_{2,5}$	partículas con un diámetro de 2,5 micrómetros (0,0025 milímetros) o menos
MRV, por sus siglas en inglés	medición, notificación y verificación
MTFR, por sus siglas en inglés	máxima reducción tecnológicamente posible
MUDP	Environmental Technology Development and Demonstration Program (Dinamarca)
MUFPP, por su sigla en inglés,	Pacto de Política Alimentaria Urbana de Milán
N_20	óxido nitroso
NAAQS, por sus siglas en inglés	Normas Nacionales de Calidad del Aire Ambiente (Estados Unidos)
NASA, por sus siglas en inglés	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio
NAZCA, por sus siglas en inglés	Zona para la Acción Climática de Actores no Estatales
NDT	neutralidad de la degradación de la tierra
NDVI, por sus siglas en inglés	índice de vegetación de diferencia normalizada
NEPA, por sus siglas en inglés	Ley de Política Ambiental Nacional (Estados Unidos)
NFCP	Natural Forest Conservation Program (China)
NH_3	amoníaco
NMVOC	compuestos orgánicos volátiles no metánicos
NO_2	dióxido de nitrógeno
NOAA, por sus siglas en inglés	Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera
NOWPAP, por su sigla en inglés	Plan de Acción para el Pacífico Noroccidental
NO_x	óxidos de nitrógeno
NSPS, por sus siglas en inglés	Normas de Desempeño de Nuevas Fuentes
O_3	Ozono
OC, por sus siglas en inglés	Carbono Orgánico
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
OGM	organismo genéticamente modificado
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMI	Organización Marítima Internacional

OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OROP	Organizaciones Regionales de Ordenación Pesquera
OSACTT	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico
OSC	organización de la sociedad civil
OSCAR, por sus siglas en inglés	Análisis y Examen de la Capacidad de los Sistemas de Observación
OSPAR, por sus siglas en inglés	Convenio para la Protección del Medio Marino del Atlántico Nordeste
OVM	organismo vivo modificado
PAC	Política Agrícola Común
PACC	Programa de Adaptación del Pacífico al Cambio Climático
PAM	Convenio de Barcelona para la protección del Mar Mediterráneo
PAME, por su sigla en inglés	Efectividad de Manejo del Área Protegida Marina
PAN	Plan de Acción Nacional
PAR, por sus siglas en ingles	proteger - amoldarse - retroceder
PAWS, por su sigla en inglés	Protección de las Especies Silvestres de Asia
Pb	Plomo
PBDE, por sus siglas en inglés	Polibromodifenil éteres
PBT, por sus siglas en inglés	Sustancias químicas persistentes, bioacumulativas y tóxicas
PCA	potencial de calentamiento atmosférico
PCB, por sus siglas en inglés	policlorobifenilos
PCFV, por sus siglas en inglés	Alianza a Favor de Vehículos y Combustibles Menos Contaminantes
PCN, por sus siglas en inglés	Naftalenos policlorados
PCO	plaguicidas organoclorados
PEER	Publishing and the Ecology of European Research
PFAS, por sus siglas en inglés	sustancias perfluoroalquiladas
PFC, por sus siglas en inglés	productos químicos prefluorados
PFI, por sus siglas en inglés	inyección de combustible en puerto
PHE, por sus siglas en inglés	Fenantreno
PIB	Producto Interno Bruto
PNA	Plan Nacional de Aplicación
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PNUMA-CEPE	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas
PoWPA, por sus siglas en inglés	Programa de Trabajo sobre Zonas Protegidas del Convenio sobre la Diversidad Biológica
PPA	paridad del poder adquisitivo
PPN	producción primaria neta
PPSR	Public Participation in Scientific Research
PRTR, por sus siglas en inglés	Registros de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
PSE	pago por servicios ecosistémicos
PTG	Potencial de Temperatura Global
RACT, por sus siglas en inglés	Tecnología de Control Razonablemente Disponible
RBFM, por sus siglas en inglés	gestión de la pesca basada en los derechos
RBG	Royal Botanic Garden, Kew
RBO, por sus siglas en inglés	organismos de cuenca
RCP, por sus siglas en inglés	vías de concentración representativas
RD&D, por sus siglas en inglés	investigación, desarrollo y demostración
REACH, por sus siglas en inglés	registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos (Unión Europea)
REDD, por sus siglas en inglés	reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal
RES, por sus siglas en inglés	sistemas de energía renovables
RIOC	Red Internacional de Organismos de Cuenca
RMS	Rendimiento Máximo Sostenible
ROD	Registro de la Decisión
RPS, por sus siglas en inglés	normas de cartera para las fuentes de energía renovable
RRD	reducción del riesgo de desastres
RU	Reino Unido
SA	Sistema Armonizado
SaaS, por su sigla en inglés	software como servicio
SADC, por sus siglas en inglés	Comunidad de África Meridional para el Desarrollo
SAICM, por sus siglas en inglés	Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de los Productos Químicos
SAO	sustancia que agota la capa de ozono
SBI, por sus siglas en inglés	Órgano Subsidiario de Implementación
SBN	soluciones basadas en la naturaleza
SCAE	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica
SCDB	Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica
SD	siembra directa
SDGIO, por su sigla en inglés	Ontología de la Interfaz de los Objetivos de Desarrollo Sostenible
SDMX, por su sigla en inglés	Intercambio de Datos y Metadatos Estadísticos
SDS, por sus siglas en inglés	tormentas de arena y polvo
SDS-WAS, por sus siglas en inglés	Sistema de Evaluación y Asesoramiento para Avisos de Tormentas de Arena y Polvo
SFA	State Forestry Administration (China)
SFM, por sus siglas en inglés	gestión forestal sostenible
SGSV, por su sigla en inglés	Bóveda Global de Semillas de Svalbard
SIDA	Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida
SIDS, por sus siglas en inglés	pequeños Estados insulares en desarrollo
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SNC	sistema nervioso central
SO_2	Dioxido de azúfre
SPC	1) Secretariat of the Pacific Community, or 2) South Pacific Community
SPREP	Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme
SSA, por sus siglas en inglés	África subsahariana
SSF, por sus siglas en inglés	Pesquerías a pequeña escala
SSP, por su sigla en inglés	Trayectorias Socioeconómicas Compartidas
TAC, por sus siglas en inglés	Total Admisible de Capturas

TCDD, por sus siglas en inglés	Tetraclorodibenzodioxina
TEEB, por sus siglas en inglés	Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad
TIC	tecnología de la información y las comunicaciones
TICCA	Territorios y Áreas Conservadas por Pueblos Indígenas y Comunidades Locales
TMM5	Tasa de Mortalidad en Menores de 5 años
TNRSF	Three Northern Regions Shelter Forest (China)
TOAR, por sus siglas en inglés	Evaluación sobre Ozono Troposférico
TSM	temperatura superficial del mar u océano
TURF, por su sigla en inglés	Derechos de uso territorial de la pesca
TWAP, por sus siglas en inglés	Programa de Evaluación de Aguas Transfronterizas
UE	Unión Europea
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales
UNCDF, por sus siglas en inglés	Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Capitalización
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNDRIP, por sus siglas en inglés	Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas
UNEP-DHI, por sus siglas en inglés	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Instituto del Agua y del Medio Ambiente
UNEP-WCMC, por sus siglas en inglés	Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación
UNESCO, por sus siglas en inglés	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UN-GGIM, por sus siglas en inglés	Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial
UNICEF, por sus siglas en inglés	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UNISDR, por sus siglas en inglés	Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
UNODC, por sus siglas en inglés	Oficina de Naciones Unidas contra la Droga y el Delito
UNSCN, por sus siglas en inglés	Comité Permanente de Nutrición del Sistema de las Naciones Unidas
UNSDSN, por sus siglas en inglés	Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
UV	Ultravioleta
VIH	Virus de Inmunodeficiencia Humana
WAD, por su sigla en inglés	Atlas Mundial de la Desertificación
WASH, por sus siglas en inglés	agua, saneamiento e higiene
WAVES, por sus siglas en inglés	Contabilidad de la Riqueza y la Valoración de los Servicios de los Ecosistemas
WBCSD, por sus siglas en inglés	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible
WDPA, por su sigla en inglés	Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas
WFD, por sus siglas en inglés	Directiva Marco de Residuos de la UE
WfW, por sus siglas en inglés	programa Working for Water
WHC, por sus siglas en inglés	Convención del Patrimonio Mundial
WOCAT, por su sigla en inglés	Panorama Mundial de Enfoques y Tecnologías de la Conservación
WRI, por sus siglas en inglés	Instituto de Recursos Mundiales
WWAP, por sus siglas en inglés	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos
WWF	World Wide Fund for Nature
WWF-SA	World Wide Fund for Nature, Sur África

Colaboradores

Equipo de Autores del informe GEO-6

Co-Presidentes: Paul Ekins [University College London, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Joyeeta Gupta[University of Amsterdam, Países Bajos].

Vice-Presidentes: Jane Bemigisha [ESIPPS International Ltd, Uganda]; Kejun Jiang [Energy Research Institute, China].

Capítulo 1 Introducción y Contexto:

Mark Elder [Institute for Global Environmental Strategies,Japón]; Christian Loewe [German Environment Agency, Alemania].

Capítulo 2 Las Fuerzas Motrices del Cambio Ambiental:

Tariq Banuri [University of Utah, Estados Unidos de América]; Matthew Kosko (Becario GEO) [University of Utah, Estados Unidos de América]; Diego Martino [AAE Asesoramiento Ambiental Estratégico y ORT University, Uruguay]; Indu K. Murthy [Indian Institute of Science, India]; Jacob Park [Green MountainCollege, Estados Unidos de América]; Fernando Filgueira Prates [Centro de Informaciones y Estudios del Uruguay (CIESU), Uruguay]; Maria Jesus Iraola Trambauer (Becario GEO) [University College London (UCL), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Dimitri Alexis Zenghelis [London School of Economics, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte].

Capítulo 3 Estado Actual de Nuestros Datos y Conocimiento:

Graeme Clark [University of New South Wales, Australia]; Florence Mayocyoc-Daguitan [Tebtebba (Indigenous Peoples' International Centre for Policy Research and Education), Filipinas]; James Donovan [ADEC Innovations, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Pali Lehohla [Pan African Institute for Evidence, Sur África]; Sheryl Joy Anne S. Gutierrez [ADEC Innovations, Filipinas]; Charles Mwangi [GLOBE Program, Kenia]; Amit R. Patel (Becario GEO) [Planned Systems International Inc., Estados Unidos de América];Joni Seager [Bentley University, Estados Unidos de América]; William Sonntag [The Group on Earth Observation Secretariat, Estados Unidos de América]; Michelle Tan [ADEC Innovations, Kenia].

Capítulo 4 Temas trasnversales:

Babatunde Joseph Abiodun [University of Cape Town, Sur África]; Giovanna Armiento [ENEA - Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Italia]; Rob Bailey [Chatham House, The Royal Institute of International Affairs, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Rajasekhar Balasubramanian [National University of Singapore, Singapure]; Ricardo Barra [University of Concepcion, Chile]; Kathryn Jennifer Bowen [Australian National University, Australia]; John Crump [GRID-Arendal, Noruega]; Irene Dankelman [Radboud University, Países Bajos]; Kari De Pryck (Becario GEO) [SciencesPo, Francia]; Riyanti Djalante [United Nations University – Institute for the Advanced Study of Sustainability, Japón]; Monica Dutta [The Energy and Resources Institute (TERI), India]; Francois Gemenne [The Hugo Observatory, Université de Liège, Bélgica]; Linda Godfrey [Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), Sur África]; James Grellier [University of Exeter, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte];Maha Halalsheh [University of Jordan, Jordania]; Fintan Hurley [Institute of Occupational Medicine, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Richard King [Chatham House, The Royal Institute of International Affairs, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Andrei P. Kirilenko [University of Florida, Estados Unidos de América]; Peter Lemke[Alfred-Wegener-Institut, Alemania]; Daniela Liggett [University of Canterbury, Nueva Zelanda]; Robyn M. Lucas [National Centrefor Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Australia]; Oswaldo Lucon [Sao Paulo State Environment Secretariat, Brasil]; Katrina Lyne (Becario GEO) [James Cook University, Australia]; Diego Martino [AAE Asesoramiento Ambiental Estratégico y ORT University, Uruguay]; Ritu Mathur [The Energy and Resources Institute (TERI), India]; Shanna N. McClain [Environmental Law Institute,Estados Unidos de América]; Catherine P. McMullen, Stockholm Environment Institute -Asia Centre, Tailandia]; Emma Gaalaas Mullaney [Bucknell University, Estados Unidos de América]; Unai Pascual [Ikerbasque, the Basque Foundation for Science, España]; Leisa N. Perch [SAEDI Consulting, Trinidad y Tobago];Marco Rieckmann [University of Vechta, Alemania]; Fülöp Sándor [National University of Public Services, Hungría]; Atilio Savino [ARS, Argentina]; Heinz Schandl [Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia]; Joeri Scholtens [University of Amsterdam, Países Bajos]; Patricia Nayna Schwerdtle (Becario GEO) [Monash University, Australia]; Joni Seager [Bentley University, Estados Unidos de América]; Lei Shi [Tsinghua University, China]; Frank Thomalla [Stockholm Environment Institute - Asia Centre, Tailandia]; Maria Jesus Iraola Trambauer (Becario GEO) [University College London (UCL), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Laura Wellesley [Chatham House,The Royal Institute of International Affairs, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Caradee Y. Wright [South African Medical Research Council, Sur África]; Dan Wu [Sun Yat-Sen University, China]; Dimitri Alexis Zenghelis [London School of Economics, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Caroline Zickgraf [The Hugo Observatory, Université de Liège, Bélgica].

Capítulo 5 Estado del Medio Ambiente - Aire:

Babatunde Joseph Abiodun [University of Cape Town, Sur África]; Kathryn Jennifer Bowen [Australian National University,Australia]; Serena H. Chung [U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos de América]; Phillip Dickerson [U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos de América]; Riyanti Djalante [United Nations University – Institute for the Advanced Study of Sustainability, Japón]; Cristina de B.

B. Guerreiro [Norwegian Institute for Air Research – NILU, Portugal]; Chenmin He (Becario GEO) [Peking University, China]; Fintan Hurley [Institute of Occupational Medicine, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Terry Keating [U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos de América]; Andrei P. Kirilenko [University of Florida, Estados Unidos de América]; Robyn M. Lucas [National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Australia]; John Muthama Nzioka [University of Nairobi, Kenia];Stefan Reis [Centre for Ecology and Hydrology, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Caradee Y. Wright [South African Medical Research Council, Sur África].

Capítulo 6 Biodiversidad:

Rob Bailey [Chatham House, The Royal Institute of International Affairs, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Colin Butler [University of Canberra, Australia]; Irene Dankelman [Radboud University]; Jonathan Davies [University of British Columbia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Linda Godfrey [Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), Sur África]; Jeremy Hills [The University of the South Pacific, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Andrei P. Kirilenko [University of Florida, Estados Unidos de América]; Daniela Liggett [University of Canterbury, Nueva Zelanda]; Louise McRae [Institute of Zoology, Zoological Society of London, Reino Unido de Gran Bretaña

e Irlanda del Norte]; Gavin Mudd [RMIT University, Australia]; Dolors Armenteras Pascual [Universidad Nacional de Colombia, Colombia]; Joni Seager [Bentley University, Estados Unidos de América]; Peter Stoett [University of Ontario Institute of Technology, Canadá]; Carol Zastavniouk (Becario GEO) [Golder Associates, Canadá]; Caroline Zickgraf [The Hugo Observatory,Université de Liège, Bélgica].

Capítulo 7 Océanos y Costas:

AlAnoud Alkhatlan (Becario GEO) [Arabian Gulf University, Baréin]; Elaine Baker [GRID-Arendal at the University of Sydney, Australia]; James Grellier [University of Exeter, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Peter Harris [GRID- Arendal, Noruega]; Adelina Mensah [Institute for Environment and Sanitation Studies - University of Ghana, Ghana]; Jake Rice [Department of Fisheries and Oceans Canada – Emeritus,Canadá].

Capítulo 8 Tierra y Suelo:

Nicolai Dronin [Moscow State University, Federación Rusa]; Andrés Guhl [Universidad de los Andes, Colombia]; Gensuo Jia [Chinese Academy of Sciences, China]; Javier Naupari [Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú]; Darshini Ravindranath (Becario GEO) [University College London (UCL), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Hung Vo (Becario GEO) [Harvard Graduate School of Design, Estados Unidos de América]; Ying Wang (Becario GEO) [Tongji University,China].

Capítulo 9 Agua dulce:

Erica Gaddis [Utah Department of Environmental Quality, Estados Unidos de América]; Anna Maria Grobicki [Food and Agriculture Organization, Italia]; Rowena Hay [Umvoto, Sur África]; Gavin Mudd [RMIT University, Australia]; Walter Rast [Meadows Center for Water and Environment -Texas State University, Estados Unidos de América]; Jaee Sanjay Nikam [Arizona State University, Estados Unidos de América]; Beatriz Rodríguez-Labajos(Becario GEO) [Universitat Autònoma de Barcelona, España]; Ying Wang [Tongji University, China].

Capítulo 10 Una aproximación a la evaluación sobre la eficacia de las políticas

Klaus Jacob [Freie Universität Berlin, Alemania]; Peter King [Institute for Global Environmental Strategies, Tailandia]; DianaMangalagiu [University of Oxford y Neoma Business School,Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Beatriz Rodríguez-Labajos (Becario GEO) [Universitat Autònoma de Barcelona, España].

Capítulo 11 Teoría y Práctica de las Políticas:

Pedro Fidelman [Centre for Policy Futures, The University of Queensland, Australia]; Leandra Regina Gonçalves [University of Campinas/Center for Environmental Studies and Research (NEPAM), Portugal]; Chenmin He (Becario GEO) [Peking University, China]; James Hollway [Graduate Institute of International and Development Studies, Suiza]; Klaus Jacob [Freie Universität Berlin, Alemania]; Peter King [Institutefor Global Environmental Strategies, Tailandia]; Sebastian Sewerin [Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich), Suiza].

Capítulo 12 Políticas sobre la calidad del aire:

Frederick Ato Armah [University of Cape Coast, Ghana]; Kari De Pryck (Becario GEO) [SciencesPo, Francia]; Phillip Dickerson[U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos de América]; Cristina de B. B. Guerreiro [Norwegian Institute for AirResearch – NILU, Noruega]; Terry Keating [U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos de América]; Peter King [Institute for Global Environmental Strategies, Tailandia]; Oswaldo Lucon [Sao Paulo State Environment Secretariat, Brasil]; Asami Miyazaki [Kumamoto Gakuen University, Japón]; Amit R. Patel (Becario GEO) [Planned Systems International Inc., Estados Unidos de América]; Stefan Reis [Centre for Ecologyand Hydrology, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte].

Capítulo 13 Política sobre biodiversidad:

Irene Dankelman [Radboud University, Países Bajos]; Jonathan Davies [University of British Columbia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Leandra Regina Gonçalves [University of Campinas/Center for Environmental Studies and Research (NEPAM), Portugal]; Souhir Hammami (Becario GEO)[Freie Universität Berlin, Alemania]; Jeremy Hills [The Universityof the South Pacific, Fiji]; Diana Mangalagiu [University of Oxford y Neoma Business School, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Louise McRae [Instituteof Zoology, Zoological Society of London, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Nibedita Mukherjee [University of Cambridge, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Dolors Armenteras Pascual [Universidad Nacional de Colombia, Colombia]; Peter Stoett [University of Ontario Institute of Technology, Canadá]; Caradee Y. Wright [South African Medical Research Council, Sur África]; Carol Zastavniouk (Becario GEO) [Golder Associates, Canadá].

Capítulo 14 Política de Océanos y Costas:

AlAnoud Alkhatlan (Becario GEO) [Arabian Gulf University, Baréin]; Elaine Baker [GRID-Arendal at the University of Sydney, Australia]; Pedro Fidelman [Centre for Policy Futures, The University of Queensland, Australia]; Leandra Regina Gonçalves [University of Campinas/Center for Environmental Studies and Research (NEPAM), Portugal]; Peter Harris [GRID-Arendal, Noruega]; James Hollway [Graduate Institute of International and Development Studies, Suiza]; Rakhyun E. Kim [Utrecht University, Países Bajos]; Diana Mangalagiu [Universityof Oxford y Neoma Business School, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Jake Rice [Department of Fisheries and Oceans Canada – Emeritus, Canadá].

Capítulo 15 Política de Tierra y Suelo:

Katharina Helming [Leibniz Centre for Agricultural Landscape Reseaerch (ZALF), Alemania]; Klaus Jacob [Freie Universität Berlin, Alemania]; Peter King [Institute for Global EnvironmentalStrategies, Tailandia]; Diana Mangalagiu [University of Oxford y Neoma Business School, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Andrew Onwuemele [Nigerian Institute of Social and Economic Research (NISER), Nigeria]; Darshini Ravindranath (Becario GEO) [University College London (UCL), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Hung Vo (Becario GEO) [Harvard Graduate School of Design, Estados Unidos de América]; Leila Zamani (Becario GEO) [Department of Environment Islamic Republic of Iran, Irán (República Islámica de)]; Pandi Zdruli [Mediterranean Agronomic Institute of Bari (CIHEAM), Italia].

Capítulo 16 Política de Agua dulce:

Erica Gaddis [Utah Department of Environmental Quality, Estados Unidos de América]; James Grellier [University of Exeter, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Anna Maria Grobicki [Food and Agriculture Organization, Italia]; Rowena Hay [Umvoto, Sur África]; Peter King [Institute for Global Environmental Strategies, Tailandia]; Naho Mirumachi [King's College London, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Gavin Mudd [RMIT University, Australia]; Farhad Mukhtarov [International Institute of Social Studies, Erasmus University Rotterdam, Países Bajos]; Jaee Sanjay Nikam [Arizona State University, Estados Unidos de América]; Walter Rast [Meadows Center for Water and Environment -Texas State University, Estados Unidos de América]; Beatriz Rodríguez-Labajos(Becario GEO) [Universitat Autònoma de Barcelona, España]; Patricia Nayna Schwerdtle (Becario GEO) [Monash University, Australia].

Capítulo 17 En foques sistémicos de las políticas sobre temas transversales:

Babatunde Joseph Abiodun [University of Cape Town, Sur África]; Giovanna Armiento [ENEA - Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Italia]; Rob Bailey [Chatham House, The Royal Institute of International Affairs, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Elaine Baker [GRID-Arendal at the University of Sydney, Australia]; Kathryn Jennifer Bowen [Australian National University, Australia];John Crump [GRID-Arendal, Noruega]; Irene Dankelman [Radboud University, Países Bajos]; Riyanti Djalante [United Nations University – Institute for the Advanced Study of Sustainability, Japón]; Monica Dutta [The Energy and Resources Institute (TERI), India]; Fintan Hurley [Institute of Occupational Medicine, Irlanda]; Klaus Jacob [Freie Universität Berlin, Alemania]; Rakhyun E. Kim [Utrecht University, Países Bajos]; Peter King [Institute for Global Environmental Strategies, Tailandia]; Richard King [Chatham House, The Royal Institute of International Affairs, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Andrei P. Kirilenko [University of Florida, Estados Unidos de América]; Oswaldo Lucon [Sao Paulo State Environment Secretariat, Brasil]; Diana Mangalagiu [University of Oxford y Neoma Business School, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Diego Martino [AAE Asesoramiento Ambiental Estratégico and ORT University, Uruguay]; Ritu Mathur [The Energy and Resources Institute (TERI), India]; Gavin Mudd [RMIT University, Australia]; Joni Seager [Bentley University, Estados Unidos de América]; Sebastian Sewerin [Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich), Suiza]; Tim Stephens [University of Sydney, Australia]; Patricia Schwerdtle [Monash University, Australia];Maria Jesus Iraola Trambauer (Becario GEO) [University College London (UCL), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Laura Wellesley [Chatham House,The Royal Institute of International Affairs, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Caradee Y. Wright [Medical Research Council of South Africa, Sur África].

Capítulo 18 Conclusiones sobre la Efectividad de las Políticas:

Klaus Jacob [Freie Universität Berlin, Alemania]; Peter King [Institute for Global Environmental Strategies, Tailandia]; DianaMangalagiu [University of Oxford y Neoma Business School,Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Beatriz Rodríguez-Labajos (Becario GEO) [Universitat Autònoma de Barcelona, España].

Capítulo 19 Perspectivas en el GEO-6:

Ghassem R. Asrar [Pacific Northwest National Laboratory's (PNNL), Estados Unidos de América]; Rohan Bhargava (Becario GEO) [Utrecht University, Países Bajos]; Paul Lucas [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Laura Pereira [Centre for Complex Systems in Transition (CST),Stellenbosch University, Sur África]; Detlef van Vuuren [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Joost Vervoort [Utrecht University, Países Bajos].

Capítulo 20 Visión a largo plazo para el 2050:

Mark Elder [Institute for Global Environmental Strategies, japón]; Fintan Hurley [Institute of Occupational Medicine, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Paul Lucas [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Maryam Meftahi (Becario GEO) [Tehran ProvincialDepartment of Environment, Irán (República Islámica de)]; Detlef van Vuuren [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos].

Capítulo 21 Desarrollos a futuro sin políticas específicas:

Katherine V. Calvin [Joint Global Change Research Institute, Pacific Northwest National Laboratory's (PNNL), Estados Unidos de América]; Serena H. Chung [U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos de América]; Mike Harfoot [World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Steve Hedden [Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver, Estados Unidos de América]; Barry B. Hughes [Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver, Estados Unidos de América]; Fintan Hurley [Institute of Occupational Medicine, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Alexandre C. Köberle [Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil]; Paul Lucas [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Katrina Lyne (Becario GEO) [James Cook University, Australia]; Jonathan D. Moyer [Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver, Estados Unidos de América]; Detlef van Vuuren [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Yoshihide Wada [International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria].

Capítulo 22 Vías hacia el desarrollo sostenible:

Lex Bouwman [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Katherine V. Calvin [Joint Global Change Research Institute, Pacific Northwest National Laboratory's (PNNL), Estados Unidos de América]; Serena H. Chung [U.S. Environmental Protection Agency, Estados Unidos de América]; Mike Harfoot [World Conservation Monitoring Centre (UNEP- WCMC), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Chenmin He (Becario GEO) [Peking University, China]; Steve Hedden [Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver, Estados Unidos de América]; Barry B. Hughes [Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver, Estados Unidos de América]; Fintan Hurley [Institute of Occupational Medicine, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Alexandre C. Köberle [Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil]; Paul Lucas [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Jonathan D. Moyer [Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver, Estados Unidos de América]; Marco Rieckmann [University of Vechta, Alemania]; Beatriz Rodríguez-Labajos (Becario GEO) [Universitat Autònomade Barcelona, España]; Detlef van Vuuren [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Yoshihide Wada [International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria].

Capítulo 23 Iniciativas ascendentes y enfoques participativos para las Perspectivas:

Ghassem R. Asrar [Pacific Northwest National Laboratory's (PNNL), Estados Unidos de América]; Rohan Bhargava (Becario GEO) [Utrecht University, Países Bajos]; Laur Hesse Fisher [Massachusetts Institute of Technology (MIT), Estados Unidos de América]; Angel Hsu [Yale University, Estados Unidos de América]; Thomas Malone [Massachusetts Institute of Technology (MIT), Estados Unidos de América]; Jeanne Nel [Vrije Universiteit Amsterdam, Países Bajos]; Laura Pereira [Centre forComplex Systems in Transition (CST), Stellenbosch University, Sur África]; Odirilwe Selomane [Stockholm Resilience Centre, Stockholm University, Sweden]; Nadia Sitas [Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), Sur África]; Christopher Trisos [National Socio-Environmental Synthesis Center (SESYNC), University of Maryland, Estados Unidos de América]; Mandy Angèl van den Ende (Becario GEO) [Utrecht University, Países Bajos]; Joost Vervoort [Utrecht University,Países Bajos]; James Ward [University of South Australia, Australia]; Amy Weinfurter (Becario GEO) [Data-Driven Yale, Estados Unidos de América]; Yihao Xie [Yale-NUS College, Singapure]; Yaolin Zhang[Yale-NUS College, Singapure].

Capítulo 24 El camino a seguir:

Ghassem R. Asrar [Pacific Northwest National Laboratory's (PNNL), Estados Unidos de América]; Kei Gomi [National Institute for Environmental Studies, Japón]; Steve Hedden [Frederick S. Pardee Center for International Futures, University of Denver, Estados

Unidos de América]; Fintan Hurley [Institute of Occupational Medicine, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Klaus Jacob [Freie Universität Berlin, Alemania]; Mikiko Kainuma [Institute for Global Environmental Strategies, Japón]; Peter King [Institute for Global Environmental Strategies, Tailandia]; Diana Mangalagiu [University of Oxford y Neoma Business School, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte];Paul Lucas [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos]; Robyn M. Lucas [National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Australia]; Laura Pereira [Centre for Complex Systems in Transition (CST), Stellenbosch University, Sur África]; Alexis Rocamora [Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japón]; Mandy Angèl van den Ende (Becario GEO) [Utrecht University, Países Bajos]; Detlef van Vuuren [PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Países Bajos].

Capítulo 25 Datos a futuro y necesidades de conocimiento:

Graeme Clark [University of New South Wales, Australia]; Daniel Cooper [University of Oxford, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Florence Mayocyoc-Daguitan [Tebtebba (Indigenous Peoples' International Centre for PolicyResearch and Education), Philippines]; James Donovan [ADECInnovations, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Pali Lehohla [Pan African Institute for Evidence, Sur África]; Sheryl Joy Anne S. Gutierrez [ADEC Innovations,Philippines]; Nina Kruglikova [University of Oxford, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Charles Mwangi [GLOBE Program, Kenia]; Amit R. Patel (Becario GEO) [Planned Systems International Inc., Estados Unidos de América];Joni Seager [Bentley University, Estados Unidos de América]; William Sonntag [The Group on Earth Observation Secretariat, Estados Unidos de América]; Michelle Tan [ADEC Innovations, Kenia].

Becarios:

AlAnoud Alkhatlan [Arabian Gulf University, Baréin]; Rohan Bhargava [Utrecht University, Países Bajos]; Kari De Pryck [Sciences Po Paris, Francia]; Priyanka DeSouza [MassachusettsInstitute of Technology, Estados Unidos de América]; Souhir Hammami [Freie Universität Berlin, Alemania]; Chenmin He [Peking University, China]; Matthew D. Kosko [University of Utah, Estados Unidos de América]; Katrina Lyne [James Cook University, Australia]; Maryam Meftahi [Tehran Provincial Department of Environment, Irán (República Islámica de)]; Semie Memuna [Centre for International Governance Innovation, Canadá]; Emma Gaalaas Mullaney [Bucknell University, Estados Unidos de América]; Jaee Sanjay Nikam [Arizona State University, Estados Unidos de América]; Amit R. Patel [Planned Systems International, Inc., Estados Unidos de América]; Darshini Ravindranath [University College London (UCL), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Beatriz Rodríguez-Labajos [Universitat Autònoma de Barcelona, España];Mayar Sabet [CEDARE, Egypt]; Joeri Scholtens [University of Amsterdam, Países Bajos]; Patricia Nayna Schwerdtle [MonashUniversity, Australia]; Maria Jesus Iraola Trambauer [UniversityCollege London (UCL), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Natalie Unterstell [Brasil]; Mandy Angèl van den Ende [Utrecht University, Países Bajos]; Hung Vo [Harvard Graduate School of Design, Estados Unidos de América]; Ying (Grace) Wang [Tongji University, China]; Amy Weinfurter [Data-Driven Yale, Estados Unidos de América]; ChangXia Wu [Dalhousie University, Canadá]; Leila Zamani [Department ofEnvironment, Irán (República Islámica de)]; Carol Zastavniouk [Golder Associates, Canadá].

Panel Asesor Intergubernamental de Alto Nivel:

Nassir S. Al-Amri, [King Abdulaziz University, Arabia Saudí]; Hæge Andenæs [Ministry of Climate and Environment, Noruega];Juan Carlos Arredondo [Secretariat de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México]; Julio Baena (alternate) [Ministry of the Environment, Brasil]; Sara Baisai Feresu [University of Zimbabwe, Zimbabue]; Benon Bibbu Yassin [Ministry of Natural Resources, Energy and Environment, Malawi]; Simon Birkett [Clean Air in London, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Gillian Bowser [Colorado State University, Estados Unidos de América]; Joji Carino [Forest Peoples Programme, England]; Fernando E.L.S. Coimbra [Embassy of the Federative Republic of Brazil, Brasil]; Pascale Collas [Environment and Climate Change, Canadá]; Marine Collignon (alternate) [Ministry of Foreign Affairs and International Development, Francia]; Victoria de Higa Rodriguez [Ministry of the Environment and Sustainable Development, Argentina]; Laksmi Dhewanthi [Ministry of Environment and Forestry, Indonesia]; Noasilalaonomenjahary Ambinintsoa Lucie [Ministryof Environment Ecology and Forest, Madagascar]; Arturo Flores Martinez (alternate) [Ministry of Environment and Natural Resources, México]; Sascha Gabizon [WECF International, Alemania]; Prudence Galega [Ministry of Environment, Protection of Nature and Sustainable Development, Cameroon]; Edgar Gutiérrez Espeleta [University of Costa Rica , Costa Rica];Keri Holland (alternate) [U.S. Department of State, Estados Unidos de América]; Pascal Valentin Houénou (vice-chair) [Université Nangui Abrogoua, Côté d'ivoire]; Yi Huang (co-chair) [Peking University, China]; Mork-Knutsen Ingeborg (alternate) [Ministry of Climate and Environment, Noruega]; Melinda Kimble [United Nations Foundation, Estados Unidos de América]; Asdaporn Krairapanond [Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Tailandia]; Yaseen M. Khayyat [Minister of Environment, Jordan]; Pierluigi Manzione [Ministry of Environment Land and Sea, Italia]; Veronica Marques (alternate) [Ministry of the Environment, Brasil]; Jock Martin [European Environment Agency, Denmark]; John M. Matuszak [U.S. Department of State, Estados Unidos de América]; Megan Meaney [ICLEI – Local Governments for Sustainability, Canadá]; Naser Moghaddasi [Department of Environment, Irán (República Islámica de)]; Bedrich Moldan [Charles University, Czech Republic]; Roger Roberge [Environment and Climate Change, Canadá]; Najib Saab [General Authority for Meteorology and for Meteorology and Environment Protection, Arabia Saudí]; Mohammed Salahuddin [Ministry of Environment, Forests and Climate Change, India]; Jurgis Sapijanskas (alternate) [Ministryfor the Ecological and Inclusive Transition of France, Francia]; Paolo Soprano (co-chair) [The Ministry for Environment, Land and Sea Protection of Italy, Italia]; Xavier Sticker [Ministry for the Environment, Francia]; Sibylle Vermont (vice-chair) [Swiss Federal Office for the Environment, Suiza]; Andrea Vincent (alternate) [University of Costa Rica, Costa Rica]; TerryYosie [World Environment Center, Estados Unidos de América].

Consejo Asesor de Ciencia:

Asma Abahussain [Arabian Gulf University, Baréin]; John B.R Agard [The University of the West Indies, Jamaica]; Odeh Al-Jayyousi [Arabian Gulf University, Baréin]; Paulo Eduardo Artaxo Netto [University of São Paolo, Brasil]; Rosina M. Bierbaum [University of Michigan, Estados Unidos de América]; Enrico Giovannini [Università di Roma "Tor Vergata", Italia]; Sarah Green (co-chair) [Michigan Technological University, Estados Unidos de América]; Torkil Jønch Clausen [World Water Council, Francia]; Ahmed Khater [National Water Research Center, Egypt]; Nicholas King (co-chair) [Independent, Sur África]; Paolo Laj [Institut des Géosciences de l'Environnement, Francia]; Byung-Kook Lee [Korea Environment Institute, República de Corea]; Alastair Charles Lewis [University of York, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Franklyn Lisk [University of Warwick and HEART, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Majid Shafiepour Motlagh [University of Tehran, Irán (República Islámica de)]; Carlos Afonso Nobre [National Institute of S&T for Climate Change, Brasil]; Toral Patel-Weynand [US Forest Service, Estados Unidos de América]; Anand Patwardhan [University of Maryland School of Public Policy, Estados Unidos de América]; N.H Ravindranath [Indian Institute of Science, India]; Wendelin Stark [ETH Zurich,Suiza]; Danling Tang [Chinese Academy of Sciences, China]; Maria del Mar Viana Rodriguez (vice-chair) [Spanish National Research Council, España]; Naohiro Yoshida [Tokyo Institute of Technology, Japan].

Grupo de Trabajo sobre Metodologías de Evaluación, Datos e Información

Maria Andrzejewska [UNEP/GRID-Warsaw, Polonia]; Ousséni Arouna [Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques, Bénin]; Sandra De Carlo (co-Presidente) [Presidencia (Brasil)]; Rosario Gomez, Universidad del Pacifico, Perú]; Wabi Marcos [Ministère de l'Environnement Chargé de la Gestion des Changements Climatiques, Bénin]; Reza Maknoon [Amirkabir University of Technology, Irán (República Islámica de)]; Graciela Metternicht [University of New South Wales, Australia]; Thy Nguyen Van [Vietnam Environment Administration, Viet Nam]; Nicolas Perritaz (co-chair) [Federal Office for the Environment FOEN, Suiza]; Qurat ul Ain Ahmad [Global Change Impact Studies Center, Pakistan]; Mathis Wackernagel [Global Footprint Network, Estados Unidos de América]; Fei Wang[Northwest A&F University, China].

Equipo amplio del PNUMA:

Misha Alberizzi; Neville Ash; Jennifer Bailey; Matthew Billot; Peter Bjornsen; Oli Brown; Alex Caldas; Kilian Christ; Thierry De Oliveira; Fanny Demassieux; Francesco Gaetani; Tessa Goverse; Alexander Juras; Thomas Koetz; Pushpam Kumar; Monika MacDevette; Tomas Marques; Jacqueline McGlade; Abdelmenam Mohamed; Pascal Peduzzi; Corli Pretorius; Rula Qalyoubi; Tatiana Terekhova; Frank Turyatunga; Dirk Wagener; Clarice Wilson; Jinhua Zhang; Laetitia Zobel; Jochem Zoetelief; Sheeren Zorba.

Revisores de otros organismos de la ONU y Aliados Requeridos para la revisión:

Maher Amer [PERSGA]; Joseph Appiott [CDB]; Regina Asariotis [UNCTAD]; Alfonso Ascencio-Herrera [ISA]; Julian Barbière [UNESCO]; Uwe Barg [FAO]; Stefano Belfiore [OMM]; Maija Bertule [UNEP-DHI]; Marie Bourrel-McKinnon [ISA]; Edgard Cabrera [OMM]; Michele Cavinato [UNHCR]; Isabel Chavez [UNESCO]; Nishikawa Chihiro [UNESCO]; Genevieve Connors [Banco Mundial]; Rey Da Silva [UNESCO]; Mario Abel Diaz Anzueto [IPBES]; Fanny Douvere [UNESCO]; Milen F. Dyoulgerov [Banco Mundial]; Paul Egerton [OMM]; Kim Friedman [FAO]; Dirk Glaesser [UNWTO]; Paul Glennie; Sarah Grimes [OMM]; Ulrike Guerin [UNESCO]; Fredrik Haag [IMO]; Valerie Hikey [Banco Mundial]; Jan Hladik [UNESCO]; Andrew Hudson [PNUD]; Byonug-Hwa Hwang [Banco Mundial]; Peter Koefoed Bjørnsen [UNEP-DHI]; Neno Kukuric [UN-IGRAC]; Juhyun Lee [CDB]; Annukka Lipponen [UNECE]; Gareth James Lloyd [UNEP-DHI]; Michael Lodge [ISA]; Warren Lee Long [SPREP]; Robert Masters [OMM]; Arni Mathiesen [FAO]; Chris McOwen [UNEP- WCMC]; Kate Medlicott [OMS]; Stefan Micalle [IMO]; Hassan Mohammadi [ROPME]; Wahid Mouffadal; Audrey Nepveu [IFAD]; David Osborn [IAEA]; Sivaji Patra [SACEP]; Manzoor Qadir[UNU]; Mechtild Rössler [UNESCO]; Vladimir Ryabinin [UNESCO];Susana Salvador [OSPAR]; Zita Sebesvari [UNU-EHS]; Cameron Shilton [UNHCR]; Monika Stankiewicz [Helcom]; Christian Susan [UNIDO]; Peter Wolfgang Swarzenski [IAEA]; Xu Tang [OMM]; Tumi Tómasson [UNU-FTP]; Brandt Wagner [ILO]; Sara Walker [WRI]; Marcus Wijnen [Banco Mundial]; Andrew Wright [CCAMLR]; Joseph Zelasney [FAO]; Wenjian Zhang [WMO].

Revisores externos[1]:

Magdi Tawfik Abdelhamid [Egipto]; Mohamed Abdel-Monem [Egipto]; Ahmed Abdelrehim [Egipto]; Anwar Abdo [Baréin]; Amani Abdou [Níger]; Maisharou Abdou [Níger]; Abdulkader Abed [Jordania]; Mohamed Jamil Saleh Anbdulrazzak [Arabia Saudí]; Ehsan Abedualemer Jassem Abbas [Irak]; Mohammad Abido [República Árabe Siria]; Tamiru Alemayehu Abiye [Etiopia]; Iyad Aburdeineh [Estado de Palestina]; Khaled Abu-Zeid [Egipto]; Priscilla Mbarumun Achakpa [Nigeria]; David Acosta [Colombia]; Mange Ram Adhana [India]; Alphonse Adite [Benin]; Carolina Adler [Chile]; Jean Paul Brice Affana [Cameruún]; John B.R. Agard [Trinidad y Tobago]; Maxime Agossou [Benin]; Christer Ågren; Qurat ul Ain Ahmad [Pakistán]; Emmanyel Adegboyega Ajao [Nigeria]; Afif Akel [Jordania]; Hajime Akimoto; Thabit Zahran Salim Al Abdulsalaam [Omán]; Abdulwali Al-Aghbari [República Árabe Siria]; Mohammad Al Ahmad [Kuwait]; Amani Abdullah Al-Assaf [Jordania]; Seyed Kazem Alavipanah [Irán (República Islámica de)]; Amr Osama Al-Aziz [Egipto]; Susan Al Banaa [Irak]; Khaldoun Al-Bassam [Irak]; Pedro Manuel Alcolado-Menendez [Cuba]; Nourah Alenezi [Kuwait]; Meshari Al-Harbi [Kuwait]; Belal Al-Hayek [República Árabe Siria]; Suzan Al-Ajjawi [Baréin]; Lilian Alessa [Canadá]; Björn Alfthan [Canadá]; Fatima Alhemyani [Estados Unidos de América]; Israa Jassim Mohamed Ali [Irak]; Thamer Ali [Irak]; Mohammed Al-Kalbani [Oman]; Al-Anoud Al-Khatlan [Kuwait]; Mukdad Al-Khateeb [Irak]; Hussien Al-Kisswani [Jordania]; Myles Allen [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Ismail Almadani [Baréin]; Mazen Almalkawi [Jordania]; Mouza Al Mansouri [Emiratos Árabes Unidos]; Dora Almassy [Hungría]; Reem AlMealla [Baréin]; Khawla Al Muhannadi [Baréin]; Mubarak Aman Al-Noaimi [Reino de Baréin]; Savas Alpay [Turquia]; Israa Jasim Al-Rubaye [Irak]; Khalid Al-Rwis [Arabia Saudí]; Yaser Al-Sharif [Jordania]; Omran Alshibabi [República Árabe Siria]; Afaf Sayed Ali Al-Shoala [Baréin]; Wasan Alaa A-Deen Mahmood Al-Tai'e [Irak]; Shubar Ebrahim Al-Widae [Baréin]; Ibrahim Al Zu'bi [Jordania]; Farshad Amiraslani [Irán (República Islámica de)]; Soudabeh Amiri [Irán (República Islámica de)]; Patila Malua Amosa [Samoa]; Joseph Armathé Amougou [Camerún]; Koffi Gautier Amoussou [Benin]; Martin Andriamahafehiarivo [Madagascar]; Luciano Andriamaro [Madagascar]; Rivoniony Andrianasolo [Madagascar]; Maria Andrzejewska [Polonia]; Muhammad Rehan Anis [Pakistán]; Marina Antonopoulou [Grecia]; Ken Anthony; Lawrence Anukam [Nigeria]; Chika Aoki-Suzuki [Japón]; Chandani Appadoo [Mauricius]; Bernadette Arakwiye [Estados Unidos de América]; Mojtaba Ardestani [Irán (República Islámica de)]; Herto Dwi Ariesyady [Indonesia]; Maria Teresa Armijosburneo [United Kingdom and Northern Ireland]; Hyacinth Armstrong-Vaughn [Barbados]; Luca Arnold [Suiza]; Ousséni Arouna [Benin]; Awadis Arslan [República Árabe Siria]; Gulaiym Ashakeeva [Kyrgyzstan]; Hamed Assaf [Jordania];Nibal Assaly [Jordania]; Nabegh Ghazal Asswad [República Árabe Siria]; Fakher Aukour [Jordania]; Hassan Awad [Egipto]; Katia Awaujo [Estados Unidos de América]; Mouina Badran [República Árabe Siria]; Marc Baeta [España]; Festus D. Kibiri Bagoora [Uganda]; Kenneth Bagstad [Estados Unidos de América]; Alkiviadis F. Bais [Grecia]; Malini Balakrishnan [India]; Rajasekhar Balasubramanian [Singapur]; Robert Baldwin [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Bhawna Bali [India]; Samjwal Ratna Bajracharya [Nepal]; Jamal Ali Bamaileh [Arabia Saudí]; Jayanta Bandyopadhyay; Manjushree Banerjee [India]; Abderrazak Bannari [Canadá]; Grazia Barberio [Italia]; Francisco José Barbosa de Oliveira Filho [Brasil]; Garfield Barnwell [Guyana]; Ana Flávia Barros-Platiau; Edwin A. Barry [Estados Unidos de América]; Christian Barthod [Francia]; Ferdo Basic [Croacia]; Andrea Bassi [Italia]; Vidya Batra [India]; Maarten Bavinck [Países Bajos]; Yannick Beaudoin [Canadá]; Sarah Bell [Great Britain [Australia]; Jane Bemigisha [Uganda]; Magnus Bengtsson [Suecia]; Mirta Estela Benítez Herrera [Panamá]; Abdelaziz Benjouad [Marruecos]; Thomas Bernauer [Suiza]; Luis Berríos-Negrón [Puerto Rico]; Suress Bhagwant [Mauricius]; Souvik Bhattacharjya [India]; Inogwabini Bila-Isia [Congo]; Peter Koefoed Bjørnsen; Dylan Blake [Sur África]; Gabriel Blanco [Argentina]; Raimund Bleischwitz [Alemania]; Ivan Blinkov [The Former Yugoslav Republic of Macedonia]; Rizaldi Boer [Indonesia]; Chandradeo Bokhoree [Mauricius]; Jariya Boonjawat; Helvecia María Bonilla Delgado [Panamá]; Jared Bosire [Kenia]; Zalia Yacouba Boubacar [Níger]; Nouzha Bouchareb [Marruecos]; Philippe Bourdeau [Bélgica]; Kerry W. Bowman [Canadá]; Hans Brauch [Alemania]; Jean-Jacques Gabriel Marie Braun [Francia]; Bernard Brillet [Francia]; Stefan Bringezu [Alemania]; Ravina Brizmohun [Mauricius]; Lluis Brotons; Bradford Brown [Estados Unidos de América]; Carl Bruch; Claudia Brunori [Italia]; Neil

1 Los revisores externos enumerados incluyen a los que revisaron o fueron invitados a revisar el informe del GEO-6.

Burgess; Reginald Burke [Barbados]; Monday Businge [Uganda]; Thomas Butler [Estados Unidos de América]; Isabella Buttino [Italia]; Enrico Cabras [Italia]; Jialiang Cai [China]; Edison Calderón [Ecuador]; Pedro Lando Bumba Canga [Angola]; Anthony Capon [Nueva Zelanda]; Rene Pablo Capote- Lopez [Cuba]; Wilfredo M. Carandang; Felipe Carazo Ortiz [Costa Rica]; Beatriz Cárdenas; Jose Carlos Orihuela [Colombia]; María José Carroquino Saltó [España]; Guillermo Castro [Panamá]; Ben Cave [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte Alexander Ceron [Colombia]; Farid Chaaban [Líbano]; Vanda Chan Ting [Samoa]; Alvin Chandra [Fiji]; Hoon Chang [República de Corea]; Vasantha Chase [Santa Lucía]; Rajiv Kumar Chaturvedi [India]; Deliang Chen [Suecia]; Norma Cherry-Fevrier [Santa Lucia]; Mariano Cherubini [Italia]; Sosten Chiotha [Malawi]; Irene G. Lungu Chipili [Zambia]; Victoria Chomo [Estados Unidos de América]; Nee Sun Choong Kwet Yive [Mauricius]; Liu Chuang [China]; Alistair Clark [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Suani Coelho; Augustin Collette; Maria Cordeiro [Portugal]; Dana Cordell [Australia]; Robert (Bob) Corell [Estados Unidos de América]; Cosmin Corendea [Rumania]; Maria Teresa Cornide - Hernandez [Cuba]; Robert (Bob) Costanza [Estados Unidos de América]; Tim Coulborn [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Barbara Cremaschi [Italia]; Yiyun (Ryna) Cui; Philippe Cullet [Suiza]; Laura Cutaia [Italia]; Saed Dababneh [Jordania]; Arthur Dahl [Estados Unidos de América / Suiza]; Allan Dale; Salvatore D'Angelo [Italia]; Karine Danielyan [Armenia]; Hy Dao [Suiza]; Aliou Mohamed Daouda [Benin]; Sir Partha Dasgupta; Lésan Etiennette Florence Dassi [Benin]; Divya Datt [India]; Liliana Dávalos; Eric A. Davidson [Estados Unidos de América]; John Day [Estados Unidos de América]; Sandra De Carlo [Brasil]; Fábio De Castro [Brasil]; Francesca De Crescenzo [Italia]; Sabino De Gisi [Italia]; Roberto Bonilla De La Lastra [Panamá]; Genoveva Clara de Mahieu [Argentina]; Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza [Brasil]; Tom De Meulenaer [Bélgica]; Laura De Simone Borma [Brasil]; Elizabete de Souza Cândido [Brasil]; Roberto De Vogli [Italia]; Cassandra De Young [Estados Unidos de América]; Dimitry D Deheyn [Bélgica]; Alex Dehgan [Estados Unidos de América]; Rosario Del C. Oberto G. [Panamá]; Getahun Demissie Gemeda [Etiopia]; Andriy Demydenko [Ucrania]; Manfred Denich [Alemania]; Nickolai Denisov [Federación Rusa]; Peter Denton [Canadá]; Michael Depledge [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Shobhakar Dhakal [Nepal]; Yakhya Aicha Diagne [Senegal]; Sandra Myrna Diaz [Argentina]; Susana Beatriz Diaz [Argentina]; Robert Didham [Estados Unidos de América]; Yihun Dile [Etiopia]; Guglielmina Diolaiuti [Italia]; Salif Diop [Senegal]; Rodolfo Dirzo [México]; Pierre Francois Djocgoue [Camerún]; Gordana Djurovic [Serbia]; Isaac Gcina Dladla [Suazilandia]; Edward J. Dlugokencky [Estados Unidos de América]; Tomoko Doko [Japón]; Kumar Dookhitram [Mauricios]; William Dougherty [Estados Unidos de América]; Marra Dourma [Togo]; Stephen Dovers; Ousmane Drame [Senegal]; R Driejana [Indonesia]; Paul Dumble [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Anton Earle [Sur África]; Jonas Ebbesson; Kristie L. Ebi; François Edwards; Blaise Efendene [Camerun]; Ehab Eid [Jordania]; Akram Eissa Darwich [República Árabe Siria]; Hossam El Din Elalkamy [Egipto]; Manal Elewah [Egipto]; Yomn El Hamky [Egipto]; Essam El-Hinnawi [Egipto]; Nagwa El Karawy El Karawy [Egipto]; Abdelfattah El Kassab [Marruecos]; Ahmed El-Kholei [Egipto]; Lorraine Elliott; Asim El Moghraby [Sudán]; Kassem El Saddik [Líbano]; Amr Abdel-Aziz El-Sammak [Egipto]; Hany Gaber El Shaer [Egipto]; Mohamed Eltayeb [Sudán]; Wael El Zerey [Estado de Palestina]; Lisa Emberson [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Tareq Emtairah [Egipto]; Francois Alwyn Engelbrecht [Sur África]; Jonathan Ensor [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Mamaa Entsua-Mensah [Ghana]; Velasco Saldana Hector Erik; Kevin Erwin [Estados Unidos de América]; Carlos Ariel Escudero Nuñez [Panamá]; Lima Euloge [Benin]; Jaén Núñez Eustorgio [Panamá]; Olivier Evrard [Bélgica]; Joan Fabres [España]; Sunita Facknath [Mauricius]; Hilde Fagerli; Marco Falconi [Italia]; Amy Fallon [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Nadim Farajalla [Líbano]; Zilda Maria Faria Veloso [Brasil]; Akhmad Fauzi [Indonesia]; Benjamin Fayomi [Benin]; Asghar Mohammadi Fazel [Irán (República Islámica de)]; Daniel Feldman [Estados Unidos de América]; Fabio Feldmann; Maurizio Ferrari [Italia]; Beatrice Ferreira [Brasil]; Francisco Ferreira; Manoel Ferreira Cardoso [Brasil]; Christian Flachsland [Alemania]; Martina Floerke [Alemania]; Arturo Flores Martinez [México]; Cheikh Fofana [Senegal]; Gary Foley [Estados Unidos de América]; DDM Fonollera [Filipinas]; Jaume Fons-Esteve [España]; Patrick Forghab Mbomba [Camerún]; Eric Fotsing [Camerún]; Ulrich Franck [Alemania]; Niki Frantzeskaki [Grecia]; Naoya Furuta [Japón]; Françoise Gaill [Francia]; Samia Galal [Egipto]; Elsa Patricia Galarza Contreras [Perú]; François Galgani [Francia]; Easter Catherine Galuvao [Samoa]; Edson Gandiwa [Zimbabue]; Nadezhda Gaponenko [Federación Rusa]; Jennifer Garard [Canadá]; Dida Gardera [Indonesia]; Luca Garibaldi [Italia]; Hathairatana Garivait; Jean-Marc Garreau [Francia]; Domenico Gaudioso [Italia]; Jose Marcelo Gaviño Novillo [Argentina]; Chazhong Ge [China]; Louis Géli [Francia]; Ibrahim Abdel Gelil [Egipto]; Giorgos Georgiadis [Grecia]; Nesreen Ghaddar [Líbano]; Nadia Abdul Ghaffar [Arabia Saudí]; Razieh Ghayuomi [Irán (República Islámica de)]; Shahina Ghazanfar [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Fereidoon Ghazban [Irán (República Islámica de)]; Kidane Giday Gebremedhin [Etiopia]; Vladimir Gil Ramon [Perú]; Aidan Gilligan [Irlanda]; Hector Ginzo [Argentina]; Naituli Gitile [Kenia]; Jane Glavan [Canadá]; Biljana Gligoric [Serbia and Montenegro]; Kissao Gnandi [Togo]; William Godfrey [Estados Unidos de América]; Khatuna Gogaladze [Georgia]; Jose Gómez [España]; Carlos Gómez [Panamá]; Rosario Gómez [Perú]; Tania Merino Gómez [Cuba]; Paulo Rogério Gonçalves [Brasil]; Andy Gonzalez; Rianna Gonzales [Trinidad y Tobago]; Chris Gordon; Alexander Gorobets [Ucrania]; Zhou Goumei [China]; Edwin Grandcourt [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Gilles Grandjean [Francia]; Marco Grasso [Italia]; Julie Greenwalt [Estados Unidos de América]; Christophe Grenier [Francia]; Renáta Grófová [Eslovaquia]; Sergey Gromov [Federación Rusa]; Cisse Gueladio [Côte d'Ivoire]; Katharina Gugerell [Austria]; Richard Guldin [Estados Unidos de América]; Jing Guo [China]; Eshita Gupta [India]; Joyeeta Gupta [Países Bajos]; Jeannette Denholm Gurung [Estados Unidos de América y Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; David I. Gustafson [Estados Unidos de América]; Ayma Abou Hadid [Egipto]; Joanna Haigh [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Muki Haklay [Israel]; Catherine Hallmich [Canadá]; David Halpern [Estados Unidos de América]; Shadi Hamadeh [Líbano]; Muhannad Hamed [Jordania]; Garba Hamissou [Níger]; Waleed Hamza; Quentin Hanich; Muhammad Hanif [Pakistán]; James Hansen [Estados Unidos de América]; Rikke Munk Hansen [Dinamarca]; Fahad Hareb [Emiratos Árabes Unidos]; Khaled Allam Harhash [Egipto]; Stuart L. Hart [Estados Unidos de América]; Kristopher Hartley; Chris Hartnady [Sur África]; Muhamm Zia Ur Rahman Hashmi [Pakistán]; Amna Ibrahim Hassan [Sudan]; Rashed Abdul Karim Hassan [Baréin]; Tareq Ahmed Abdo Hassan [Yemen]; Imad Hassoun [República Árabe Siria]; Christophe Häuser [Alemania]; Marcus Haward; Charlie Heaps [Estados Unidos de América]; Lisa Hebbelmann [Sur África]; Anhar Hegazi [Egipto]; Gabriele Clarissa Hegerl [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Sherry Heileman [Trinidad y Tobago]; Alan Hemmings; Yves Henocque [Francia]; Sunil Herath [Australia]; Gladys Hernandez- Pedraza [Cuba]; Jeffrey Herrick; Mark Hibberd; Kevin Hicks [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Ivonne Higuero [Panamá]; Colin D. Hills [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Denise Hills [Brasil]; Alistair Hobday; Ove Hoegh-Guldberg; Holger Hoff [Alemania]; Ron N. Hoffer [Estados Unidos de América]; Niklas Höhne [Alemania]; Jose Holguin-Veras [Costa Rica]; Katherine Homewood [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Yasuhiko Hotta [Japón]; Christophe Sègbè Houssou [Benin]; Solomon Hsiang [Estados Unidos de América]; Jinhui Jeanne Huang [Canadá]; Marc Hufty [Suiza]; Carol Hunsberger [Canadá]; Nataliia Husieva [Ucrania]; Raja Imran Hussain [Austria]; Malaki Iakopo [Samoa]; Karen Hussey; Anastasiya Idrisova [Tajikistan]; Taema Imo-Seuoti [Samoa]; David Inouye [Estados Unidos de América]; Leilani Duffy Iosefa [Samoa]; Roger Noel Iroume [Camerún]; Douglas Irwin; Abdullaev Iskandar; Toko Imorou Ismaïla [Benin]; Yuyun Ismawati [Indonesia]; Mirjana Ivanov [Montenegro];

Maria Ivanova [Bulgaria]; Gokul Iyer; Richard J.T. Klein; Rima Jabado [Canadá]; Tronczynski Jacek [Francia]; Mark Z. Jacobson [Estados Unidos de América]; Joy Jadam [Líbano]; Anita James [Santa Lucia]; Chubamenla Jamir [India]; Sadik Bakir Jawad [Irak]; Ljubomir Jeftic [Croatia]; Seongwoo Jeon [República de Corea]; Kejun Jiang [China]; Zhigang Jiang [China]; Prisca Roselyne Sènami Jimaja [Benin]; Luz Adriana Jimenez [Colombia]; Refiloe Joala [Sur África]; Lyndon John [Santa Lucia]; Francis Johnson [Estados Unidos de América]; Alirou Yedidia Jonas [Nigeria]; Julia Jones]; Richard Jordan [Estados Unidos de América]; Omar Jouzdan [República Árabe Siria]; Kupiainen Kaarle; Pavel Kabat]; Adel Abdel Kader [Egipto]; Thoko Kaime [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Sankwe Michael Kambole [Zambia]; Anurag Kandya [India]; Paula Kankaanpää [Finland]; Shilpi Kapur [India]; Ghada Kassab [Jordania]; Bronwyn Keatley [Canadá]; Bibi Nasreen Khadun [Mauricius]; Talib Khalaf [Irak]; Ahmed Khaled Mostafa Abdel Wahid [Egipto]; Ziad Khalifa [Egipto]; Ahmed Khalil [Sudan]; Shaker Khamdan [Kingdom of Baréin]; Ahmed S. Khan [Canada and Sierra Leone]; Azmat Hayat Khan [Pakistán]; Muhammad Ajmal Khan; Imad Khatib [Jordania]; Sayed Khalil Khattari [Jordania]; Charles Kihampa [República Unida de Tanzania]; Jeong In Kim [República de Corea]; Danielson Kisanga [República Unida de Tanzania]; Leo Klasinc [Croatia]; Carlos Augusto Klink [Brasil]; Zoran Kljajic [Montenegro]; Stefan Knights [Guyana]; John Knox; Reto Knutti [Suiza]; Lilja Dóra Kolbeinsdóttir [Iceland]; Richard Kock [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Marcel Kok [Países Bajos]; Souleymane Konate [Côte d'Ivoire]; Peter Kouwenhoven [Países Bajos]; Martin Kowarsch [Alemania]; Nawarat Krairapanond [Tailandia]; Tom Kram [Países Bajos]; Pavel V. Krasilnikov [Federación Rusa]; Prabhakar Sivapuram Venkata Rama Krishna [India]; Indu Krishnamurthy [India]; Jürgen P. Kropp [Alemania]; Nina Kruglikova [Federación Rusa]; Ida Kubiszweski [Estados Unidos de América]; Michael Kuhndt [Alemania]; Tiina Kurvits [Canadá]; Sigrid Kusch [Alemania]; Johan Kuylenstierna [Suecia]; Hammou Laamrani [Marruecos]; Jean-Philippe Lagrange [Francia]; Elton Laisi [Malawi]; Annamaria Lammel [Francia]; Johan Larsson [Suecia]; Jonatan Lassa; Márton László [Hungría]; Mojib Latif [Alemania]; Edwin Laurent [Santa Lucia]; Roberto Lava [Italia]; Kai Po Jenny Law [China]; Yoon Lee [República de Corea]; Enrique Lendo Fuentes [México]; Louis Lengrendre [Canadá]; Cuauhtemoc Leon [México]; Vanessa Leonardi [Italia]; David Lesolle [Botswana]; Marc Levy [Estados Unidos de América]; Xia Li [China]; Mweemba Liberty; Hanlie Liebenberg-Enslin; Zuzana Lieskovská [Eslovaquia]; Willem Ligtvoet [Países Bajos]; Bundit Limmeechokchai [Tailandia]; Rosilena Lindo [Panamá]; Mark Little [Estados Unidos de América]; Yu Liya E [Singapur]; Josep Enric Llebot [España]; Ivana Logar [Croatia]; Francesco Loro [Italia]; Andreas Löschel [Alemania]; Heila Lotz-Sisitka [Sur África]; Ronald Loughland [Australia]; Gordon Lovegrove [Canadá]; Naglaa M. Loufty [Egipto]; L. Hunter Lovins [Estados Unidos de América]; Shengji Luan [China]; Jesada Luangjame; André Lucena [Brasil]; Shuaib Lwasa [Uganda]; Patricia Maccagno [Argentina]; Mary MacDonald [Canadá]; Georgina Mace; Masego Madzwamuse [Sur África]; Clever Mafuta [Zimbabue]; Flora John Magige [República Unida de Tanzania]; Robin Mahon [Barbados]; Juliette Maitre [Francia]; Nada Majdalani [Estado de Palestina]; Anna Makarova [Federación Rusa]; Majid Makhdoum [Irán (República Islámica de)]; Reza Maknoon [Irán (República Islámica de)]; Malayang III [Filipinas]; Sri Ramachandra Murthy Manchiraju [India]; Makoala Marake [Lesoto]; Ney Maranhão [Brasil]; Wabi Marcos [Benin]; Sergio Margulis [Brasil]; Adama Mariko [Mali]; Marina Markovic [Montenegro]; Prasad Modak [India]; Eric Martin [Francia]; Miguel Martìnez [Guatemala]; Maria Amparo Martinez Arroyo [México]; Olena Maslyukivska [Ucrania]; Mohammad Masnavi [Irán (República Islámica de)]; Rania Masri [Líbano]; Vlado Matevski [La Antigua República Yugoslava de Macedonia]; Jörg Matschullat [Alemania]; Vedast Max Makota [República Unida de Tanzania]; Simone Maynard [Australia]; Hermann Désiré Mbouobda [Camerún]; Kezia Mwanga Mbwambo; Patrick Adrian McConney [Barbados]; Bruce McCormack [Sur África]; Michael McGrady [Estados Unidos de América]; Liana Mcmanus; Victor Makarius Mdemu [República Unida de Tanzania]; Shahbaz Mehmood [Pakistán]; Antonio Augusto Melo Malard [Brasil]; Graciela Metternicht [Argentina]; Karina Miglioranza [Argentina]; Piotr Mikolajczyk [Polonia]; Richard Mills; Ziad Mimi [Jordania]; Emmanuel Charles Mkomwa [Malawi]; Jennifer Mohamed-Katerere [Zimbabue]; Tšepo Mokuku [Lesoto]; Luisa T. Molina; Giuseppina Montanari [Italia]; Lourenço Monteiro de Jesus [Sao Tome and Principe]; Iliana Monterroso [Guatemala]; Felipe Montoya-Greenheck [Costa Rica]; Adam Moolna [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Claudio Morana [Italia]; Ana Rosa Moreno [México]; Tiffany Morrison; Ozore Mossana [República Centroafricana]; Pargol Ghavam Mostafavi [Irán (República Islámica de)]; Stanley Mubako [Zimbabue]; Ackmez Mudhoo [Mauricios]; Prisca Mugabe [Zimbabue]; Ijaz Muhammad [Pakistán]; Arif Goheer Muhammad [Pakistán]; Dusko Mukaetov [La Antigua República Yugoslava de Macedonia]; Rupa Mukerji; Yacob Mulugetta; Olegario Pablo Muniz-Ugarte [Cuba]; Kevi Murphy [Estados Unidos de América]; Radhika Murti [Fiji]; Josephine Kaviti Musango [Kenia]; Patience Mutopo [Zimbabue]; Iyngararasan Mylvakanam; Nora Mzavanadze [Lituania]; Etien N'Dah [Côte d'Ivoire]; Mohamed Nabil Chalabi [República Árabe Siria]; Cuthbert L. Nahonyo [República Unida de Tanzania]; M P Sukumaran Nair [India]; Adil Najam; Evelyn Namubiru-Mwaura [Kenia]; Stephen Nanthambwe [Malawi]; Humood Abdulla Naser [Baréin]; Nabil Z. Nasr [United States]; Shahida Nasreen Zakir [Pakistán]; Nabil Nassif [Egipto]; Nilwala Nayanananda [Sri Lanka]; Mzime Ndebele- Murisa [Zimbabue]; Admire Ndhlovu [Zimbabue]; Ousmane Ndiaye [Senegal]; Jacques Andre Ndione [Senegal]; Cecile Ndjebet [Camerún]; Nakicenovic Nebojsa; Filomena Nelson [Samoa]; Robin L. Newmark [Estados Unidos de América]; Robert Njilla Mengnjo Ngalim [Republic of Cameroon]; Martha Raymond Ngalowera [República Unida de Tanzania]; Tatiana Ngangoum Nana [Camerún]; Édouard Kouakou N'guessan [Côte d'Ivoire]; Thang Nguyen Trung [Viet Nam]; Lars Nordberg; Barbara Ntombi [Ngwenya [Botswana]; Kimberly Nicholas [Estados Unidos de América]; Mark Nieuwenhuijsen [Países Bajos]; Maeve Nightingale [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Geert-Jan Nijsten [Países Bajos]; Ian Noble; William Nordhaus; Pascal Ntahompagaze [Burundi]; Ernst-August Nuppenau [Alemania]; Dieudonné Nwaga [Camerún]; Julius William Nyahongo [República Unida de Tanzania]; Kamwenje Nyalugwe [Zambia]; Deogratius Paul Nyangu [República Unida de Tanzania]; Douglas Nychka [Estados Unidos de América]; Tarcisius Nyobe [Camerún]; Nguyen Thi Kim Oanah [Viet Nam]; Joseph O'Brien [Estados Unidos de América]; Kenneth Ochoa [Colombia]; Karen T. Odhiambo [Kenia]; Washington Odongo Ochola [Kenia]; Patrick O'Farrell; Ibrahim Oanda Ogachi [Kenia]; Philip Gbenro Oguntunde [Nigeria]; Krzysztof Olendrzynski; Lennart Olsson [Suecia]; Alice Oluoko-odingo [Kenia]; Jean Pierre H.B. Ometto [Brasil]; Jean Michel Onana [Camerún]; Choon Nam Ong [Singapur]; James J. Orbinski [Canadá]; Alexander Orlov [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Jean-Nicolas Ormsby [Francia]; Isis Karinna Alvarez Ortiz [Colombia]; Ahmad Osman [Líbano]; Eugene Otaigbe Itua [Nigeria]; Yasser Othman [Egipto]; Dorcas Otieno [Kenia]; Begüm Ozkaynak [Turkey]; Jon Padgham [Estados Unidos de América]; Emilio Padoa-Schioppa [Italia]; Amber Pairis [Estados Unidos de América]; Jean Palutikof; Arnico K Panday [Nepal]; Ruchi Pant [India]; Samuel Pare [Burkina Faso]; Kwang Kook Park [República de Corea]; Kemraj Parsram [Guyana]; Trista Patterson [Estados Unidos de América]; Jose Paula [Portugal]; Gunter Pauli [Bélgica]; Rosália Marta Pedro [Mozambique]; Tony Penikett [Canadá]; Renat Perelet [Federación Rusa]; Nicolas Perritaz [Suiza]; Linn Persson [Suecia]; Marcello Petitta [Italia]; Rohan Pett Pethiyagoda [Australia]; Freddy Picado Trana [Nicaragua]; Stefano Picchi [Italia]; Ramon Pichs-Madruga [Cuba]; Kate Pickett [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Michael D. Pido [Filipinas]; Kevin Pietersen [Sur África]; Patrícia Pinheiro Beck Eichler [Brasil]; László Pintér [Hungría]; Gilles Pipien [Francia]; Were Pitala [Togo]; Andrius Plepys [Lituania]; Jan Plesnik [República Checa]; Erika Podest; Katherine Pond [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Siwatt Pongpiachan [Tailandia]; Daniele Ponzi [Italia]; Felix Preston [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Emilia Noel Ptak [Dinamarca]; Muhammad Qasim [Pakistán]; Florian Rabitz; Kareff Rafisura

[Filipinas]; Kristin Vala Ragnarsdóttir [Islandia]; David Anthony Raitzer [Estados Unidos de América]; Jean Roger Rakotoarijaona [Madagascar]; Elysé Odon Rakotonirainy [Madagascar]; Frederic Joel Ramarolahivonjitiana [Madagascar]; Paul Randrianarisoa [Madagascar]; Mohamed Abdel Raouf [Egipto]; Adel Abdul Rasheed]; Harunur Rashid [Bangladesh]; Yousef Rashidi [Irán (República Islámica de)]; Anne Rasmussen [Samoa]; Jacquis Rasoanaina [Madagascar]; Valentina Rastelli [Italia]; Jerry Ratsimandresy [Madagascar]; Akkihebbal Ramaiah Ravishankara [Estados Unidos de América]; Brian K. Ray [Canadá]; Hanitriniaina Razafindramboa [Madagascar]; Keith Reid [Australia]; Françoise Breton Renard [España]; Yuri Resnichenko [Uruguay]; Lorena Aguilar Revelo [Costa Rica]; Markus Reuter [Alemania]; Frances Brown Reupena [Samoa]; Keywan Riahi; Kornelius Riemann [Alemania]; Ntep Rigobert [Camerún]; Sandy Rikoon [Estados Unidos de América]; Callum Roberts; Debra Roberts [Sur África]; Johan Rockström; Jose Manuel Mateo Rodriguez [Cuba]; Cesar Edgardo Rodriguez Ortega [México]; Jenny Roe [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Dilys Roe; Dannely Romano [República Dominicana]; Jaime Romero [Colombia]; Espen Ronnenberg [Noruega]; Marina Rosales Benites [Perú]; Antoni Rosell Melé [España]; Cynthia Rosenzweig; Jean Rosete; Ariana Rossen [Argentina]; Laurence Rouil; Ximena Rueda Fajardo; Romano Ruggeri [Italia]; Blanca Ruiz Franco [España]; Ernest Rukangira [Rwanda]; Markku Rummukainen [Finlandia]; Federico Sabetta [Italia]; Hounada Sadat [República Árabe Siria]; David Saddington [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Tarek Mohie El-Din Sadek [Egipto]; Abdul-Karim Sadik [Kuwait]; Edwin Safari [Irán (República Islámica de)]; Donna-May Sakura-Lemessy [Trinidad y Tobago]; Hilmi Salem [Estado de Palestina]; Samira Omar Salem [Kuwait]; Jon Samseth [Noruega]; Sergio Sánchez; Roberto Sánchez-Rodríguez [México]; Komla Sanda [Togo]; Simone Sandholz [Alemania]; Roberto San Jose; Salieu Kabba Sankoh [Sierra Leone]; Shilpanjali Deshpande Sarma [India]; Makiko Sato [Estados Unidos de América]; Elsa Sattout [Líbano]; Geoofrey B. Saxe; Roberto Schaeffer; Rüdiger Markus Holger Schaldach [Alemania]; Pedro Manuel Scheel Monteiro [Sur África]; Michael Schlesinger [Estados Unidos de América]; Alexander J. Schmidt [Alemania]; Andreas Schmittner [Estados Unidos de América]; Laura Schneider; Thomas Schneider von Deimling [Alemania]; Roland Scholz [Suiza]; Tina Schoolmeester [Bélgica]; Dieter Schwela [Alemania]; William Scott; Jamilla Sealy [Barbados]; Sedigheh sedigheh [Irán (República Islámica de)]; Gita Sen [India]; Kanyinke Sena [Kenia]; Sonia I. Seneviratne [Suiza]; Mazen M. Senjab [República Árabe Siria]; Daniel Sertvije [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Sunny Seuseu [Samoa/New Zealand]; Ali Seydou Moussa [Níger]; Kalim Shah [Trinidad y Tobago]; Jeremy D. Shakun [Estados Unidos de América]; Merab Sharabidze [Georgia]; Constantine Shayo [República Unida de Tanzania]; Charles Sheppard [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Mohamed Yasser Sherif [Egipto]; John Shilling [Estados Unidos de América]; Binaya Raj Shivakoti [Nepal]; Arun Bhaka Shrestha [Nepal]; Abdou Salami Amadou Siako [Benin]; Susana Siar [Filipinas]; Fethi Silajdzic [Bosnia y Herzegovina]; Riziki Silas Shemdoe [República Unida de Tanzania]; Óscar F. Silvarcampos [Perú]; Alan Simcock; Ramesh P. Singh [India]; Sunita Singh [India]; Amrikha Singh [Guyana]; Asha Singh [Guyana]; Nigel Sizer [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Posa A. Skelton [Samoa]; Risa Smith [Canadá]; Lars Tov Søftestad [Noruega]; Santiago Solda [Argentina]; Anama Solofa [Samoa]; Pamela Soltis; Andrea Sonnino [Italia]; Viriato Soromenho-marques [Portugal]; Edmond Sossoukpe [Benin]; Doris Soto [Chile]; Jeffrey Soule [Estados Unidos de América]; Aboubacar Souley [Níger]; Ousmane Sow [Senegal]; Clive Spash [Austria]; Olga Speranskaya [Federación Rusa]; Simon Spooner [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Mark Stafford Smith; Trajce Stafilov [La Antigua República Yugoslava de Macedonia]; Julia A. Stegemann [Canadá]; Martin Steinbacher [Alemania]; Rolf Steinhilper [Alemania]; PJ Stephenson [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Wendy Stephenson [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Josephine Stowers Fiu [Samoa]; Nina Stoyanova [Bulgaria]; Tepa Suaesi [Samoa]; Avelino Suarez-Rodriguez [Cuba]; Laura Suazo [Honduras]; Parita Sureshchandrashah [Kenia]; Enid J. Sullivan Graham [Estados Unidos de América]; Riad Sultan [Mauricios]; Vanisa F. Surapipith [Tailandia]; Lawrence Surendra [India]; Dinesh Surroop [Mauricius]; William J. Sutherland]; Chakkaphan Sutthirat [Tailandia]; Paul Sutton [Estados Unidos de América]; Darren Swanson [Canadá]; Mark Swilling; Ian R. Swingland [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Marc Sydnor [Estados Unidos de América]; Mouhamadou Bamba Sylla [Burkina Faso]; Elemér Szabo [Hungría]; John Robert Stephen Tabuti [Uganda]; Hippolyte Tapamo [Camerún]; Jaume Targa [España]; Vikash Tatayah [Mauricius]; Azadeh Tavakoli [Irán (República Islámica de)]; Mohamed Tawfic Ahmed; Egline Tawuya [Zimbabue]; Anders Telenius [Suecia]; Agossou Brice Hugues Tente [Benín]; Anyai Thomas [Trinidad y Tobago]; Wilfried Thuiller; Donatha Damian Tibuhwa [República Unida de Tanzania]; Virginie Tilot [Francia]; Mulipola Tainau Ausetalia Titimaea [Samoa]; Eisaku Toda [Japón]; Amir Tolouei [Irán (República Islámica de)]; Javier Tomasella [Argentina]; Elham Tomeh [República Árabe Siria]; Masui Toshihiko [Japón]; Tibor Tóth [Hungría]; Yongyut Trisurat [Tailandia]; George Tsolakis [Grecia]; Joy Tukahirwa [Uganda]; Arnold Tukker [Países Bajos]; Bishnunarine Tulsie [Santa Lucia]; Leonardo Tunesi [Italia]; Carol Turley [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Gemedo Dalle Tussie [Etiopia]; Hector Tuy [Guatemala]; Natalie Unterstell [Brasil]; Haman Unusa [Camerún]; Nathan M. Urban [Estados Unidos de América]; Diana Urge-Vorsatz [Hungría]; Sybille van den Hove [Bélgica]; Emma Archer van Garderen [Sur África]; Eric van Praag [Venezuela]; Nguyen Van Thuy [Vietnam]; Marco Vattano [Italia]; Karen Vella; Joberto Veloso de Freitas [Brasil]; Joost Vervoort [Países Bajos]; Sonja Vidic; Petteri Vihervaara [Finlandia]; Joanna Vince; Johannes Vogel [Alemania]; John Vogler; Graham von Maltitz [Sur África]; Vladimir Vulic [Montenegro]; Nikola Vulic [Montenegro]; Mathis Wackernagel [Suiza]; Takako Wakiyama [Japón]; Fei Wang [China]; Supat Wangwongwatana; Mostafa Warith [Canadá]; Robin Warner; Meriel Watts; Kenneth Webster [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Rathnadeera Weddikkara Kankanamge [Sri Lanka]; Judith Weis [Estados Unidos de América]; Kadmiel Wekwete [Zimbabue]; Chris West [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; James West [Australia]; Henk Westhoek [Países Bajos]; Florian Wetzel [Alemania]; Daniel R. Wildcat [Estados Unidos de América]; Richard Wilkinson [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Meryl J Williams; John R. A. WILSON [Barbados]; Simon Wilson [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Nicholas Winfield [Canadá]; Ron Witt [Estados Unidos de América]; Poh Poh Wong [Singapur]; Jeremy Woods; Lukasz Wyrowski [Polonia]; Ran Xie [China]; Ibouraïma Yabi [Benin]; Salissou Yahouza [Níger]; Changrong Yan [China]; Naama Raz Yaseef [Israel]; Bullat Yessekin [Kazakstán]; Emmanuel Dieudonné Kam Yogo [Camerún]; Anthony Young [Canadá]; Abourabi Yousra [Marruecos]; Liya Yu [Taiwan Province of China]; Sha Yu [China]; Yuqing Yu [China]; Abduljalil M. Zainal [Baréin]; Bushra M. Zalloom [Jordania]; Pandi Zdruli [Albania]; Irina Safitri Zen [Malasia]; Saltanat Zhakenova [Kazakstán]; Frank Zimmerman [Alemania]; Siphamandla Zondi [Sur África]; Waleed Zubari [Baréin]; Claudio Zucca [Italia]; Rami Zurayk [Líbano]; Eric Zusman.

Revisores Intergubernamentales:

Janine van Aalst [Países Bajos]; Mohammed Abdelraouf; Aisha Al Abdooli [Emiratos Árabes Unidos]; G.A.U.P. Abeypala [Sri Lanka]; Fábio Abreu [Brasil]; Mary Beth Adams [Estados Unidos de América]; Henry A. Adornado [Filipinas]; Wills Agricole [Seychelles]; Aji Awa Kaira [Gambia]; Jasim Ali Al-Amaadi [Qatar]; Gustavo Induni Alfaro [Costa Rica]; Gudi Alkemade [Países Bajos]; Ahmed Falah Al-Remithi [Qatar]; Travis Ancelet [Nueva Zelanda]; Mojtaba Ardestani [Irán (República Islámica de)]; Robert Argent [Australia]; K. Arulananthan [Sri Lanka]; A.M.A.S. Attanayake [Sri Lanka]; Miak Aw [Singapur]; Fátima Azevedo [Portugal]; Mevr. Stephanie Baclin [Bélgica]; Julio Cesar Baena [Brasil]; Bhumika Bakshi [Canadá]; Nyada Yoba Baldeh [Gambia]; Felipe Barbosa [Brasil]; Nathan Bartlett [Australia]; Viviane Bartlett [Canadá]; Julian Bauer [Parte

interesada]; Elias Begnini [Brasil]; Thijs van den Berg [Países Bajos]; Carmen Terry Berro [Cuba]; Brianna Besch [Estados Unidos de América]; Medani P. Bhandari [Parte interesada]; Meena Bilgi [India]; Patrick Newton Bondo [Parte interesada]; Deborah Bossio; Valerie Brachya [Israel]; Francis Brancart [Bélgica]; Ben ten Brink [Países Bajos]; Vitória Adail Brito [Brasil]; Hermien Busschbach [Países Bajos]; João Batista Drummond Câmara [Brasil]; Odalys C. Goicochea Cardoso [Cuba]; Dr. Edin J. Castellanos [Guatemala]; Yan Changrong [China]; Ge Chazhong [China]; Marion Cheatle [Parte Interesada]; Nino Chikovani [Georgia]; Ga Youn Cho [República de Corea]; Wacharee Chuaysri [Tailandia]; Lorenzo Ciccarese [Italia]; Fernando E. L. de S. Coimbra [Brasil]; Marine Collignon [Francia]; Sarah R. Cooley [Parte Interesada]; María Verónica Cordova [Ecuador]; Sylvie Cote [Canadá]; Carlos Alberto Coury [Brasil]; Zeljko Crnojevic [Croatia]; LI Daoji [China]; Samir Kaumar Das [Parte Interesada]; Jeff Davis [Canadá]; Alain Decomarmond [Seychelles]; Paul Deogratius [República Unida de Tanzania]; Jonathan Derham [Irlanda]; Brigitte Dessing-Peerbooms [Países Bajos]; Alvaro Aguilar Díaz [Costa Rica]; Ana Lúcia Lima Barros Dolabella [Brasil]; Jiang Dong [China]; Ariuntuya Dorjsuren [Mongolia]; Aljosa Duplic [Croacia]; Ralalaharisoa Christine Edmee [Madagascar]; Efransjah [Republic of Indonesia]; Arthur Eijs [Países Bajos]; Pedro Faria [Parte Interesada]; Parvin Farshchi [Irán (República Islámica de)]; Daniel Favrat [Suiza]; Asghar Mohammadi Fazel [Irán (República Islámica de)]; Wang Fei [China]; George Porto Ferreira [Brasil]; MA. Lourdes G. Ferrer [Republic of the Philippines]; Liz Fox-Tucker [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Blanca Ruiz Franco [España]; Keondra Freemyn [Parte Interesada]; Meridith Fry [Estados Unidos de América]; Marcus André Fuckner [Brasil]; Lourdes Coya de la Fuente [Cuba]; Janet Gamble [Estados Unidos de América]; Sylla Sékou Gaoussou; Mirela Garaventta [Brasil]; Garcia [Perú]; Réka Gaul [Hungría]; Réka Orsolya Gaul [Hungría]; Zita Géller [Hungría]; Jennifer Gleed [Parte Interesada]; Geraldo Sandoval Góes [Brasil]; Nino Gokhelashvili [Georgia]; Elise Golan [Estados Unidos de América]; Verónica Gordillo [Ecuador]; A.J.M. Gunasekera [Sri Lanka]; Zhou Guomei [China]; Gillian Guthrie [Jamaica]; Aysun Demet Güvendiren [Turkey]; Hayo Haanstra [Países Bajos]; Mohamed Salem Hamouda [Libya]; Dai Hancheng [China]; David Hanrahan [Parte Interesada]; Katalin Hargitai [Hungría]; Radhiya Al Hashimi [Parte Interesada]; Hasnawir [Indonesia]; Chris Heartley [Estados Unidos de América]; Guadalupe Heras [Ecuador]; Francisco Heras Hernández [España]; Astrid Hilgers [Países Bajos]; Elizabeth Hess [Canadá]; Vincent V. Hilomen; John van Himbergen [Países Bajos]; Keri Holland [Estados Unidos de América]; Sung Chul Hong [República de Corea]; Wang Hongtao [China]; Soonwhan Hwang [República de Corea]; Sang-il Hwang [República de Corea]; Mohamed Abdi Ibrahim [Qatar]; Caroline Icaza [Ecuador]; Mork-Knutsen Ingeborg [Noruega]; Adriana Jácome [Ecuador]; Darren Janzen [Canadá]; Ehssan A. Jasim [Irak]; Maia Javakhishvili [Georgia]; Kulasekara Jayantha [Sri Lanka]; S.M.D.P. Anura Jayatilake [Sri Lanka]; D.S. Jayaweera [Sri Lanka]; Liu Jianguo [China]; Xu Jianhua [China]; Zhang Jieqing [China]; Jaime Camps Saiz Junior [Brasil]; Claudia Kabel [Alemania]; Bangoura Abdel Kader; Shurooq Saad Kasim [Irak]; Patrick Kavanagh [Nueva Zelanda]; Melih Kayal [Turkey]; Julio Thadeu da Silva Kettelhut [Brasil]; Kevin Khng [Singapur]; Joe Kiesecker; Francis Kihumba [Kenia]; R.P.P. Kjayasinghe [Sri Lanka]; Andrew Klekociuk [Australia]; Dr.Suranga Kodithuwkku [Sri Lanka]; Lamin Komma [Gambia]; Tom Kompier [Países Bajos]; Sasha Koo-Oshima [Estados Unidos de América]; Rene Korenromp [Países Bajos]; Nataša Kova [Slovenia]; Jasna Kufrin [Croatia]; Lei Kun [China]; Budi Kurniawan [Indonesia]; Felipe Rodrigo Cortes Labra [Chile]; T.J. Lah [República de Corea]; David Lapp [Canadá]; Henrik Larsson [Suecia]; Sang Hee Lee [República de Corea]; Byoungyoon Lee [República de Corea]; George Leonard [Parte Interesada]; Tampushi Leonard [Kenia]; Ruomei Li [China]; Ephraim Leibtag [Estados Unidos de América]; Régis Pinto de Lima [Brasil]; Martin Lok [Países Bajos]; Ulises Lovera [Parte Interesada]; Cecilia Loya [Portugal]; Gabriel Henrique Lui [Brasil]; Carol L. MacCurdy [Estados Unidos de América]; Vincent Madadi [Kenia]; Jaqueline Leal Madruga [Brasil]; Salomar Mafaldo [Brasil]; Salomar Mafaldo [Brasil]; Mahfudz [Indonesia]; Enikő Zita Majoros [Hungría]; Mariam Makarova [Georgia]; Ghulam Mohd Malikyar [Afghanistan]; Anna Mampye [Sur África]; Kätlin Mandel [Estonia]; Cai Mantang [China]; Molnárné Galambos Mária [Hungría]; Caitrin Martin [Estados Unidos de América]; Jock Martin; Magaly Torres Martínez [Cuba]; John Matuszak [Estados Unidos de América]; Susannah Mayhew [Parte Interesada]; Andrew McCartor [Parte Interesada]; Rob McDonald; Noe Megrelishvili [Georgia]; Hans Meijer [Países Bajos]; Agustín Gómez Méndez [Costa Rica]; Dan Metcalfe [Australia]; Onana Jean Michael [Camerún]; Dr. (Mrs.) Andjelka Mihajlov [Parte Interesada]; Jason Minor [Canadá]; Abhay Sagar Minz [Parte Interesada]; Antônio Calazans Reis Miranda [Brasil]; Andrés Mogro [Ecuador]; Philip More [Estados Unidos de América]; Cristóbal Díaz Morejón [Cuba]; Emilio Canda Moreno [España]; Helen Murphy [Australia]; Patricia Murphy [Estados Unidos de América]; Richard Mwendandu [Kenia]; Ashley Nelson [Estados Unidos de América]; Martha Ngalowera [República Unida de Tanzania]; Lucy Nganga [Kenia]; Wu Ning [China]; Robert Njilla [Parte Interesada];Dr. Saad Al Numairi [Emiratos Árabes Unidos]; Erica L. Nunez [Estados Unidos de América]; Engr Hubert Ibezim Nwobi [Nigeria]; Stephen Mutuku Nzika [Kenia]; Peter O.Otieno [Kenia]; Pacifica Ogola [Kenia]; Kahraman Oğuz [Turkey]; Mirian de Oliveira [Brasil]; Kennedy Ondimu [Kenia]; Alexander R. O'Neill [Estados Unidos de América]; Segundo Onofa [Ecuador]; Laivao Orner [Madagascar]; Sylvie Ote [Canadá]; Mark Overman [Países Bajos]; Osman Özdemir [Turkey]; Sule Ozkal [Turkey]; GloriaGómez Pais [Cuba]; Nirmalie Pallewatta [Sri Lanka]; Toral Patel-Weynand [Estados Unidos de América]; Rungnapar Pattanavibool [Tailandia]; Lakshman Peiris [Sri Lanka]; Pro. Athula Perera [Sri Lanka]; Nicholas Perritaz [Suiza]; Stephen Stec J.D. M. Phil [Parte Interesada]; Yadira Pilco [Ecuador]; Anita Pirc-Velkavrh [European Environment Agency]; Anabelle Rosalina E. Plantilla [Biodiversity Management Bureau]; Pokorny [República Checa]; Lukas Pokorny [República Checa]; Sharon Polishuk [Australia]; Tereza Ponocna [República Checa]; Hugh Possingham [The Nature Conservancy]; B.H.J. Premathilaka [Sri Lanka]; Luciana Melchert Saguas Presas [Brasil]; Christopher Prins [Estados Unidos de América]; Justin Prosper [Seychelles]; Eric Rabenasolo[Madagascar]; Kamal Kumar Rai [Parte Interesada]; Indrika Rajapaksha [Sri Lanka]; Jean Roger Rakotoarljaona [Madagascar]; Ranto Rakotoaridera [Madagascar]; Paul Ralison [Madagascar]; Joel Frederic Ramarolahivonjtlana [Madagascar]; Carlota de Azevedo Bezerra Vitor Ramos [Brasil]; Yvette Ramos [Suiza]; Sampath Aravinda Ranasinghe [Sri Lanka]; Yousef Rashidi [Irán (República Islámica de)]; Jacquis Rasoaniaina [Madagascar]; Jolanta Rawska-Olejniczak [Polonia]; Omer van Renterghem [Países Bajos]; Caroline Ridley [Estados Unidos de América]; Monsieur Ntep Rigobert [Camerún]; Rabemananjara Rivomalala [Madagascar]; David Guimarães Rocha [Brasil]; Rene Rollon [Parte Interesada]; Micah Rosenblum [Estados Unidos de América]; Bernarda Rozman [Croatia]; Danny Rueda [Ecuador]; Omar Ruiz [Perú]; Liselotte Säll [Suecia]; Oscar Arturo Lücke Sanchez [Costa Rica]; Marcos Oliveira Santana [Brasil]; Raquel Breda dos Santos [Brasil]; Orlando Rey Santos [Cuba]; Jurgis Sapilanskas [Francia]; Teresa Cruz Sardiñas [Cuba]; Carlos Alberto Scaramuzza [Brasil]; Andreas Benjamin Schei [Noruega]; Kees Schotten [European Environment Agency]; Marcos Serrano [Chile]; Xie Shuguang [China]; Wang Shuxiao [China]; Debora Pereira da Silva [Brasil]; Dharani Thanuja de Silva [Sri Lanka]; Gina Sinclair [Canadá]; Ashbindu Singh [Parte Interesada]; Aldo Sirotic [Estados Unidos de América]; Virana Sonnasinh [Lao People's Democratic Republic]; Nonglak Sopakayoung [Tailandia]; Pedro Tiê Candido Souza [Brasil]; Nicola Speranza [Brasil]; Jorden Splinter [Países Bajos]; Anna Stabrawa [Parte Interesada]; Andreja Steinberger [Croatia]; Andrew Stott [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Ana Strbenac [Croacia]; Mariam Sulkhanishvili [Georgia]; W.L. Sumathipala [Sri Lanka]; Momodou J. Suwareh [Gambia]; Edyta Sysło [Polonia]; Elemer Szabó [Hungría]; Marcel Taal [Países Bajos]; Eiji Tanaka [Japón]; Veronica Marques Tavares [Brasil]; Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira [Brasil]; Andrina Crnjak Thavenet [Croatia]; Mads Thelander [Dinamarca]; Osman Tikansak [Turkey]; Carolina de la torre [Ecuador]; Vinícius Fox Drummond Cançado Trindade [Brasil]; R. Talbor Trotter [Estados Unidos de América]; Nathalie Trudeau [Canadá]; İrfan UYSAL

[Turquía]; César Vaca [Ecuador]; Lisa-Marie Vaccaro [Canadá]; Daksha Vaja [Parte Interesada]; Eddy López Valdés [Cuba]; Freddy Valencia [Ecuador]; Martin van Veelen [Sur África]; Henrique Veiga [Brasil]; Jean Venables [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Mevr. Veronique Verbeke [Bélgica]; Véronique Verbeke [Bélgica]; Marielle Verret [Canadá]; Maria Tereza Viana [Brasil]; Nina Vik [Noruega]; Larissa Carolina Loureiro Villarroel [Brasil]; Hanitra Viviane [Madagascar]; Niels Vlaanderen [Países Bajos]; Jan Voet [Bélgica]; Rahanitriniaina Volatiana [Madagascar]; Barbara Bernard Vukadin [Eslovenia]; Brendan Wall [Irlanda]; Margaret Walsh [Estados Unidos de América]; See Wan [Singapur]; Chris Weaver [United States of America]; Devaka Weerakoon [Sri Lanka]; Mona Mejsen Westergaard [Dinamarca]; Henk Westhoek [Países Bajos]; Leers Wiebke [Alemania]; Piet de Wildt [Países Bajos]; Scott Wilson [Canadá]; Mary Omble Wuya [Nigeria]; Huang Yi [China]; Jeongki Yoon [República de Corea]; Rafaralahy Tovoharison Zakaria [Madagascar]; Holger Zambrano [Ecuador]; Nicolás Zambrano [Ecuador]; Jiang Zhigang [China]; Mira Zovko [Croacia]; Nina Zovko [Croacia]; Shepard Zvigadza [Zimbabue].

Editores de revisión:

Amr Osama Abdel-Aziz [Egipto]; Ahmed Abdelrehim [Egipto]; Majdah Aburas [Arabia Saudí]; Mohammad Al Ahmad [Kuwait]; Chandani Appadoo [Mauricios]; Michael Brody [Estados Unidos de América]; Louis Cassar [Malta]; William W. Dougherty [Estados Unidos de América]; Manal Elewah [Egipto]; Amr El-Sammak [Egipto]; Elsa Patricia Galarza Contreras [Perú]; Jose Holguin-Veras [Costa Rica]; Muhammad Ijaz [Pakistán]; Joy Jadam [Líbano]; Emmanuel Dieudonné Kam Yogo [Camerún]; Yoon Lee [República de Corea]; Clever Mafuta [Zimbabue]; Simone Maynard [Australia]; Joan Momanyi [Kenia]; Jacques André Ndione [Senegal]; Washington Odongo Ochola [Kenia]; Renat Perelet [Federación Rusa]; Linn Persson [Suecia]; Jan Plesnik [República Checa]; Ariana Rossen [Argentina]; Mayar Sabet [Egipto]; John Shilling [Estados Unidos de América]; Binaya Raj Shivakoti [Nepal]; Asha Singh [Guyana]; Asha Sitati [Kenia];Lawrence Surendra [India]; Paul C. Sutton [Estados Unidos de América]; Khulood Abdul Razzaq Tubaishat [Jordania]; Emma Archer van Garderen [Sur África]; Lei Yu [China]; Samy Mohamed Zalat [Egipto].

Instituciones y organizaciones colaboradoras:

Arabian Gulf University [Baréin]; Charles University [República Checa]; Chinese Academy of Sciences [China]; Clean Air in London [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; Colorado State University [Estados Unidos de América]; Department of Environment [Irán (República Islámica de)]; Embassy of the Federative Republic of Brazil [Brasil]; Environment and Climate Change [Canadá]; ETH Zurich [Suiza]; European Environment Agency [Dinamarca]; Forest Peoples Programme [Inglaterra]; General Authority for Meteorology and for Meteorology and Environment Protection [Arabia Saudí]; ICLEI – Local Governments for Sustainability [Canadá]; Indian Institute of Science [India]; Institut des Géosciences de l'Environnement [Francia]; King Abdulaziz University [Arabia Saudí]; Korea Environment Institute [República de Corea]; Michigan Technological University [Estados Unidos de América]; Ministry for the Ecological and Inclusive Transition of France [Francia]; Ministry for the Environment [Francia]; Ministry of Climate and Environment [Noruega]; Ministry of Environment and Forestry [Indonesia]; Ministry of Environment and Natural Resources [México]; Ministry of Environment Ecology and Forest [Madagascar]; Ministry of Environment Land and Sea [Italia]; Ministry of Environment, Forests and Climate Change, India]; Ministry of Environment [Jordania]; Ministry of Environment, Protection of Nature and Sustainable Development [Camerún]; Ministry of Natural Resources, Energy and Environment [Malawi]; Ministry of the Environmentand Sustainable Development [Argentina]; National Institute of S&T for Climate Change [Brasil]; National Water Research Center [Egipto]; Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning [Tailandia]; Peking University [China]; Secretariat de Medio Ambiente y Recursos Naturales [México];Spanish National Research Council [España]; Swiss Federal Office for the Environment [Suiza]; The University of the West Indies [Jamaica]; Tokyo Institute of Technology [Japón];U.S. Department of State [Estados Unidos de América]; United Nations Foundation [Estados Unidos de América]; Università di Roma "Tor Vergata" [Italia]; Université Nangui Abrogoua [Côté d'ivoire]; University of Costa Rica [Costa Rica];University of Maryland School of Public Policy [Estados Unidos de América]; University of Michigan [Estados Unidos de América]; University of São Paolo [Brasil]; University of Tehran [Irán (República Islámica de)]; University of Warwick and HEART [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; University of York [Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte]; University of Zimbabwe [Zimbabue]; US Forest Service [Estados Unidos de América]; WECF International [Alemania]; World Environment Center [Estados Unidos de América];World Water Council [Francia].

Glosario

Este glosario se ha elaborado a partir de las citas de los distintos capítulos y se basa en glosarios y otros recursos disponibles en los sitios web de las siguientes organizaciones, redes y proyectos:

American Academy of Opthamology; American Meteorological Society; Asian Development Bank ; Biodiversity Journal; Business Dictionary; Business Dictionary ; Cambridge Dictionary; Center for Transportation Excellence (Estados Unidos); Centers for Disease Control and Prevention; Charles Darwin University(Australia); Collins Dictionary; Consultative Group on International Agricultural Research; Convention on Biological Diversity; Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat(Ramsar); Department of Agriculture (Estados Unidos); Department of the Interior (Estados Unidos); Department of Transportation (Estados Unidos); Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GmbH, GiZ; Edwards Aquifer Website (Estados Unidos); Encyclopaedia Britannica; Encyclopedia of Earth; Energy Information Administration (Estados Unidos); Environmental Protection Agency (Estados Unidos); Environmental Science and Pollution Research; Europe's Information Society; European Commission; European Environmental Agency; European Nuclear Society; Farlex Free; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Foundation for Research; Gender GEO; Global Earth Observation System of Systems; Global Environment Outlook Sixth Edition; Global Footprint Network ; Global Land Outlook; Glossary of Environment Statistics; GreenFacts Glossary; Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology; Healthline; IGI Global; Illinois Clean Coal Institute (Estados Unidos); Illuminating Engineering Society of North America; Industrial Organisation Economics and Competition Law; Intellectual Property Organization; Intergovernmental Panel on Climate Change; Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; International Centre for Research in Agroforestry; International Comparison Program; International; Federation of Organic Agriculture Movements; International Research Institute for Climate and Society at Columbia University (Estados Unidos); International Strategy for Disaster Reduction; International Union for Conservation of Nature; Journal of Pharmaceutical Microbiology; Journal of the Association for Information Science and Technology; Lyme Disease Foundation (Estados Unidos); Manual Práctico de Ecodiseño; Medical Dictionary; Merriam-Webster Dictionary; Millennium Ecosystem Assessment; Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe; Ministry of Environment New Zealand; Ministry of Rural Development (Malaysia); MIT Press; National Aeronautics Space Administration (Estados Unidos); National Bureau of Economic Research; National Cancer Institute (Estados Unidos); National Center for Biotechnology Information (Estados Unidos); National Geographic; National Heart, Lung and Blood Institute (Estados Unidos); National Oceanic and Atmospheric Administration (Estados Unidos); National Safety Council (Estados Unidos); National Snow and Ice Data Centre (Estados Unidos); Natsource (Estados Unidos); Organisation for Economic Co-operation and Development; Organisation for Economic Co-operation and Development; Oxford Dictionary; PPP Knowledge Lab; Professional Development for Livelihoods (United Kingdom of Great Britian and Northern Ireland); RadioPaedia; Redefining Progress (Estados Unidos); SafariX eTextbooks Online; Science and Technology (Nueva Zelanda); Science Dictionary; SDG Knowledge platform; Semanticscolar.org; SER Primer; The IUP Journal of Applied Economics; TheFreeDictionary.com; Tirana Declaration; UN Environment; UN-Habitat; United Nations Convention to Combat Desertification; United Nations Development Group; United Nations Development Programme; United Nations Development Programme; United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; United Nations Framework Convention on Climate Change ; United Nations Industrial Development Organization; United Nations International Strategy for Disaster Reduction; United Nations Statistics Division; United Nations Water; United Nations Women; United State Geoogical Survey; University of Sydney; USLegal.com; Water Footprint Network, (Netherlands); Water Quality Association (Estados Unidos); Wikipedia; World Bank; World Health Organization; World Health Organization; World Meteorological Organization; World Wide Fund for Nature

Abundancia
Número de individuos o medida cuantitativa relacionada (como la biomasa) en una población, comunidad o unidad espacial.

Acaparamiento de tierras
El acaparamiento de tierras a gran escala se define como "las adquisiciones o concesiones que son una o más de las siguientes (i) que violan los derechos humanos, en particular la igualdad de derechos de las mujeres; (ii) que no se basan en el consentimiento libre, previo e informado de los usuarios de la tierra afectados; (iii) que no se basan en una evaluación exhaustiva, o que no tienen en cuenta los impactos sociales, económicos y medio ambientales, incluida la forma en que dichos impactos son de género; (iv) que no se basan en contratos transparentes que especifican compromisos claros y vinculantes sobre las actividades, el empleo y el reparto de beneficios; y (v) que no se basan en una planificación democrática efectiva, una supervisión independiente y una participación significativa".

Acidez
Medida que permite conocer qué tan acida es una solución. Una solución con un pH inferior a 7,0 se considera ácida.

Acidificación
Cambio en el equilibrio químico natural causado por un aumento en la concentración de elementos ácidos.

Acidificación de los océanos
Término utilizado para describir los cambios significativos en la química del océano. Se produce cuando el gas de dióxido de carbono (o CO_2) es absorbido por el océano y reacciona con el agua de mar para producir ácido. Aunque el gas CO_2 se mueve de forma natural entre la atmósfera y los océanos, el aumento de las cantidades de dicho gas emitidas a la atmósfera, principalmente como resultado de las actividades humanas (por ejemplo, la quema de combustibles fósiles), ha ido incrementando la cantidad del mismo que es absorbida por el océano, lo que se traduce en un agua de mar más ácida.

Actividades de gestión de recursos
Actividades relacionadas con la gestión de los recursos naturales (seguimiento, control, estudios, administración y acciones para facilitar los ajustes estructurales de los sectores afectados).

Actores no estatales
Los actores no estatales se clasifican como entidades que (i) participan o actúan en el ámbito de las relaciones internacionales; organizaciones con poder suficiente para influir y provocar cambios en la política que (ii) no pertenecen ni existen como estructura estatal o institución establecida de un Estado; no tienen las características de este, siendo estas la soberanía legal y cierta medida de control sobre la población y los territorios de un país.

Acuerdos multilaterales sobre medio ambiente (MEA, por sus siglas en inglés)
Tratados, convenios, protocolos y contratos entre varios de los Estados en relación con problemas medio ambientales específicos.

Acuífero
Un acuífero es una capa subterránea de roca que contiene agua.

Las rocas acuíferas son permeables, es decir, tienen aberturas por las que pueden pasar líquidos y gases. Las rocas sedimentarias, como la arenisca, así como la arena y la grava, son ejemplos de rocas acuíferas. La parte superior del nivel de agua en un acuífero se llama tabla de agua.

Adaptación
Ajuste de los sistemas naturales o humanos a un entorno nuevo o cambiante, incluyendo la adaptación anticipada y reactiva, la adaptación privada y pública, y la autónoma y planificada.

Adaptación basada en los ecosistemas
El uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia integral para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.

Aeroponía
Técnica de cultivo de plantas en la que las raíces quedan suspendidas en el aire mientras la solución nutritiva les llega en forma de una fina niebla de geoingeniería climática

Aflatoxina
Las aflatoxinas son sustancias venenosas producidas por ciertos tipos de hongos (mohos) que se encuentran de forma natural en todo el mundo; estas pueden contaminar los cultivos alimentarios y suponen una grave amenaza para la salud de los seres humanos y el ganado. Las aflatoxinas también suponen una importante carga económica, ya que se calcula que cada año estas destruyen un 25% o más de los cultivos alimentarios a nivel mundial.

Aglomeración urbana
La población contenida en los contornos de un territorio contiguo habitado a niveles de densidad urbana sin tener en cuenta a los límites administrativos". En otras palabras, integra la "ciudad propiamente dicha" más las zonas suburbanas que forman parte de lo que puede considerarse como límites de la ciudad; un término que en sí mismo es controvertido.

Agotamiento del ozono estratosférico
Destrucción química de la capa de ozono estratosférico, especialmente por sustancias producidas por las actividades humanas.

Agricultura de precisión
Implica la observación, la evaluación del impacto y la respuesta estratégica oportuna a la variación a escala fina de los componentes causales de un proceso de producción agrícola. Por lo tanto, la agricultura de precisión puede abarcar una serie de empresas agrícolas, desde la gestión del rebaño lechero hasta la producción de cultivos en el campo, pasando por la horticultura. Esta idea también puede aplicarse a los aspectos previos y posteriores a la producción de las empresas agrícolas.

Agricultura ecológica
Sistema de producción que mantiene la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar de utilizar insumos sintéticos.

Agricultura sostenible
La agricultura sostenible hace hincapié en los métodos y procesos que mejoran la productividad del suelo al tiempo que minimizan los efectos perjudiciales para el clima, el suelo, el agua, el aire, la biodiversidad y la salud humana. Pretende minimizar el uso de insumos procedentes de fuentes no renovables y de productos derivados del petróleo y sustituirlos por otros procedentes de recursos renovables. Se centra en la población local y sus necesidades, conocimientos, habilidades, valores socioculturales y estructuras institucionales. Garantiza la satisfacción de las necesidades nutricionales básicas de las generaciones actuales y futuras, tanto en términos de cantidad como de calidad. Proporciona empleo a largo plazo, unos ingresos adecuados y unas condiciones de trabajo y de vida dignas e igualitarias para todos los que participan en las cadenas de valor agrícolas. Reduce la vulnerabilidad del sector agrícola a las condiciones naturales adversas (por ejemplo, el clima), o a los factores socioeconómicos (por ejemplo, fuertes fluctuaciones de precios) y otros riesgos.

Agroecología
Enfoque ecológico de la agricultura que considera las zonas agrícolas como ecosistemas y se preocupa por el impacto ecológico de las prácticas agrícolas.

Agroecosistemas
Organismos y entorno de una zona agrícola considerados como un ecosistema.

Agrotecnología
La aplicación de la tecnología en la agricultura**.**

Albedo
La fracción de energía solar que se refleja difusamente desde la Tierra hacia el espacio. Indica el grado de reflexión de la superficie terrestre.

Agua azul
Agua dulce superficial y subterránea, es decir, el agua de los lagos, ríos y acuíferos de agua dulce. La huella hídrica azul es el volumen de agua superficial y subterránea consumida como resultado de la producción de un bien o servicio. El consumo de agua azul se refiere al volumen de agua dulce utilizada y luego evaporada o incorporada a un producto. También incluye el agua extraída de las aguas superficiales o subterráneas de una cuenca y devuelta a otra cuenca o al mar. Es la cantidad de agua extraída de las aguas subterráneas o superficiales que no vuelve a la cuenca de la que se extrajo.

Agua potable mejorada
Las fuentes "mejoradas" de agua potable incluyen el agua entubada en las viviendas; el agua entubada en los patios/parcelas; los grifos públicos o los grifos de pie; los pozos entubados o perforados; los pozos excavados protegidos; los manantiales protegidos; y el agua de lluvia.

Aguas grises
Agua cuya calidad se ha visto afectada negativamente por el uso humano, en la industria, la agricultura o en el ámbito doméstico. La huella hídrica gris de un producto es un indicador de la contaminación del agua dulce que puede asociarse a la producción de un producto en toda su cadena de suministro. Se define como el volumen de agua dulce que se necesita para asimilar la carga de contaminantes basándose en las concentraciones naturales de fondo y en las normas de calidad del agua ambiental existentes. Se calcula como el volumen de agua que se necesita para diluir los contaminantes hasta el punto de que la calidad del agua se mantenga por encima de las normas de calidad del agua acordadas.

Aguas subterráneas
Agua que fluye o se filtra hacia abajo y satura el suelo o la roca, abasteciendo manantiales y pozos. La superficie superior de la zona saturada se denomina tabla de agua.

Aguas superficiales
Todas las aguas abiertas naturalmente a la atmósfera, incluidos los ríos, lagos, embalses, arroyos, embalses, mares y estuarios. El término también abarca los manantiales, pozos u otros colectores de agua que reciben la influencia directa de las aguas superficiales.

Alcalinización
Proceso que reduce la cantidad de ácido en una solución. En medicina, un álcali, como el bicarbonato de sodio, puede

administrarse a los pacientes para reducir los niveles elevados de ácido en la sangre o la orina que pueden causar ciertos medicamentos o afecciones.

Alerta temprana
El suministro de información oportuna y eficaz, a través de instituciones identificadas, que permite a las personas expuestas a un peligro tomar medidas para evitar o reducir su riesgo y preparar una respuesta eficaz.

Alienación
Transferencia ilegal de registros o pérdida de su custodia a una organización o persona no autorizada.

Alta mar
Los océanos que se encuentran fuera de las jurisdicciones nacionales, más allá de la zona económica exclusiva de cada nación u otras aguas territoriales.

Alterador endocrino
Sustancia externa que interfiere (mediante la imitación, el bloqueo, la inhibición o la estimulación) con la(s) función(es) del sistema hormonal y, por consiguiente, provoca efectos adversos para la salud en un organismo intacto, o en su descendencia, o en (sub) poblaciones.

Análisis de género
El análisis de género es un examen crítico de cómo las diferencias en los roles de género, las actividades, las necesidades, las oportunidades y los derechos afectan a los hombres, las mujeres, las niñas y los niños en determinadas situaciones o contextos. El análisis de género examina las relaciones entre mujeres y hombres y su acceso y control de los recursos, así como las limitaciones a las que se enfrentan unos y otros. Un análisis de género debe integrarse en todas las evaluaciones sectoriales o análisis de situación para garantizar que las injusticias y desigualdades basadas en el género no se vean exacerbadas por las intervenciones y que, en la medida de lo posible, se promueva una mayor igualdad y justicia en las relaciones de género.

Análisis del ciclo de vida
Técnica para evaluar los impactos ambientales asociados a todas las etapas de la vida de un producto, desde la extracción de la materia prima, pasando por el procesamiento de los materiales, la fabricación, la distribución, el uso, la reparación y el mantenimiento, hasta la eliminación o el reciclaje (de la cuna a la tumba).

Antropoceno
Término utilizado por los científicos para denominar una nueva época geológica (después del más reciente Holoceno) caracterizada por cambios significativos en la atmósfera, la biosfera y la hidrosfera de la Tierra debidos, principalmente, a las actividades humanas.

Años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD)
La suma de los años potenciales de vida perdidos por la mortalidad prematura y los años de vida productiva perdidos por la discapacidad.

Área Marina Protegida (AMP)
Área marina definida geográficamente que se designa, regula y gestiona para lograr objetivos específicos de conservación.

Ascendente o de abajo hacia arriba
Desde el nivel más bajo de una jerarquía o proceso hasta el más alto.

Asíntota
Línea que se aproxima continuamente a una curva dada pero que no se encuentra con ella a una distancia finita.

Asociación público-privada
Acuerdo contractual entre un organismo público (federal, estatal o local) y una entidad del sector privado. A través de este acuerdo, se comparten las habilidades y los activos de cada sector (público y privado) para prestar un servicio o instalación.

Bentónico
De, relativo a, o que ocurre en el fondo de un cuerpo de agua.

Bien público mundial
Bienes públicos que tienen beneficios universales, que abarcan múltiples grupos de países y todas las poblaciones.

Bienes comunes mundiales
Bienes naturales sin dueño como la atmósfera, los océanos, el espacio exterior y la Antártida.

Bienes de mérito
Bienes o servicios (como la educación y la vacunación) proporcionados gratuitamente en beneficio de toda la sociedad por un gobierno, porque estarían infrautilizados si se dejaran a las fuerzas del mercado o a la empresa privada.

Bienestar humano
Grado en el que los individuos tienen la capacidad de vivir el tipo de vida que deseado; las oportunidades que tienen las personas para perseguir sus aspiraciones. Los componentes básicos del bienestar humano son: la seguridad, la satisfacción de las necesidades materiales, la salud y las relaciones sociales.

Bioacumulación
Aumento de la concentración de una sustancia química en los organismos. También se utiliza para describir el aumento progresivo de la cantidad de una sustancia química en un organismo como resultado de las tasas de absorción de un

Biocapacidad
La capacidad de los ecosistemas para producir materiales biológicos útiles y absorber los materiales de desecho generados por el ser humano, utilizando los actuales esquemas de gestión y tecnologías de extracción. La biocapacidad de un área se calcula multiplicando la superficie física real por el factor de rendimiento y el factor de equivalencia apropiado. La biocapacidad suele expresarse en unidades de hectáreas globales.

Biocombustible
Combustible producido a partir de materia orgánica seca o aceites combustibles de plantas, como el alcohol de azúcar o maíz fermentado, y los aceites derivados de la palma aceitera, la colza o la soja.

Biodiversidad (una contracción de diversidad biológica)
La variedad de la vida en la Tierra, incluida la diversidad a nivel genético, entre especies, ecosistemas y hábitats. Comprende la diversidad en abundancia, distribución y comportamiento, así como la interacción con los sistemas socioecológicos. La biodiversidad también incorpora la diversidad cultural humana, que puede ser afectada por los mismos factores que la biodiversidad, y que a su vez tiene impactos en la diversidad de genes, otras especies y ecosistemas.

Bioenergía
Energía renovable producida por organismos vivos.

Biogás
Gas, rico en metano, que se produce por la fermentación de estiércol animal, aguas residuales humanas o residuos de cultivos en un recipiente hermético.

Bioma
La mayor unidad de clasificación de ecosistemas que es conveniente reconocer por debajo del nivel global. Los biomas terrestres suelen basarse en la estructura de la vegetación dominante (como bosques o praderas). Los ecosistemas de un bioma funcionan de forma muy similar, aunque pueden tener una composición de especies muy diferente. Por ejemplo, todos los bosques comparten ciertas propiedades relacionadas con el ciclo de nutrientes, las perturbaciones y la biomasa, las cuales son diferentes a las propiedades de los pastizales.

Biomagnificación
Acumulación de ciertas sustancias en los cuerpos de los organismos de los niveles tróficos superiores de las redes alimentarias. Los organismos de los niveles tróficos inferiores acumulan pequeñas cantidades. Los organismos del nivel superior de la cadena alimentaria comen muchos de estos organismos de nivel inferior y, por tanto, acumulan cantidades mayores. La concentración en los tejidos aumenta en cada nivel trófico de la red alimentaria cuando hay una absorción eficiente y una eliminación lenta.

Biomasa
Materia orgánica, encima y debajo del suelo y en el agua, tanto viva como muerta, tales como árboles, cultivos, hierbas, hojarasca y raíces.

Biosfera
La parte de la Tierra y su atmósfera en la que existen organismos vivos, haciéndola capaz de albergar vida.

Blanqueo (de los arrecifes de coral)
Fenómeno que se produce cuando los corales sometidos a estrés expulsan sus algas microscópicas mutualistas, llamadas zooxantelas. Esto da lugar a una grave disminución o incluso a la pérdida total de pigmentos fotosintéticos. Como la mayoría de los corales constructores de arrecifes tienen esqueletos blancos de carbonato de calcio, éstos se muestran a través del tejido de los corales y el arrecife de coral aparece blanqueado.

Bosque
Tierras de más de 0,5 hectáreas con árboles de más de 5 metros de altura y una cubierta de copas de más del 10%, o árboles capaces de alcanzar estos umbrales in situ. No incluye las tierras de uso predominantemente agrícola o urbano.

Brecha de género
El término brecha de género se refiere a cualquier disparidad entre la condición o posición de las mujeres y los hombres en la sociedad. A menudo se utiliza para referirse a la diferencia de ingresos medios entre mujeres y hombres, por ejemplo, "brecha salarial de género". Sin embargo, las brechas de género pueden darse en muchos ámbitos, como la participación y las oportunidades económicas, los logros educativos, la salud y la supervivencia y el empoderamiento político.

Calentamiento global
Aumento de la temperatura del aire en superficie, denominado temperatura global, inducido por las emisiones de gases de efecto invernadero en el aire.

Calidad del agua
Las características químicas, físicas y biológicas del agua, generalmente en relación con su idoneidad para un fin determinado.

Cambio abrupto
El cambio que se produce de forma tan rápida e inesperada que los sistemas humanos o naturales tienen dificultades para adaptarse a él.

Cambio climático
La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define el cambio climático como "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".

Cambio transformador
Proceso por el que se consiguen resultados positivos de desarrollo y se mantienen en el tiempo mediante la institucionalización de políticas, programas y proyectos dentro de las estrategias nacionales. Cabe señalar que esto encarna el concepto de resultados institucionalmente sostenidos, es decir, la coherencia de los logros a lo largo del tiempo. Esto es para excluir el impacto transitorio a corto plazo.

Capa de ozono
Región de la atmósfera situada a una altura de 10-50 km sobre la superficie de la Tierra (llamada estratosfera) que contiene ozono diluido.

Capacidad adaptativa
La habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad y las condiciones extremas climáticas) para moderar los daños potenciales, para aprovechar las oportunidades o para hacer frente a las consecuencias

Capital
Recurso que puede ser movilizado en la consecución de los objetivos de un individuo. Así, el capital natural (recursos naturales como la tierra y el agua), el capital físico (tecnología y artefactos), el capital social (relaciones sociales, redes y vínculos), capital financiero (dinero en un banco, préstamos y créditos), capital humano (educación y habilidades).

Capital de riesgo
El capital de riesgo es el que se invierte en proyectos que tienen un alto riesgo de fracasar, pero que aportarán grandes beneficios si tienen éxito.

Capital natural
Los activos naturales en su función de proporcionar insumos de recursos naturales y servicios ambientales para la producción económica. El capital natural incluye la tierra, los minerales y los combustibles fósiles, la energía solar, el agua, los organismos vivos y los servicios proporcionados por las interacciones de todos estos elementos en los sistemas ecológicos.

Captación (área)
Superficie de tierra desde la cual se desgua las precipitaciones a un río, cuenca o embalse. Véase también Cuenca hidrográfica.

Captura accidental
Los peces y otras criaturas marinas no deseadas capturadas durante la pesca comercial de una especie diferente.

Captura de carbono
Proceso que consiste en aumentar el contenido de carbono de un depósito que es distinto a la atmósfera.

Carbono negro (CN)
Aerosol definido operacionalmente a partir de la medición de la absorción de la luz y la reactividad química y/o la estabilidad térmica. El carbono negro se forma a través de la combustión incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa, y se emite como parte de hollín antropogénico y natural. Se compone de carbono puro en varias formas enlazadas. El carbono negro calienta la Tierra al absorber la luz

solar, reemitir calor a la atmósfera y reducir el albedo (la capacidad de reflejar la luz solar) cuando se deposita en la nieve y el hielo.

Carbono orgánico (OC, por sus siglas en inglés)
El carbono orgánico, tal y como se utiliza en la investigación climática, suele referirse a la fracción de carbono del aerosol que no es negra. Este término es una simplificación excesiva porque el carbono orgánico puede contener cientos o miles de compuestos orgánicos diferentes con un comportamiento atmosférico variable. Es la cantidad que resulta del análisis térmico de los aerosoles de carbono

Carcinoma de células de Merkel
Enfermedad muy rara en la que se forman células malignas (cancerosas) en la piel. Las células de Merkel se encuentran en la capa superior de la piel. Estas células están muy cerca de las terminaciones nerviosas que reciben la sensación del tacto.

Cataratas
Nubosidad u opacidad en el cristalino del ojo, que es normalmente transparente. Esta nubosidad puede causar una disminución de la visión y puede conducir a la ceguera final.

Catastro
Registro de la propiedad que muestra la extensión, el valor y la propiedad de la tierra a efectos fiscales.

Caudales ambientales
La cantidad, el momento y la calidad de los flujos de agua necesarios para mantener los ecosistemas de agua dulce y de estuarios y los medios de subsistencia y el bienestar humanos que dependen de estos ecosistemas. A través de la aplicación de los caudales ambientales, los gestores del agua se esfuerzan por conseguir un régimen o patrón de caudales que satisfaga los usos humanos y mantenga los procesos esenciales necesarios para mantener la salud de los ecosistemas fluviales.

Célula de Hadley
Célula de convección atmosférica a gran escala en la que el aire se eleva en el ecuador y se hunde en latitudes medias, normalmente unos 30° al norte o al sur.

Chikungunya
El chikungunya es una enfermedad viral transmitida a los humanos por mosquitos infectados. Provoca fiebre y fuertes dolores articulares. Otros síntomas son dolor muscular, dolor de cabeza, náuseas, fatiga y erupción cutánea.

Ciclo hidrológico
Sucesión de etapas que sufre el agua en su paso de la atmósfera a la superficie terrestre y su retorno a la atmósfera. Las etapas incluyen la evaporación desde la tierra, el mar o las aguas interiores, la condensación para formar nubes, la precipitación, la acumulación en el suelo o en las masas de agua y la reevaporación.

Ciclos biogeoquímicos
Flujo de elementos y compuestos químicos entre los organismos vivos (biosfera) y el medio físico (atmósfera, hidrosfera, litosfera).

Ciencia ciudadana
Recogida y análisis de datos relacionados con el mundo natural por parte de miembros del público en general, normalmente como parte de un proyecto de colaboración con científicos profesionales.

Científico ciudadano
Un miembro del público en general que recoge y analiza datos relacionados con el mundo natural, normalmente como parte de un proyecto de colaboración con científicos profesionales.

Circulación termohalina
Circulación a gran escala impulsada por la densidad en el océano, causada por las diferencias de temperatura y salinidad. En el Atlántico Norte, la circulación termohalina consiste en que el agua caliente de la superficie fluye hacia el norte y el agua fría de las profundidades fluye hacia el sur, lo que da lugar a un transporte neto de calor hacia el polo. El agua superficial se hunde en regiones de sumersión muy restringidas situadas en latitudes altas. También se denomina cinta transportadora oceánica (mundial) o circulación meridional de vuelco.

Ciudades inteligentes
Una ciudad inteligente es una designación que se da a una ciudad que incorpora las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar la calidad y el rendimiento de los servicios urbanos como la energía, el transporte y los servicios públicos para reducir el consumo de recursos, el despilfarro y los gastos generales. El objetivo general de una ciudad inteligente es mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos a través de la tecnología inteligente.

Clorofluorocarbonos (CFC)
Grupo de sustancias químicas, formadas por cloro, flúor y carbono, muy volátiles y de baja toxicidad, ampliamente utilizadas en el pasado como refrigerantes, disolventes, propulsores y agentes espumantes. Los clorofluorocarbonos tienen un potencial de agotamiento de la capa de ozono y de calentamiento global.

Cobertura terrestre
La cobertura física de la tierra, normalmente expresada en términos de cobertura vegetal o falta de ella. Influenciado por el uso de la tierra, pero no es sinónimo de este.

Colapso del ecosistema
El punto final del declive de un ecosistema, se produce cuando todas las ocurrencias de un ecosistema se han salido del rango natural de variabilidad espacial y temporal en composición, estructura y/o función.

Columna de agua
Columna imaginaria que se extiende por una masa de agua desde su fondo hasta su superficie.

Combustible fósil
Carbón, gas natural y productos petrolíferos (como el petróleo) formados a partir de los cuerpos descompuestos de animales y plantas que murieron hace millones de años.

Comercio de agua virtual
La idea de que cuando se comercian bienes y servicios, también se comercia con el agua necesaria para producirlos (incrustada).

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)
Corresponden a cualquier compuesto de carbono, excluyendo el monóxido de carbono, el dióxido de carbono el ácido carbónico, los carburos o carbonatos metálicos y el carbonato de amonio, que participa en las reacciones fotoquímicas atmosféricas, excepto los designados por la EPA como de reactividad fotoquímica insignificante.

Compuestos organoclorados
Cualquiera de una clase de compuestos químicos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno y cloro, como las dioxinas, los bifenilos policlorados (PCB) y algunos pesticidas como el DDT.

Conjunto de datos
Recopilación de información sobre un tema concreto. Conocimiento ecológico tradicional o local Conjunto de

conocimientos, técnicas, prácticas o representaciones mantenidas o desarrolladas por pueblos con una larga historia de interacción con el entorno natural.

Conservación
La protección, el cuidado, la gestión y el mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies silvestres y las poblaciones, dentro o fuera de sus entornos naturales, con el fin de salvaguardar las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Contabilidad del flujo de materiales
La cuantificación de todos los materiales utilizados en las actividades económicas. Contabiliza el total de materiales movilizados durante la extracción de materiales y los materiales realmente utilizados en los procesos económicos medidos en términos de su masa.

Contaminación
La presencia de minerales, sustancias químicas o propiedades físicas en niveles que superan los valores considerados para definir un límite entre la calidad buena o aceptable y la mala o inaceptable,

Contaminación por nutrientes
Contaminación de recursos hídricos debido a un aporte excesivo de nutrientes.

Contaminante
Cualquier sustancia que causa daños al medio ambiente cuando se mezcla con el suelo, el agua o el aire.

Contaminante secundario
No se emite directamente como tal, sino que se forma cuando otros contaminantes (contaminantes primarios) reaccionan en la atmósfera.

Contaminantes microbianos y no microbianos
La contaminación microbiológica se refiere a la introducción no intencionada o accidental de microbios como bacterias, levaduras, moho, hongos, virus, priones, protozoos o sus toxinas y subproductos. Los cambios más destacados de la contaminación del producto son: pérdida de viscosidad y sedimentación debido a la despolimerización de los agentes de suspensión, cambios de pH, producción de gas, olor defectuoso, masas viscosas brillantes, etc.

Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)
Sustancias químicas que permanecen en el medio ambiente, se bioacumulan a través de la red alimentaria y suponen un riesgo de causar efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente.

Contribución de la Naturaleza a las Personas (CNP)
Corresponden a todas aquellas contribuciones, tanto positivas como negativas, de la naturaleza viva (es decir, la diversidad de organismos, los ecosistemas y sus procesos ecológicos y evolutivos asociados) a la calidad de vida de las personas. Las contribuciones beneficiosas de la naturaleza incluyen cosas como el suministro de alimentos, la purificación del agua, el control de las inundaciones y la inspiración artística, mientras que las contribuciones perjudiciales incluyen la transmisión de enfermedades y la depredación que daña a las personas o a sus bienes. Muchas CNP pueden percibirse como beneficios o perjuicios en función del contexto cultural, temporal o espacial.

Corriente en chorro
Una banda estrecha y variable de corrientes de aire muy fuertes, predominantemente occidentales, que rodea el planeta a varios kilómetros de altura. Suele haber dos o tres corrientes en chorro en cada uno de los hemisferios norte y sur.

Costo externo (también externalidad)
Costo que no está incluido en el precio del mercado de los bienes y servicios producidos. En otras palabras, un costo que no es asumido por quienes lo crean, como el costo de la limpieza de la contaminación causada por la descarga de la contaminación en el medio ambiente.

Crowdsourcing
Proceso de producción y resolución de problemas que implica la subcontratación de tareas a una red de personas, también conocida como la multitud. Este proceso puede ocurrir tanto en línea como desconectado.

Cuasicapital
Una forma de deuda de la empresa que también podría considerarse que posee algunos rasgos de los fondos propios, como el hecho de no estar asegurada por ninguna garantía.

Cuenca hidrográfica
(También llamada cuenca hidrográfica, cuenca fluvial o cuenca de captación) Área de tierra donde las precipitaciones escurren hacia arroyos, ríos, lagos y embalses. Es una característica de la tierra que puede identificarse trazando una línea a lo largo de las elevaciones más altas entre diferentes áreas, a menudo una coordillera.

Cultivo
(La cantidad total recogida de) una planta como grano, fruta u hortaliza cultivada en grandes cantidades.

Custodia
El trabajo de supervisar o cuidar algo, como una organización o una propiedad.

Datos desglosados por sexo
Información recogida y presentada por separado según el género de las personas. Suele incluir el estado de ser masculino o femenino basado en identidades, construcciones y diferencias sociales o culturales.

Datos desglosados por sexo
Los datos desagregados por sexo son datos que se clasifican de forma cruzada por sexo, presentando información por separado para hombres y mujeres, niños y niñas. Los datos desagregados por sexo reflejan los roles, las situaciones reales y las condiciones generales de mujeres y hombres, niñas y niños en todos los aspectos de la sociedad. Por ejemplo, la tasa de alfabetización, los niveles de educación, la propiedad de empresas, el empleo, las diferencias salariales, las personas a cargo, la propiedad de casas y tierras, los préstamos y créditos, las deudas, etc. Cuando los datos no están desglosados por sexo, es más difícil identificar las desigualdades reales y potenciales. Los datos desglosados por sexo son necesarios para realizar un análisis eficaz de las cuestiones de género.

DDT (diclorodifeniltricloroetano)
Insecticida organoclorado sintético, uno de los contaminantes orgánicos persistentes incluidos en la lista de control del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes.

Deforestación
Conversión de terrenos forestales en zonas no forestales.

Degradación de la tierra
Pérdida a largo plazo de la función y los servicios de los ecosistemas, causada por perturbaciones de las que el sistema no puede recuperarse sin ayuda.

Degradación del medio ambiente
La degradación ambiental es el deterioro de la calidad del medio ambiente debido a las concentraciones ambientales de contaminantes y a otras actividades y procesos como el uso inadecuado del suelo y las catástrofes naturales.

Degradación forestal
Cambios en el bosque que afectan negativamente la estructura o la función del bosque o del lugar y, por lo tanto, disminuyen la capacidad de suministrar productos y/o servicios.

Demanda bioquímica de oxígeno
Medida de la contaminación orgánica del agua: la cantidad de oxígeno, en mg por litro de agua, absorbida por una muestra mantenida a 20°C durante cinco días.

Dengue
Enfermedad infecciosa causada por uno de los cuatro virus relacionados que transmiten los mosquitos. El virus del dengue es una de las principales causas de enfermedad y muerte en los trópicos y subtrópicos. Cada año se infectan hasta 400 millones de personas.

Deposición de nitrógeno
La entrada de nitrógeno reactivo, principalmente derivado de los óxidos de nitrógeno y las emisiones de amoníaco, desde la atmósfera a la biosfera.

Derecho blando o *soft law*
Normas que no tienen un carácter estrictamente vinculante ni carecen por completo de significado jurídico. Se debilitan a lo largo de una o más de las dimensiones de obligación, precisión y delegación. En el contexto del derecho internacional, el derecho indicativo se refiere a las directrices, declaraciones políticas o códigos de conducta que establecen normas de comportamiento. Sin embargo, no son directamente ejecutables.

Desagregación
Separar en las partes constitutivas.

Desarrollo de capacidad
Proceso mediante el cual los individuos, las organizaciones y las sociedades obtienen, refuerzan y mantienen las capacidades para establecer y alcanzar sus propios objetivos de desarrollo a lo largo del tiempo.

Desarrollo sostenible
Desarrollo que satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Descarbonización
Eliminar el carbono o los depósitos carbonosos de (un motor u otro objeto metálico).

Descendente o de arriba hacia abajo
Se utiliza para referirse a una situación en la que las decisiones son tomadas por unas pocas personas con autoridad y no por las personas que se ven afectadas por las decisiones.

Desertificación
Degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como consecuencia de diversos factores, como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Supone cruzar umbrales más allá de los cuales el ecosistema subyacente no puede restaurarse por sí mismo, sino que requiere recursos externos cada vez mayores para su recuperación.

Desove (pesca)
Depositar o fecundar el desove; producir crías, especialmente en gran número.

Detoxificación
Proceso de eliminación de sustancias o calidades tóxicas.

Difusión de la política
El proceso por el que una política es adoptada, copiada y aplicada en otras áreas, campos, regiones o sectores.

Diversidad de especies
Biodiversidad a nivel de especie, que suele combinar aspectos de la riqueza de especies, su abundancia relativa y su disimilitud.

Diversidad genética
La variedad de genes dentro de una determinada especie, variedad o raza.

Ecodiseño
La integración de los aspectos medio ambientales en el diseño y desarrollo de productos con el objetivo de reducir los impactos medio ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida de un producto.

Economía circular
La economía circular es un enfoque sistémico de los procesos industriales y la actividad económica que permite que los recursos utilizados mantengan su máximo valor durante el mayor tiempo posible. Las consideraciones clave en la aplicación de una economía circular son la reducción y el replanteamiento del uso de la investigación, y la búsqueda de la longevidad, la renovabilidad, la reutilización, la reparabilidad, la reemplazabilidad y la mejora de los recursos y productos que se utilizan.

Economía compartida
La actividad basada en el intercambio de pares para obtener, dar o compartir el acceso a bienes y servicios, coordinada a través de servicios en línea basados en la comunidad.

Economía verde
No existe una definición de economía verde acordada internacionalmente y en publicaciones recientes se han identificado al menos ocho definiciones distintas. Por ejemplo, el PNUMA ha definido la economía verde como "aquella que da lugar a una mejora de los riesgos para el bienestar humano y las escaseces ecológicas. Es baja en carbono, eficiente en recursos y socialmente inclusiva" (UNEP, 2011). Esta definición ha sido citada en una serie de informes más recientes, incluidos los del UNEMG y la OCDE. Otra definición de economía verde ofrecida por la Coalición de la Economía Verde (un grupo de ONG, grupos sindicales y otros que trabajan a nivel de base en una economía verde) define sucintamente la economía verde como "una economía resistente que proporciona una mejor calidad de vida para todos dentro de los límites ecológicos del planeta."

Economías de aglomeración
Los beneficios que se obtienen cuando las empresas y las personas se ubican cerca unas de otras en ciudades y agrupaciones industriales. Todos estos beneficios provienen, en última instancia, del ahorro de costos de transporte: la única diferencia real entre una empresa cercana y otra del otro lado del continente es que es más fácil conectarse con un vecino.

Ecorregión
Uno de los principales ecosistemas definidos por una geografía distintiva y que recibe una radiación solar y una humedad uniformes.

Ecosistema
Un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y su entorno no vivo, que interactúan como una unidad funcional.

Ecosistema acuático
Unidad ecológica básica compuesta por elementos vivos y no vivos que interactúan en el agua.

Ecoturismo
Viajes realizados para presenciar la calidad natural o ecológica de determinados lugares o regiones, incluida la prestación de servicios ecológicos para facilitar dichos viajes.

Educación ambiental
Proceso de reconocimiento de valores y aclaración de conceptos para desarrollar las habilidades y actitudes necesarias para comprender y apreciar la interrelación de los seres humanos, su cultura y el entorno biofísico. La educación ambiental también implica la práctica de la toma de decisiones y la autoformulación de un código de comportamiento sobre cuestiones relativas a la calidad del medio ambiente.

Efecto indirecto
El efecto de propagación del crecimiento de una región a otra.

Efluentes
En cuestiones de calidad del agua, se refiere a los residuos líquidos (tratados o no) que se vierten al medio ambiente desde fuentes como las plantas de proceso industrial y de tratamiento de aguas residuales.

El Niño (también El Niño-Oscilación del Sur (ENSO))
En su sentido original, es una corriente de agua cálida que periódicamente fluye a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, perturbando la pesca local. Este evento oceánico está asociado a una fluctuación del patrón de presión superficial intertropical y de la circulación en los océanos Índico y Pacífico, llamada Oscilación del Sur. Este fenómeno atmósfera-océano se conoce colectivamente como El Niño-Oscilación del Sur. Durante un evento de El Niño, los vientos alisios predominantes se debilitan y la contracorriente ecuatorial se fortalece, lo que hace que las aguas superficiales cálidas de la zona de Indonesia fluyan hacia el este para superponerse a las aguas frías de la corriente del Perú frente a Sudamérica. Este acontecimiento tiene un gran impacto en los patrones de viento, temperatura superficial del mar y precipitaciones en el Pacífico tropical. Tiene efectos climáticos en toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. El fenómeno opuesto a El Niño se llama La Niña.

Electrificación
Acción o proceso de cargar algo con electricidad.

Emigración
Acción de abandonar un lugar para establecerse en otro, especialmente dentro de un país.

Energía geotérmica
La palabra geotérmica viene de las palabras griegas geo (tierra) y therme (calor). La energía geotérmica corresponde al calor del interior de la tierra. El hombre puede utilizar este calor en forma de vapor o de agua caliente para calentar edificios o para generar electricidad. La energía geotérmica es una fuente de energía renovable porque el calor se produce continuamente en el interior de la tierra.

Energía primaria
Energía incorporada en los recursos naturales (como el carbón, el petróleo crudo, la luz solar o el uranio) que no ha sufrido ninguna conversión o transformación antropogénica.

Enfermedad zoonótica
(También conocida como zoonosis) Infección o enfermedad que es transmisible de los animales a los seres humanos en condiciones naturales.

Enfoque ecosistémico
Estrategia para la gestión integrada de la tierra, el agua y los recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible de forma equitativa. Un enfoque ecosistémico se basa en la aplicación de métodos científicos apropiados, centrados en niveles de organización biológica que abarcan la estructura esencial, los procesos, las funciones y las interacciones entre los organismos y su entorno. Este reconoce que los seres humanos, con su diversidad cultural, son un componente integral de muchos ecosistemas.

Enfoque participativo
Garantizar una oportunidad adecuada y equitativa para que las personas puedan incluir preguntas en una agenda y expresar sus preferencias sobre un resultado final durante la toma de decisiones a todos los miembros del grupo. La participación puede darse directamente o a través de representantes legítimos. La participación puede ir desde la consulta hasta la obligación de alcanzar un consenso.

Epidemiología
Rama de la medicina que se ocupa de la incidencia, distribución y posible control de las enfermedades y otros factores relacionados con la salud.

Equidad
Equidad de derechos, distribución y acceso. Según el contexto, puede referirse al acceso a los recursos, los servicios o el poder.

Equipamiento social
Se refiere a los lugares, edificios o instalaciones de infraestructura que deben ser compartidos y convertirse en puntos de convergencia para las comunidades locales y circundantes. Se ha convertido en una necesidad básica que los pueblos y las zonas de asentamiento cuenten con servicios sociales bien construidos y completos en beneficio de las comunidades locales y circundantes, para facilitarles la realización de funciones y actividades sociales, lo que a su vez contribuiría a conformar una sociedad unida, armoniosa, avanzada, dinámica y progresista.

Equivalente de dióxido de carbono (CO_2-equivalente o CO_2e)
Unidad de medida universal utilizada para indicar el potencial de calentamiento global de los diferentes gases de efecto invernadero. El dióxido de carbono -un gas natural que es un subproducto de la quema de combustibles fósiles y biomasa, de los cambios en el uso de la tierra y de otros procesos industriales- es la referencia con la que se miden otros gases de efecto invernadero.

Escala
Dimensión espacial y temporal (cuantitativa o analítica) utilizada para medir y estudiar cualquier fenómeno. Así, los puntos específicos de una escala pueden considerarse niveles (como local, regional, nacional e internacional).

Escasez de agua
Ocurre cuando el suministro anual de agua cae por debajo de 1000 m^3 por persona, o cuando se utiliza más del 40% del agua disponible.

Escenario
Descripción de cómo puede desarrollarse el futuro a partir de proposiciones "si-entonces", que suele consistir en una representación de una situación inicial, una descripción de los principales impulsores y cambios que conducen a un estado futuro concreto. Por ejemplo, "dado que estamos de vacaciones en la costa, si mañana hace 30ºC, iremos a la playa".

Escorrentía
Parte de las precipitaciones, de la nieve derretida o del agua de riego que fluye por la superficie del suelo y que finalmente se

devuelve a los cursos de agua. La escorrentía puede recoger los contaminantes del aire o de la tierra y llevarlos a las aguas receptoras.

Especie (biología)
Grupo de organismos que se reproducen entre sí y que están aislados de todos los demás organismos, aunque hay muchas excepciones parciales a esta regla. Unidad taxonómica fundamental generalmente acordada que, una vez descrita y aceptada, se asocia a un nombre científico único.

Especies en peligro de extinción
Una especie está en peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios A a E especificados para la categoría de peligro de la Lista Roja de la UICN, y por lo tanto se considera que se enfrenta a un riesgo muy alto de extinción en la naturaleza.

Especies exóticas (también alóctonas, no autóctonas, extranjeras, exóticas)
Especie introducida accidental o deliberadamente por fuera de su distribución normal.

Especies Exóticas Invasoras (EEI)
Las especies exóticas invasoras son plantas, animales, patógenos y otros organismos que no son nativos de un ecosistema y que pueden causar daños económicos o ambientales o afectar negativamente a la salud humana. En particular, tienen un impacto negativo sobre la biodiversidad, incluyendo la disminución o eliminación de las especies nativas - a través de la competencia, la depredación o la transmisión de patógenos-, la alteración de los ecosistemas locales y las funciones de los mismos.

Especies invasoras
Especies introducidas que se han extendido más allá de su zona de introducción (y, en raras ocasiones, especies autóctonas que han ampliado recientemente sus poblaciones), y que suelen estar asociadas a impactos negativos sobre el medio ambiente, la economía o la salud humana.

Estadísticas de medio ambiente
Estadísticas que describen el estado y las tendencias del medio ambiente, abarcando los medios del entorno natural (aire/clima, agua, tierra/suelo), los organismos vivos dentro de los medios y los asentamientos humanos.

Estrés hídrico
Se produce cuando el bajo suministro de agua limita la producción de alimentos y el desarrollo económico, y afecta a la salud humana. Una zona experimenta estrés hídrico cuando el suministro anual de agua es inferior a 1700 m^3 por persona.

Estuario
Paso de agua donde la marea se encuentra con una corriente fluvial.

Eutrofización
La degradación de la calidad del agua o de la tierra debido al enriquecimiento con nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que provoca un crecimiento y una descomposición excesiva de las plantas (principalmente algas). La eutrofización de un lago suele contribuir a su lenta evolución hacia una ciénaga o pantano y, en última instancia, hacia tierra firme. La eutrofización puede verse acelerada por actividades humanas que aceleran el proceso de envejecimiento.

Eutrofización del océano
Proceso impulsado por el enriquecimiento del agua con nutrientes, especialmente compuestos de nitrógeno y/o fósforo, lo que provoca: un aumento del crecimiento, de la producción primaria y de la biomasa de las algas; cambios en el equilibrio de los organismos; y la degradación de la calidad del agua. Las consecuencias de la eutrofización son indeseables si degradan de forma apreciable la salud y la biodiversidad del ecosistema y/o el suministro sostenible de bienes y servicios. El nitrógeno y el fósforo son los principales nutrientes inorgánicos responsables de la eutrofización de las aguas marinas. El nitrógeno y el fósforo se encuentran de forma natural en las aguas marinas, transferidos desde la tierra a través de los arroyos, los ríos y la escorrentía del agua de lluvia y también por la degradación de la materia orgánica dentro del agua.

Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)
Una serie de enfoques analíticos y participativos cuyo objetivo es integrar las consideraciones ambientales en las políticas, planes y programas y evaluar los vínculos con las consideraciones económicas y sociales. La EAE se realiza para planes, programas y políticas. Ayuda a los responsables de la toma de decisiones a comprender mejor cómo encajan las consideraciones ambientales, sociales y económicas.

Evaluación del impacto ambiental (EIA)
Proceso o procedimiento analítico que examina sistemáticamente las posibles consecuencias medio ambientales de una determinada actividad o proyecto. El objetivo es garantizar que se tengan en cuenta las implicaciones ambientales antes de tomar las decisiones.

Evaluación medio ambiental
Es todo el proceso que consiste en realizar una evaluación y un análisis objetivo de la información con el fin de apoyar la toma de decisiones en materia de medio ambiente. Este proceso aplica el juicio de los expertos a los conocimientos existentes para proporcionar respuestas científicamente creíbles a las cuestiones relevantes para la política, cuantificando, cuando sea posible, el nivel de confianza. Reduce la complejidad, pero añade valor resumiendo, sintetizando y construyendo escenarios, e identifica el consenso separando lo que es conocido y ampliamente aceptado de lo que no se conoce o no está acordado. Sensibiliza a la comunidad científica sobre las necesidades políticas y a la comunidad política sobre la base científica para la acción.

Evapotranspiración
Pérdida combinada de agua por evaporación del suelo o de las aguas superficiales y por transpiración de plantas y animales.

Fauna silvestre
Conjunto de animales salvajes; la fauna (y a veces la flora) autóctona de una región.

Fenología
Estudio de los fenómenos naturales cíclicos y estacionales, especialmente en relación con el clima y la vida vegetal y animal.

Fertilización del carbono
El efecto de la fertilización por CO_2 comienza con el aumento de la fijación fotosintética del CO_2. Los carbohidratos no estructurales tienden a acumularse en las hojas y otros órganos de la planta como almidón, carbohidratos solubles o polifructosanos, dependiendo de la especie. En algunos casos, puede haber una inhibición de la fotosíntesis asociada a la acumulación de carbohidratos no estructurales. El aumento de la acumulación de carbohidratos especialmente en las hojas, puede ser una prueba de que las plantas cultivadas bajo enriquecimiento de CO_2 pueden no estar completamente adaptadas para aprovechar completamente el CO_2 elevado. Esto puede deberse a que las plantas enriquecidas en CO_2 no tienen un sumidero adecuado (capacidad de crecimiento inadecuada), o carecen de capacidad para cargar el floema y translocar carbohidratos solubles. La mejora de la utilización del fotoasimilado debería ser un objetivo del diseño de cultivares para el futuro.

Fitoplancton
Plantas microscópicamente pequeñas que flotan o nadan débilmente en cuerpos de agua dulce o de agua salada.

Fluvial
Relativo a un río o una ribera, o situado en ellos; ribereño.

Forestación
Establecimiento de plantaciones forestales en tierras que no están clasificadas como bosques.

Forzamiento radiativo
Medida del cambio neto en el balance energético de la Tierra con el espacio, es decir, el cambio en la radiación solar entrante menos la radiación terrestre saliente.

Forzantes Climáticos de Vida Corta (FCVC)
Sustancias como el metano, el carbono negro, el ozono troposférico y muchos hidrofluorocarbonos, que tienen un impacto significativo en el cambio climático y una vida relativamente corta en la atmósfera en comparación con el dióxido de carbono y otros gases de vida más larga.

Fotoconjuntivitis
Inflamación de la conjuntiva del ojo causada por la exposición a los rayos UV.

Fotoqueratitis
Afección ocular dolorosa que se produce cuando el ojo se expone a rayos invisibles de energía llamados rayos ultravioleta (UV), ya sea del sol o de una fuente artificial.

Fracturación hidráulica
Las centrales de gas son cortesía de la revolución de la fracturación hidráulica ("fracking"), que ha proporcionado un amplio suministro de gas natural de bajo costo a un mercado de la electricidad que ha luchado con el aumento constante de los precios del carbón desde 2001.

Fragmentación del hábitat
Alteración del hábitat que da lugar a la separación espacial del mismo.

Fragmentación fluvial
Grado de alteración de la conectividad de los ríos y de los regímenes de flujo, generalmente por presas y embalses.

Free-riding
El free riding o parasitismo se produce cuando una empresa (o individuo) se beneficia de las acciones y esfuerzos de otra sin pagar o compartir los gastos. Por ejemplo, una tienda minorista puede optar por incurrir inicialmente en los gastos de formación de su personal para demostrar a los clientes potenciales cómo funciona un determinado aparato de cocina. Puede hacerlo para ampliar sus ventas. Sin embargo, los clientes pueden optar más tarde por comprar el producto a otro minorista que venda a un precio más bajo porque su estrategia comercial es no incurrir en estos gastos de formación y demostración. Se considera que este segundo minorista se aprovecha de los esfuerzos y los gastos realizados por el primero. Si esta situación persiste, el primer minorista no tendrá incentivos para continuar.

Fuente de energía renovable
Fuente de energía que no depende de reservas finitas de combustibles. La fuente renovable más conocida es la hidroeléctrica; otras fuentes renovables son la biomasa, la solar, la mareomotriz, la de las olas y la eólica.

Fuerzas inerciales
Cualquier fuerza aplicada por un observador para mantener la validez de la segunda ley del movimiento de Isaac Newton en un marco de referencia que gira o se acelera a una velocidad constante. Para las fuerzas inerciales específicas, véase fuerza centrífuga; fuerza de Coriolis; principio de d'Alembert.

Fuerzas motrices
Las fuerzas socioeconómicas generales que ejercen presión sobre el estado del medio ambiente.

Función del ecosistema
Característica intrínseca del ecosistema relacionada con el conjunto de condiciones y procesos por los que un ecosistema mantiene su integridad (como la productividad primaria, la cadena alimentaria y los ciclos biogeoquímicos). Las funciones del ecosistema incluyen procesos como la descomposición, la producción, el ciclo de nutrientes y los movimientos de nutrientes y energía.

Gases de efecto invernadero (GEI)
Componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación térmica. Esta propiedad provoca el efecto invernadero. El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3) son los principales gases de efecto invernadero de la atmósfera terrestre. En la atmósfera hay gases de efecto invernadero de origen humano, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromo. Además del CO_2, el N_2O y el CH_4, el Protocolo de Kioto se ocupa del hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el trifluoruro de nitrógeno (NF_3).

Género
El género se refiere a los roles, comportamientos, actividades y atributos que una sociedad determinada en un momento dado considera apropiados para hombres y mujeres. Además de los atributos sociales y las oportunidades asociadas al hecho de ser hombre y mujer y a las relaciones entre mujeres y hombres y niñas y niños, el género también se refiere a las relaciones entre mujeres y entre hombres. Estos atributos, oportunidades y relaciones se construyen socialmente y se aprenden mediante procesos de socialización. Son específicos del contexto/tiempo y cambiables. El género determina lo que se espera, se permite y se valora en una mujer o en un hombre en un contexto determinado. El género forma parte del contexto sociocultural más amplio, al igual que otros criterios importantes para el análisis sociocultural, como la clase, la raza, el nivel de pobreza, el grupo étnico, la orientación sexual, la edad, etc.

Geoespacial
Relativo o que denota datos asociados a una ubicación concreta.

Geomorfología
Estudio de las características físicas de la superficie de la tierra y su relación con sus estructuras geológicas.

Gestión de los ecosistemas
Enfoque para mantener o restaurar la composición, la estructura, la función y la prestación de servicios de los ecosistemas naturales y modificados con el objetivo de lograr sostenibilidad. Se basa en una visión adaptativa y colaborativa de las condiciones futuras deseadas que integran las perspectivas ecológicas, socioeconómicas e institucionales, aplicadas dentro de un marco geográfico y definidas principalmente por los límites ecológicos naturales.

Gestión del riesgo de catástrofes
La aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres, para prevenir nuevos riesgos, reducir los existentes y gestionar los riesgos residuales, contribuyendo al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas. Las acciones de gestión del riesgo de catástrofes pueden clasificarse en: gestión prospectiva del riesgo de catástrofes, gestión correctiva del riesgo

de catástrofes y gestión compensatoria del riesgo de catástrofes (también denominada gestión del riesgo residual).

Gestión forestal
Los procesos de planificación y aplicación de prácticas para la administración y el uso de los bosques y otras tierras boscosas con el fin de lograr objetivos ambientales, económicos, sociales y/o culturales específicos.

Gestión Forestal Sostenible (GFS)
La administración y el uso de los bosques y las tierras forestales de una manera, y a un ritmo, que mantenga su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y potencial para cumplir, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales pertinentes, a nivel local, nacional y mundial, y que no cause daños a otros ecosistemas.

Gestión integrada de las zonas costeras
Enfoques que integran las perspectivas económica, social y ecológica para la gestión de los recursos y zonas costeras.

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)
Proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

Giroscopios
Un gran sistema de corrientes oceánicas giratorias, impulsadas principalmente por el movimiento del viento. Existen grandes giros en el Océano Índico, el Atlántico Norte, el Pacífico Norte, el Atlántico Sur y el Pacífico Sur.

Globalización
La creciente integración de las economías y las sociedades de todo el mundo, especialmente a través de los flujos comerciales y financieros, y la transferencia de cultura y tecnología.

Gobernanza
El acto, el proceso o el poder de gobernar para la organización de la sociedad o las sociedades. Por ejemplo, hay gobernanza a través del Estado, del mercado o de grupos de la sociedad civil y organizaciones locales. La gobernanza se ejerce a través de las instituciones: leyes, sistemas de derechos de propiedad y formas de organización social.

Gobernanza adaptativa
Enfoque de gobernanza que incorpora métodos de gestión adaptativa, elaboración de políticas adaptativas y gestión de la transición para abordar cuestiones complejas, inciertas y dinámicas. La gobernanza adaptativa se basa en acuerdos institucionales policéntricos para la toma de decisiones a múltiples escalas. Esta forma de gobernanza, que abarca desde el nivel local hasta el global, permite adoptar enfoques colaborativos, flexibles y basados en el aprendizaje para la gestión de los ecosistemas.

Gobernanza ambiental
La gobernanza ambiental es el medio por el que la sociedad determina y actúa sobre los objetivos y prioridades relacionados con la gestión de los recursos naturales. Incluye las normas, tanto formales como informales, que rigen el comportamiento humano en los procesos de toma de decisiones, así como las propias decisiones.

La existencia de marcos jurídicos adecuados a nivel mundial, regional, nacional y local es un requisito previo para una buena gobernanza ambiental.

Gobernanza ambiental global (internacional)
Conjunto de leyes e instituciones que regulan las interacciones entre la sociedad y la naturaleza y determinan los resultados ambientales.

Hábitat
(1) Lugar o tipo de sitio en el que un organismo o población se encuentra de forma natural.

(2) Zonas terrestres o acuáticas que se distinguen por sus características geográficas, vivas y no vivas, ya sean totalmente naturales o seminaturales.

Hectárea global
Hectárea hipotética con una capacidad media mundial de producir recursos y absorber residuos.

Helmintos
Parásitos similares a los gusanos.

Heterogeneidades
Cualidad o estado de ser diverso en carácter o contenido.

Hibridación
Proceso de reproducción de un animal o una planta con un individuo de otra especie o variedad.

Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
Sustancias orgánicas y artificiales compuestas por átomos de hidrógeno, cloro, flúor y carbono. Como el potencial de agotamiento de la capa de ozono de los HCFC es mucho menor que el de los CFC, los HCFC se consideraron sustitutos provisionales aceptables de los CFC.

Hidrometeorología
Rama de la meteorología que se ocupa del agua en la atmósfera, especialmente en forma de precipitaciones.

Hidroponía
Proceso de cultivo de plantas en arena, grava o líquido, con nutrientes añadidos pero sin tierra.

Hipoxia
Falta de oxígeno. En el contexto de la eutrofización y la proliferación de algas, la hipoxia es el resultado de un proceso que consume el oxígeno disuelto en el agua. Las floraciones de algas hacen que el agua se vuelva más opaca, reduciendo así la disponibilidad de luz para la vegetación acuática sumergida, e interfiriendo con los usos beneficiosos del agua para el hombre. Cuando la floración muere, las algas se hunden en el fondo y son descompuestas por las bacterias que consumen el oxígeno disponible. La hipoxia es especialmente grave a finales del verano, y puede ser tan severa en algunas zonas que se denominan "zonas muertas" porque allí sólo pueden sobrevivir las bacterias.

Huella ambiental
El efecto que una persona, empresa, actividad, etc. tiene sobre el medio ambiente, por ejemplo, la cantidad de recursos naturales que utiliza y la cantidad de gases nocivos que produce.

Huella ecológica
Medida de la superficie de tierra y agua biológicamente productiva que un individuo, población o actividad utiliza para producir todos los recursos que consume y para absorber los residuos correspondientes (como las emisiones de dióxido de carbono procedentes del uso de combustibles fósiles), utilizando la tecnología y las prácticas de gestión de recursos imperantes. La huella ecológica suele medirse en hectáreas globales.

Huella humana
El impacto de las actividades humanas medido en términos de la superficie de tierra y agua biológicamente productiva necesaria para producir los bienes consumidos y asimilar los residuos generados.

Humedal
Zona de marismas, pantanos, turberas o aguas, ya sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, con agua estática o corriente, dulce, salobre o salada, incluidas las zonas de aguas marinas hasta una profundidad, en marea baja, que no supera los 6 metros.

Igualdad de género (Igualdad entre mujeres y hombres)
Se refiere a la igualdad de derechos, responsabilidades y oportunidades de mujeres y hombres y de niñas y niños. La igualdad no significa que las mujeres y los hombres lleguen a ser iguales, sino que los derechos, responsabilidades y oportunidades de las mujeres y los hombres no dependan de si han nacido hombres o mujeres. La igualdad de género implica que se tengan en cuenta los intereses, necesidades y prioridades tanto de las mujeres como de los hombres, reconociendo la diversidad de los diferentes grupos de mujeres y hombres. La igualdad de género no es una cuestión de mujeres, sino que debe concernir y comprometer plenamente tanto a los hombres como a las mujeres. La igualdad entre mujeres y hombres se considera tanto una cuestión de derechos humanos como una condición previa y un indicador del desarrollo sostenible centrado en las personas.

In vitro
(De un proceso) realizado o que tiene lugar en un tubo de ensayo, una placa de cultivo o en cualquier otro lugar fuera de un organismo vivo.

Incentivos económicos o basados en el mercado
Los enfoques o incentivos basados en el mercado ofrecen continuos incentivos, monetarios y casi monetarios, para animar a las entidades contaminantes a reducir las emisiones de contaminantes nocivos. Como resultado, los enfoques basados en el mercado crean un incentivo para que el sector privado incorpore la reducción de la contaminación en las decisiones de producción o consumo y para que innove de manera que busque continuamente el método menos costoso de reducción.

Incorporación de medidas de defensa contra el cambio climático (*Climate Proofing*)
Término abreviado para identificar los riesgos de un proyecto de desarrollo, o de cualquier otro bien natural o humano específico, como consecuencia de la variabilidad y el cambio climático, y garantizar que esos riesgos se reduzcan a niveles aceptables mediante cambios duraderos y ambientalmente adecuados, económicamente viables y socialmente aceptados, implementados en una o más de las siguientes etapas del ciclo del proyecto: planificación, diseño, construcción, operación y desmantelamiento.

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés)
Para determinar la densidad de verde en una parcela de tierra, los investigadores deben observar los distintos colores (longitudes de onda) de la luz solar visible y casi infrarroja que reflejan las plantas. Como puede verse a través de un prisma, el espectro de la luz solar está formado por muchas longitudes de onda diferentes. Cuando la luz solar incide sobre los objetos, ciertas longitudes de onda de este espectro son absorbidas y otras longitudes de onda se reflejan. El pigmento de las hojas de las plantas, la clorofila, absorbe fuertemente la luz visible (de 0,4 a 0,7 µm) para utilizarla en la fotosíntesis. En cambio, la estructura celular de las hojas refleja fuertemente la luz infrarroja cercana (de 0,7 a 1,1 µm). Cuantas más hojas tenga una planta, más se verán afectadas estas longitudes de onda de luz, respectivamente.

Infraestructura natural
Red estratégicamente planificada y gestionada de tierras naturales, como bosques y humedales, paisajes de trabajo y otros espacios abiertos que conservan o mejoran los valores y funciones de los ecosistemas y proporcionan beneficios asociados a las poblaciones humanas.

Insecticidas sistémicos de fipronil
El fenil-pirazol fipronil es un insecticida con propiedades sistémicas. Sus características fisicoquímicas, evaluadas principalmente en función de su coeficiente de partición octanol-agua (Kow) y su constante de disociación (pKa), favorecen su entrada en los tejidos vegetales y su translocación a todas sus partes. Independientemente de la forma de aplicación y de la vía de entrada a la planta, se translocan por todos los tejidos vegetales, lo que los hace tóxicos para cualquier insecto (y potencialmente otros organismos) que se alimenten de la planta. Esto protege a la planta de los daños directos de los insectos herbívoros (que se alimentan principalmente de savia) e indirectamente de los daños causados por los virus de las plantas que transmiten los insectos.

Instituciones
Patrones regularizados de interacción por los que se organiza la sociedad: las reglas, prácticas y convenciones que estructuran la interacción humana. El término es amplio y englobante, y podría incluir la ley, las relaciones sociales, los derechos de propiedad y los sistemas de tenencia, las normas, las creencias, las costumbres y los códigos de conducta, así como los acuerdos medio ambientales multilaterales, los convenios internacionales y los mecanismos de financiación. Las instituciones pueden ser formales (explícitas, escritas, a menudo con la sanción del Estado) o informales (no escritas, implícitas, tácitas, mutuamente acordadas y aceptadas).

Instrumento basado en el mercado
Los instrumentos basados en el mercado abarcan una serie de medidas y enfoques. Fundamentalmente, son medidas políticas que influyen en los resultados a través de su efecto sobre los costos y los beneficios. En manos de los responsables políticos, pueden afectar el funcionamiento de los mercados establecidos o crear otros nuevos. También suelen denominarse instrumentos "económicos" porque atribuyen valor a los activos y afectan directamente a las decisiones basadas en consideraciones de precio e ingresos.

Integración
Tomar en consideración como parte integrante del tema en cuestión.

Integración de la perspectiva de género
La integración de la perspectiva de género es la estrategia elegida por el sistema de las Naciones Unidas para aplicar una mayor igualdad de las mujeres y las niñas en relación con los hombres y los niños. La integración de la perspectiva de género es el proceso consistente en evaluar las implicaciones para las mujeres y los hombres de cualquier acción planificada, incluida la legislación, las políticas o los programas, en todos los ámbitos y a todos los niveles. Es una forma de hacer que las preocupaciones y experiencias de las mujeres, así como de los hombres, sean una dimensión integral del diseño, la aplicación, el seguimiento y la evaluación de las políticas y los programas en todas las esferas políticas, económicas y sociales, para que las mujeres y los hombres se beneficien por igual y no se perpetúe la desigualdad. El objetivo final es lograr la igualdad de género.

Intensidad energética
Relación entre el consumo de energía y la producción económica o física. A nivel nacional, la intensidad energética es la relación entre el consumo nacional total de energía primaria o el consumo final de energía y el producto interior bruto o la producción física. Una

menor intensidad energética muestra una mayor eficiencia en el uso de la energía.

Intensificación agrícola
La intensificación agrícola puede definirse técnicamente como un aumento de la producción agrícola por unidad de insumos (que pueden ser mano de obra, tierra, tiempo, fertilizantes, semillas, piensos o dinero en efectivo). A efectos prácticos, la intensificación se produce cuando hay un aumento del volumen total de la producción agrícola resultante de una mayor productividad de los insumos, o de un mantenimiento de la producción agrícola mientras se reducen ciertos insumos (como por ejemplo, mediante una entrega más eficaz de menores cantidades de fertilizantes, una mejor orientación de la protección de las plantas o los animales, y cultivos mixtos o de relevo en campos más pequeños). La intensificación que adopta la forma de un aumento de la producción es más crítica cuando existe la necesidad de ampliar el suministro de alimentos, por ejemplo, durante períodos de rápido crecimiento de la población. La intensificación que hace un uso más eficiente de los insumos puede ser más crítica cuando hay problemas medio ambientales o sociales. En cualquier caso, los cambios provocados por la intensificación deben entenderse conceptualmente en contraste con los ajustes extensivos, que implican aumentos o disminuciones en la cantidad de insumos utilizados. Históricamente, el ajuste extensivo más común y efectivo en la producción agrícola ha sido el aumento o la disminución de la superficie plantada.

Interseccionalidad
La comprensión de que los roles e identidades sociales se superponen y tienen efectos entrelazados. La identidad de cualquier individuo refleja y está conformada por una serie de categorías sociales y culturales como la raza, la clase, el género, la orientación sexual y la religión (entre otras). Las opresiones dentro de la sociedad se promulgan a través de estas identidades múltiples y vinculadas.

Inundaciones (fluviales, repentinas y por tormentas)
Suelen clasificarse en tres tipos: inundación fluvial, inundación repentina y marea de tormenta. Las inundaciones fluviales son el resultado de lluvias intensas y/o persistentes en grandes áreas. Las inundaciones repentinas son, en su mayoría, eventos locales resultantes de lluvias intensas en un área pequeña en un corto período de tiempo. Las inundaciones por tormentas se producen cuando el agua de las inundaciones del océano o de los grandes lagos es empujada hacia la tierra por los vientos o las tormentas.

Inventario de emisiones
Detalla las cantidades y los tipos de contaminantes liberados en el medio ambiente.

Justicia ambiental
Mecanismo de rendición de cuentas para la protección de los derechos, la prevención y la sanción de los perjuicios relacionados con los impactos desproporcionados del crecimiento en los pobres y vulnerables de la sociedad por el aumento de la contaminación y la degradación de los servicios de los ecosistemas, así como por el acceso no equitativo a los bienes naturales y los recursos extractivos y los beneficios derivados de su uso.

La expansión urbana
La descentralización del núcleo urbano a través de la extensión ilimitada hacia el exterior del desarrollo disperso más allá de la franja urbana, donde el desarrollo residencial y comercial de baja densidad exacerba la fragmentación de las competencias sobre el uso del suelo.

Lecho de hierbas marinas
Profusión de plantas marinas parecidas a la hierba, generalmente en zonas poco profundas, arenosas o fangosas del fondo marino.

Legitimidad
Medida de la aceptabilidad política o de la justicia percibida. La ley estatal tiene su legitimidad en el Estado; la ley y las prácticas locales funcionan en un sistema de sanción social, en el sentido de que derivan su legitimidad de un sistema de organización y relaciones sociales.

Límites de los ecosistemas
Los límites de los ecosistemas son zonas de transición entre dos hábitats adyacentes. Se dan de forma natural en todos los biomas, pero la extensión de los límites ha aumentado enormemente por la modificación antropogénica del hábitat. Las zonas de transición se caracterizan por un profundo cambio en la composición de las comunidades vegetales y animales. Esta transición puede ser abrupta, gradual o incluso producirse a través de una serie de tipos de hábitat intermedios.

Límites máximos y negociación (Sistemas de)
Sistema de regulación o gestión que establece un nivel objetivo para las emisiones o el uso de los recursos naturales y, tras distribuir cuotas en ese cupo, permite que el comercio de esos permisos determine su precio.

Límites planetarios
Marco diseñado para definir un espacio operativo seguro para la humanidad por parte de la comunidad internacional, incluidos los gobiernos a todos los niveles, las organizaciones internacionales, la sociedad civil, la comunidad científica y el sector privado. sociedad civil, la comunidad científica y el sector privado, como condición previa para el desarrollo sostenible.

Linfoma no hodgkiniano
Cualquiera de un gran grupo de cánceres de linfocitos (glóbulos blancos). Los linfomas no Hodgkin pueden aparecer a cualquier edad y suelen caracterizarse por unos ganglios linfáticos más grandes de lo normal, fiebre y pérdida de peso. Hay muchos tipos diferentes de linfoma no Hodgkin. Estos tipos pueden dividirse en agresivos (de crecimiento rápido) e indolentes (de crecimiento lento), y pueden formarse a partir de células B o células T.

Manejo basado en la resiliencia.
El enfoque en los procesos que son esenciales para la capacidad de los corales de soportar los efectos del estrés relacionado con el clima (resistencia), y de recuperarse (reclutamiento, supervivencia del crecimiento) después de impactos importantes.

Manglar
Árbol o arbusto que crece principalmente en los pantanos costeros tropicales que se inundan con la marea alta. Los manglares suelen tener numerosas raíces enmarañadas en la superficie y forman densos matorrales.

Marco FPEIR
El PNUMA adoptó el enfoque del marco causal FPEIR para las evaluaciones del GEO. Éste representa una visión de análisis sistémica en la que las fuerzas motrices del desarrollo social y económico ejercen presiones sobre el medio ambiente, cambiando el estado del mismo. El estado cambiante del medio ambiente provoca impactos sobre, por ejemplo, el bienestar humano y la salud de los ecosistemas, lo que a su vez produce respuestas humanas para remediar estos impactos, como controles sociales, reorientación de las inversiones y/o políticas e intervenciones políticas para influir en la actividad humana. Por último, estas respuestas influyen en el estado del medio ambiente, ya sea directa o indirectamente, a través de las fuerzas motrices o las presiones. Las políticas existentes deben evaluarse cada vez más en función de cómo abordan las fuerzas motrices y los impactos de los desafíos medio ambientales.

Marginación
Tratamiento de una persona, grupo o concepto como insignificante o periférico.

Maricultura
Cultivo de organismos marinos en su entorno natural.

Material Particulado (MP)
Diminutas partículas sólidas o gotas líquidas suspendidas en el aire.

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)
Mecanismo previsto en el Artículo 12 del Protocolo de Kioto, diseñado para ayudar a los países en desarrollo a lograr un desarrollo sostenible, permitiendo a los países industrializados financiar proyectos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los países en desarrollo y recibir créditos de carbono por ello.

Medios de vida
(La forma en que alguien gana) el dinero que la gente necesita para pagar la comida, un lugar para vivir, ropa, etc.

Megaciudades
Áreas urbanas con más de 10 millones de habitantes.

Melanoma conjuntival
Lesión pigmentada de la superficie ocular. Se trata de un tumor poco frecuente, pero potencialmente devastador, que puede invadir los tejidos locales del ojo, extenderse sistémicamente a través del drenaje linfático y la propagación hematógena, y reaparecer a pesar del tratamiento.

Melanoma maligno cutáneo
El subtipo más común de melanoma maligno, una neoplasia maligna que surge de los melanocitos. Los melanocitos aparecen predominantemente en la capa basal de la epidermis, pero también se dan en otras partes del cuerpo. El melanoma cutáneo primario es, con mucho, el tipo más común de melanoma primario, aunque puede aparecer en otros tejidos, por ejemplo, el melanoma maligno uveal primario.

Metahemoglobinemia
Enfermedad en la que se encuentra en la sangre una cantidad de metahemoglobina superior a la normal. La metahemoglobina es una forma de hemoglobina que no puede transportar oxígeno. En la metahemoglobinemia, los tejidos no pueden recibir suficiente oxígeno. Los síntomas pueden incluir dolor de cabeza, mareos, fatiga, dificultad para respirar, náuseas, vómitos, taquicardia, pérdida de coordinación muscular y coloración azul de la piel. La metahemoglobinemia puede estar causada por una lesión o por la exposición a determinados fármacos, productos químicos o alimentos. También puede ser una enfermedad hereditaria.

Metales pesados
Subconjunto de elementos que presentan propiedades metálicas, incluidos los metales de transición y los semimetales (metaloides), como el arsénico, el cadmio, el cromo, el cobre, el plomo, el mercurio, el níquel y el zinc, que se han asociado a la contaminación y a la toxicidad potencial.

Micotoxina
Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos naturalmente por ciertos tipos de mohos (hongos). Los mohos que pueden producir micotoxinas crecen en numerosos alimentos como los cereales, los frutos secos y las especias. El crecimiento de los mohos puede producirse antes o después de la cosecha, durante el almacenamiento, en el propio alimento, a menudo en condiciones de calor, humedad y humedad. La mayoría de las micotoxinas son químicamente estables y sobreviven al procesamiento de los alimentos.

Microhábitat
Un hábitat de extensión pequeña o limitada y que difiere en su carácter de algún hábitat circundante más extenso.

Microperlas
Diminuta esfera de plástico (como el polietileno o el polipropileno).

Microplásticos
Pequeños trozos de plástico de menos de cinco milímetros de longitud que pueden ser perjudiciales para nuestro océano y la vida acuática.

Mil millones
10^9 (1 000 000 000).

Montes marinos
Montaña submarina formada por la actividad volcánica.

Morfología
(1) Características físicas de los organismos vivos.

(2) Rama de la biología que se ocupa de la forma de los organismos vivos y de las relaciones entre sus estructuras.

Mortalidad por todas las causas
Todas las muertes que se producen en una población, independientemente de la causa. Se mide en los ensayos clínicos y se utiliza como indicador de la seguridad o el peligro de una intervención.

Muertes prematuras
Muertes que se producen antes, debido a un factor de riesgo, de lo que ocurriría en ausencia de ese factor de riesgo.

Nanomaterial
Material natural, incidental o fabricado que contiene partículas, en estado no aglutinado, como un agregado o como un aglomerado y en el que, para el 50% o más de las partículas en la distribución del tamaño del número, una o más dimensiones externas se encuentran en el rango de tamaño de 1 a 100 nanómetros (un nanómetro es la milmillonésima parte de un metro). Estas partículas/materiales se denominan generalmente nanopartículas, nanoquímicos o nanomateriales.

Neonicotinoides
Los neonicotinoides son una clase de insecticidas neurotóxicos que interfieren con la acetilcolina y que se utilizan en una variedad de lugares que van desde la medicina veterinaria, el paisajismo urbano y el uso en muchos sistemas agrícolas como agentes de protección de cultivos. Pueden aplicarse por múltiples métodos como pulverizaciones foliares a las plantas sobre el suelo, como empapamiento de las raíces en el suelo o como inyecciones en el tronco de los árboles. Sin embargo, se estima que aproximadamente el 60% de todas las aplicaciones de neonicotinoides a nivel mundial se realizan como tratamientos de semillas o del suelo.

Neumonía
La neumonía es una infección bacteriana, vírica o fúngica de uno o ambos lados de los pulmones que hace que los sacos de aire, o alvéolos, de los pulmones se llenen de líquido o pus. Los síntomas pueden ser leves o graves y pueden incluir tos con flema (una sustancia viscosa), fiebre, escalofríos y dificultad para respirar. Hay muchos factores que influyen en la gravedad de la neumonía, como el tipo de germen que causa la infección pulmonar, su edad y su estado de salud general. La neumonía suele ser más grave para los niños menores de cinco años, los adultos mayores de 65 años, las personas con ciertas afecciones como insuficiencia cardíaca, diabetes o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), o las personas con un sistema inmunitario débil debido al VIH/SIDA, la

quimioterapia (un tratamiento para el cáncer) o los procedimientos de trasplante de órganos o células madre de la sangre y la médula.

Neurotoxina
Veneno que actúa sobre el sistema nervioso.

Neutralidad de la degradación de la tierra
Estado en el que la cantidad y la calidad de los recursos de la tierra, necesarios para sustentar las funciones y los servicios de los ecosistemas y mejorar la seguridad alimentaria, permanecen estables o aumentan dentro de escalas temporales, espaciales y ecosistemas específicos.

Nexo agua-alimentación-energía
El nexo agua-alimentación-energía es fundamental para el desarrollo sostenible. La demanda de los tres está aumentando, impulsada por el aumento de la población mundial, la rápida urbanización, los cambios en la dieta y el crecimiento económico. La agricultura es el mayor consumidor de los recursos de agua dulce del mundo, y más de una cuarta parte de la energía utilizada en el mundo se gasta en la producción y el suministro de alimentos. Los vínculos inextricables entre estos ámbitos críticos exigen un enfoque adecuadamente integrado para garantizar la seguridad hídrica y alimentaria, así como la producción agrícola y energética sostenible en todo el mundo.

Nivel trófico
Etapas sucesivas de la alimentación representadas por los eslabones de la cadena alimentaria. Los productores primarios (fitoplancton) constituyen el primer nivel trófico, el zooplancton herbívoro el segundo y los organismos carnívoros el tercero.

Nutrientes
Los aproximadamente 20 elementos químicos conocidos como esenciales para el crecimiento de los organismos vivos, incluyendo el nitrógeno, el azufre, el fósforo y el carbono.

Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)

Los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio -que van desde la reducción a la mitad de la pobreza extrema hasta la detención de la propagación del VIH/SIDA y la provisión de educación primaria universal, todo ello para la fecha límite de 2015- constituyeron un plan acordado por todos los países del mundo y todas las instituciones de desarrollo más importantes del mundo.

Oceanografía
Rama de la ciencia que se ocupa de las propiedades y fenómenos físicos y biológicos del mar.

Órbita geoestacionaria
Órbita circular a 35.785 km por encima del Ecuador de la Tierra en la que el período orbital de un satélite es igual al período de rotación de la Tierra de 23 horas y 56 minutos. Una nave espacial en esta órbita parece estar inmóvil en el cielo para un observador en la Tierra. Esta órbita se utiliza para los satélites meteorológicos y de comunicaciones. La órbita geoestacionaria es un caso especial de la órbita geosincrónica, que es cualquier órbita con un periodo igual al periodo de rotación de la Tierra.

Ordenamiento territorial
La planificación territorial implica la evaluación sistemática de los impactos ambientales, económicos y sociales de la gama de usos potenciales de la tierra con el fin de decidir el patrón óptimo de su uso. La planificación territorial y la planificación sistemática de la conservación rara vez se han explorado explícitamente como herramienta en los escenarios globales.

Organismos de custodia
Organismos de las Naciones Unidas (y en algunos casos, otras organizaciones internacionales) responsables de recopilar y verificar los datos y metadatos de los países y de presentar los datos, junto con los agregados regionales y mundiales, a la División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD, por sus siglas en inglés). Además, se espera que los organismos custodios tomen la iniciativa en la elaboración de los indicadores faltantes.

Organizaciones
Órganos de individuos con un objetivo común determinado. Las organizaciones pueden ser organizaciones políticas, partidos políticos, gobiernos y ministerios; organizaciones económicas, federaciones de industria; organizaciones sociales (organizaciones no gubernamentales (ONG) y grupos de autoayuda) u organizaciones religiosas (fideicomisos eclesiásticos y religiosos). El término organizaciones debe distinguirse de las instituciones.

Oxidante
Agente oxidante.

Ozono troposférico
El ozono en la parte inferior de la atmósfera, y el nivel al que están expuestos los seres humanos, los cultivos y los ecosistemas. También se conoce como ozono a nivel del suelo.

Pago por Servicios Ambientales/Pago por Servicios de los Ecosistemas (PSA)
Mecanismos apropiados para hacer coincidir la demanda de servicios ambientales con los incentivos para los usuarios de la tierra cuyas acciones modifican la oferta de esos servicios ambientales.

Panacea
Solución o remedio para todas las dificultades o enfermedades.

Pasto
Terreno cubierto de hierba o forraje, utilizado o apto para el pastoreo del ganado.

Pastoralismo

Cría de animales domésticos como medio principal de obtención de recursos.

Patógeno
Bacteria, virus u otro microorganismo que puede causar una enfermedad.

Pedagogía transformadora
Un enfoque educativo progresista que incluye una pedagogía democrática basada en el constructivismo para la promoción de la justicia social y los ideales democráticos para transformar a los estudiantes y la sociedad. La pedagogía transformadora permite a los alumnos dialogar para co-construir el significado del material educativo y de las experiencias a través de un enfoque basado en la indagación (en contraposición a lo que Paulo Freire llama una orientación "bancaria"). También promueve las experiencias personales, la pedagogía dialógica y la alineación de la educación con la justicia social.

Peligro
Acontecimiento físico, fenómeno o actividad humana potencialmente perjudicial que puede causar la pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, trastornos sociales y económicos o la degradación del medio ambiente.

Perenne
Que dura o existe durante un tiempo largo o aparentemente infinito; que perdura o se repite continuamente.

Períodos glaciares
Periodo de la historia de la Tierra en el que las capas de hielo

polares y montañosas se extendían de forma inusual por la superficie terrestre.

Periurbano
Que denota o se encuentra en una zona inmediatamente adyacente a una ciudad o zona urbana (especialmente en África).

Permafrost
Suelo, limo y roca situados en zonas perpetuamente frías y que permanecen congelados todo el año durante dos o más años.

Pernicioso
Que tiene un efecto nocivo, especialmente de forma gradual o sutil.

Planificación del uso de la tierra
Evaluación sistemática del potencial de la tierra y el agua, los patrones alternativos de uso de la tierra y otras condiciones físicas, sociales y económicas, con el propósito de seleccionar y adoptar las opciones de uso de la tierra que sean más beneficiosas para los usuarios de la misma.

Plantación forestal
Masas forestales establecidas mediante plantación y/o siembra en el proceso de forestación o reforestación. Son de especies introducidas (todos los bosques plantados), o bosques de especies autóctonas gestionados de forma intensiva, que cumplen todos los criterios siguientes: contienen una o dos especies, tienen una edad similar y están espaciados regularmente. "Bosque plantado" es otro término utilizado para referirse a la plantación.

Plastificantes
Sustancia (normalmente un disolvente) que se añade a una resina sintética para producir o favorecer la plasticidad y la flexibilidad y reducir la fragilidad.

Pobreza
Estado de quien carece de una cantidad definida de posesiones materiales o dinero. La pobreza absoluta se refiere a un estado de carencia de las necesidades humanas básicas, que comúnmente incluyen el agua limpia y dulce, la nutrición, la atención sanitaria, la educación, la ropa y la vivienda.

Policéntrico
Tener muchos centros, especialmente de autoridad o control.

Política
Cualquier forma de intervención o respuesta social. Incluye no sólo las declaraciones de intenciones, sino también otras formas de intervención, como el uso de instrumentos económicos, la creación de mercados, las subvenciones, la reforma institucional, la reforma jurídica, la descentralización y el desarrollo institucional. La política puede verse como una herramienta para el ejercicio de la gobernanza. Cuando dicha intervención es aplicada por el Estado, se denomina política pública.

Política ambiental
Política destinada a abordar los problemas y desafíos ambientales.

Portal de datos GEO (ahora Explorador de Datos Ambientales)
La fuente de los conjuntos de datos utilizados por el PNUMA y sus socios en el informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial y otras evaluaciones ambientales integradas. Su base de datos en línea contiene más de 500 variables diferentes, incluidas estadísticas nacionales, subregionales, regionales y mundiales, así como conjuntos de datos geoespaciales (mapas), que abarcan temas como el agua dulce, la población, los bosques, las emisiones, el clima, los desastres, la salud y el PIB.

Predicción
El acto de intentar producir una descripción del futuro esperado, o la propia descripción, como "mañana hará 30°C, así que iremos a la playa".

Presión ambiental
Presión resultante de las actividades humanas que provocan cambios en el estado del medio ambiente.

Principio de precaución
El enfoque de precaución o principio de precaución establece que si una acción o política tiene un riesgo sospechado de causar daño al público o al medio ambiente, a falta de un consenso científico de que la acción o política es perjudicial, la carga de la prueba para demostrar que no es perjudicial recae en los que toman la decisión.

Producción Primaria Neta (PPN)
La tasa a la que todas las plantas de un ecosistema producen energía química útil neta. Una parte de la producción primaria neta se destina al crecimiento y la reproducción de los productores primarios, mientras que otra parte es consumida por los herbívoros.

Producto Interno Bruto (PIB)
El valor de todos los bienes y servicios finales producidos en un país en un año. El PIB puede medirse sumando todos los ingresos de una economía -sueldos, intereses, beneficios y rentas- o los gastos -consumo, inversión, compras públicas y exportaciones netas (exportaciones menos importaciones).

Protocolo de Kioto
Protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992, adoptado en la tercera sesión de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC en 1997 en Kioto (Japón). Contiene compromisos jurídicamente vinculantes que se suman a los incluidos en la CMNUCC. Los países incluidos en el Anexo B del Protocolo (la mayoría de los países de la OCDE y los países con economías en transición) acordaron controlar sus emisiones antropogénicas nacionales de gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6 y NF_3) para que el total de las emisiones de estos países se sitúe al menos un 5% por debajo de los niveles de 1990 en el periodo de compromiso, de 2008 a 2012.

Proyección
El acto de intentar producir una descripción del futuro sujeta a suposiciones sobre ciertas condiciones previas, o la descripción en sí misma, como "suponiendo que mañana haga 30°C, iremos a la playa".

Pterigión
Crecimiento de la conjuntiva o membrana mucosa que cubre la parte blanca del ojo sobre la córnea. La córnea es la cubierta frontal transparente del ojo. Este crecimiento benigno o no canceroso suele tener forma de cuña. Un pterigión no suele causar problemas ni requerir tratamiento, pero puede extirparse si interfiere en la visión.

Punto de apoyo
Lugar de la estructura de un sistema en el que una fuerza relativamente pequeña puede provocar un cambio. Es un punto de apalancamiento bajo si una pequeña cantidad de fuerza provoca un pequeño cambio en el comportamiento del sistema, o un punto de apalancamiento alto si una pequeña cantidad de fuerza provoca un gran cambio.

Punto de inflexión
Punto crítico en una situación evolutiva que conduce a una evolución nueva y a veces irreversible.

Queratinocitos
Células que se encuentran en la epidermis. Los queratinocitos de la superficie externa de la epidermis están muertos y forman una dura capa protectora. Las células que se encuentran debajo se dividen para reponerla.

Recursos naturales
Materiales o sustancias como los minerales, los bosques, el agua y la tierra fértil que se encuentran en la naturaleza y pueden utilizarse para obtener beneficios económicos.

Red mundial de sistemas de observación de la Tierra (GEOSS, por sus siglas en inglés)
Red cuyo objetivo es vincular los sistemas de observación de la Tierra existentes y previstos (por ejemplo, satélites y redes de estaciones meteorológicas y boyas oceánicas) en todo el mundo, apoyar el desarrollo de nuevos sistemas allí donde existan brechas, y promover normas técnicas comunes para que los datos de los miles de instrumentos diferentes puedan combinarse en conjuntos de datos coherentes. Su objetivo es proporcionar herramientas de apoyo a la toma de decisiones a los responsables políticos y otros usuarios en ámbitos como la salud, la agricultura y las catástrofes.

Red social
Estructura social formada por un conjunto de actores, como individuos u organizaciones, y los vínculos entre estos actores, como relaciones, conexiones o interacciones.

REDD/REDD+
Reducción de las emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los Bosques en los países en desarrollo. REDD+ implica la mejora de los bosques existentes y el aumento de la cubierta forestal. Para cumplir estos objetivos, las políticas deben abordar la mejora de las reservas de carbono proporcionando financiación e inversiones en estas áreas.

Reducción del riesgo de catástrofes

Marco conceptual de elementos destinados a minimizar la vulnerabilidad a los desastres en toda una sociedad, para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los impactos adversos de las amenazas, dentro del amplio contexto del desarrollo sostenible.

Reforestación
Plantación de bosques en tierras que anteriormente contenían bosques, pero que desde entonces se han convertido a algún otro uso.

Refugiados ambientales y desplazados internos (IDP, por sus siglas en inglés)
Personas que se han visto obligadas a abandonar su hábitat tradicional de forma temporal o permanente, debido a una marcada alteración del medio ambiente (natural o provocada por las personas) la cual pone en peligro su existencia y/o afecta gravemente a su calidad de vida. (Ciencia para la Paz) pertenecen a un grupo más amplio de inmigrantes conocido como refugiados ambientales. Los refugiados ambientales incluyen a los inmigrantes que se ven obligados a huir a causa de catástrofes naturales, como volcanes y tsunamis.

Región templada
Región en la que el clima experimenta cambios estacionales de temperatura y humedad. Las regiones templadas de la Tierra se encuentran principalmente entre los 30º y los 60º de latitud en ambos hemisferios.

Reserva de carbono
Cantidad de carbono contenida en un "pool", es decir, un depósito o sistema que tiene la capacidad de acumular o liberar carbono.

Residuos electrónicos (E-waste)
Término genérico que engloba diversas formas de equipos eléctricos y electrónicos que han dejado de considerarse de valor y se eliminan.

Residuos peligrosos
Material usado o desechado que puede dañar la salud humana y el medio ambiente. Los residuos peligrosos pueden incluir metales pesados, productos químicos tóxicos, residuos médicos o material radiactivo.

Resiliencia (ecológica)
La capacidad de un sistema para absorber las perturbaciones y reorganizarse mientras experimenta cambios, de manera que siga conservando esencialmente la misma función, estructura, identidad y retroalimentación.

Resiliencia del ecosistema
El nivel de perturbación que un ecosistema puede soportar sin cruzar un umbral para convertirse en una estructura diferente o proporcionar resultados diferentes. La resiliencia depende de la dinámica ecológica, así como de la capacidad humana organizativa e institucional para comprender, gestionar y responder a esta dinámica.

Resistencia
La capacidad de un sistema para soportar los impactos de las fuerzas motrices sin desplazarse de su estado actual.

Resistencia antimicrobiana
La capacidad de un microorganismo (como las bacterias, los virus y algunos parásitos) para detener un antimicrobiano (como los antibióticos, antivirales y antimaláricos). Como resultado, los tratamientos estándar se vuelven ineficaces, las infecciones persisten y pueden propagarse a otros.

Responsables políticos
Miembro de un departamento gubernamental, legislatura u otra organización que se encarga de elaborar nuevas normas, leyes, etc.

Restauración de los ecosistemas
Proceso de ayuda a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido.

Retroalimentación
Cuando el cambio no lineal es impulsado por reacciones que amortiguan el cambio (retroalimentación negativa) o lo refuerzan (retroalimentación positiva).

Retroceso de los glaciares
Los glaciares retroceden cuando su extremo no se extiende tanto hacia el valle como antes. Los glaciares pueden retroceder cuando su hielo se derrite o se ablanda más rápidamente de lo que las nevadas pueden acumular y formar nuevo hielo glacial. El aumento de las temperaturas y la disminución de las nevadas han provocado recientemente el retroceso de muchos glaciares en todo el mundo.

Ribereño
Relacionado con o situado en la orilla de un curso de agua natural, generalmente un río, pero a veces un lago, una marea o un mar cerrado.

Riego por goteo
A veces denominado irrigación por chorro, consiste en el goteo de agua sobre el suelo a velocidades muy bajas (2-20 litros/hora) desde un sistema de tubos de plástico de pequeño diámetro provistos de salidas denominadas emisores o goteros. El agua se aplica cerca de las plantas para que solo se moje una parte del suelo en el que crecen las raíces (Figura 60), a diferencia del riego superficial y por aspersión, que implica mojar todo el perfil del

suelo. Con el agua de riego por goteo, las aplicaciones son más frecuentes (normalmente cada 1-3 días) que con otros métodos y esto proporciona un nivel de humedad alto muy favorable en el suelo en el que las plantas pueden prosperar.

Riqueza de especies
Número de especies dentro de una muestra, comunidad o área determinada.

Sahel
Franja poco definida de vegetación de transición que separa el desierto del Sahara de las sabanas tropicales del sur. La región se utiliza para la agricultura y el pastoreo, y debido a las difíciles condiciones ambientales en la frontera del desierto, la región es muy sensible a los cambios de la cubierta vegetal que son inducidos por el hombre. Incluye partes de Senegal, Gambia, Mauritania, Malí, Níger, Nigeria, Burkina Faso, Camerún y Chad.

Salinización/salinización
Proceso por el cual las sales solubles en agua se acumulan en el suelo. La salinización puede producirse de forma natural o debido a las condiciones resultantes de las prácticas de gestión.

Salud ambiental
Aquellos aspectos de la salud y la enfermedad humana que están determinados por factores del medio ambiente. También se refiere a la teoría y la práctica de la evaluación y el control de los factores del medio ambiente que pueden afectar a la salud. La salud ambiental incluye tanto los efectos patológicos directos de las sustancias químicas, la radiación y algunos agentes biológicos, como los efectos, a menudo indirectos, sobre la salud y el bienestar del entorno físico, psicológico, social y estético en general. Esto incluye la vivienda, el desarrollo urbano, el uso del suelo y el transporte.

Salud del ecosistema
Grado en que los factores ecológicos y sus interacciones son razonablemente completos y funcionan con el fin de mantener la resistencia, la productividad y la renovación del ecosistema.

Salud humana
La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedades o dolencias.

Saneamiento mejorado
El saneamiento "mejorado" incluye los inodoros con cisterna; los sistemas de alcantarillado con tuberías; las fosas sépticas; las letrinas de pozo con cisterna o con cisterna; las letrinas de pozo mejoradas y ventiladas (VIP); las letrinas de pozo con losa; los inodoros de compostaje.

Sector privado
El sector privado es una parte de la economía de un país que consiste en industrias y empresas comerciales que no son propiedad ni están controladas por el gobierno.

Sector público
La parte de la sociedad que comprende el sector de las administraciones públicas más todas las empresas públicas, incluido el banco central.

Secuenciación del genoma completo
Proceso de laboratorio que se utiliza para determinar casi todos los, aproximadamente, 3.000 millones de nucleótidos de la secuencia completa de ADN de un individuo, incluida la secuencia no final.

Secuestro
En el GEO-5, el secuestro se refiere a la captura de dióxido de carbono de manera que se impida su liberación a la atmósfera durante un periodo de tiempo determinado.

Sedimentación
Estrictamente, el acto o proceso de depositar sedimentos desde la suspensión en el agua o el hielo. En general, todos los procesos por los que las partículas de material rocoso se acumulan para formar depósitos sedimentarios. La sedimentación, tal como se utiliza habitualmente, implica el transporte por el agua, el viento, el hielo y los agentes orgánicos.

Sedimentación
La deposición de partículas de tierra y roca finamente divididas en el fondo de los lechos de los arroyos, los ríos y los embalses.

Sedimento
Material sólido que se origina principalmente en las rocas desintegradas y es transportado, suspendido o depositado por el agua, el viento, el hielo y otros agentes orgánicos.

Seguimiento del medio ambiente
Mediciones periódicas y comparables o series temporales de datos sobre el medio ambiente.

Seguridad
Se refiere a la seguridad personal y medio ambiental. Incluye el acceso a los recursos naturales y de otro tipo, y la libertad frente a la violencia, la delincuencia y la guerra, así como la seguridad frente a las catástrofes naturales y provocadas por el hombre.

Seguridad alimentaria
Acceso físico y económico a alimentos que satisfacen las necesidades dietéticas de las personas, así como sus preferencias alimentarias.

Seguridad hídrica
Término que se refiere, en términos generales, al uso sostenible y la protección de los sistemas hídricos, la protección contra los peligros relacionados con el agua (inundaciones y sequías), el desarrollo sostenible de los recursos hídricos y la salvaguardia de las funciones y los servicios hídricos (acceso a ellos) para los seres humanos y el medio ambiente.

Sensores remotos
Recogida de datos sobre un objeto a distancia. En el ámbito del medio ambiente, se refiere normalmente a los datos aéreos o por satélite para la meteorología, la oceanografía o la evaluación de la cubierta terrestre.

Servicios culturales
En el contexto de los ecosistemas, los beneficios no materiales para las personas, incluyendo el enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la recreación y la experiencia estética.

Servicios de aprovisionamiento
Los productos obtenidos de los ecosistemas, incluyendo, por ejemplo, los recursos genéticos, los alimentos y las fibras, y el agua dulce.

Servicios de regulación
Los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos de los ecosistemas, incluyendo, por ejemplo, la regulación del clima, el agua y algunas enfermedades humanas.

Siembra directa (labranza cero)
Técnica de perforación (siembra) de semillas con poca o ninguna preparación previa del terreno, que tiene un impacto positivo en la erosión del suelo.

Sinergias
Surgen cuando dos o más procesos, organizaciones, sustancias u otros agentes interactúan de tal manera que el resultado es mayor que la suma de sus efectos por separado.

Sistema
Un sistema es un conjunto de componentes que interactúan entre sí dentro de unos límites.

Sistema alimentario
Los sistemas alimentarios suelen concebirse como un conjunto de actividades que van desde la producción hasta el consumo. Se trata de un concepto amplio que abarca la seguridad alimentaria y sus componentes -disponibilidad, acceso y utilización- e incluye los resultados sociales y ambientales de estas actividades.
Los sistemas alimentarios de los países en desarrollo se han transformado en gran medida por la globalización. Este cambio ofrece enormes oportunidades para que los trabajadores del sector alimentario accedan a nuevos y mejores empleos. Sin embargo, los productores de alimentos a pequeña escala y otros trabajadores de la alimentación siguen siendo excluidos con demasiada frecuencia de los beneficios generados por las empresas alimentarias.

Sistemas comunitarios de seguimiento e información (CBMIS, por sus siglas en inglés)
Este término se refiere a las iniciativas de los pueblos indígenas y las organizaciones comunitarias locales para supervisar el bienestar de su comunidad y el estado de sus territorios y recursos naturales, aplicando una combinación de conocimientos tradicionales, herramientas y enfoques innovadores.

Sistema de la Tierra
El Sistema de la Tierra es un complejo sistema socio-ambiental de componentes y procesos físicos, químicos, biológicos y sociales que interactúan y que determinan el estado y la evolución del planeta y de la vida en él.

Sistema de observación global
Conjunto de actividades de seguimiento coordinadas que recopilarían datos muy necesarios a escala mundial sobre una serie de indicadores como la biodiversidad, la calidad y cantidad del agua, la contaminación atmosférica, la degradación del suelo y la liberación de sustancias químicas.

Sistemas agrícolas monoculturales
Cultivo o crecimiento de un solo cultivo u organismo, especialmente en tierras agrícolas o forestales.

Sistemas de producción silvopastoril
La integración de árboles y arbustos en los pastos con animales para la sostenibilidad económica, ecológica y social.

Sistemas sociales ecológicos
Sistemas adaptativos complejos compuestos por muchas y diversas entidades humanas y no humanas que interactúan. Estas entidades se adaptan a los cambios de su entorno y su entorno cambia en consecuencia.

Sobreexplotación
La extracción excesiva de materias primas sin tener en cuenta los impactos ecológicos a largo plazo de dicho uso.

Sobreexplotación
Situación que se produce cuando la demanda de la humanidad sobre la biosfera supera la oferta o la capacidad de regeneración. A nivel mundial, el déficit ecológico y el sobregiro son lo mismo, ya que no hay importación neta de recursos al planeta.

Sobrepastoreo
Pastoreo excesivo (alimentación del ganado) que provoca daños en los pastizales.

Sociedad civil
Conjunto de organizaciones e instituciones no gubernamentales que representan los intereses y la voluntad de los ciudadanos.

Socioeconómico
De, relativo a, o que implica una combinación de factores sociales y económicos.

Sostenibilidad
Característica o estado por el que se pueden satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras o de las poblaciones de otros lugares para satisfacer sus necesidades.

Sustancias perfluoroalcalinas y polifluoroalcalinas (PFAS, por sus siglas en inglés)
Grupo de sustancias químicas fabricadas por el hombre que incluyen el PFOA, el PFOS, el GenX y muchas otras sustancias químicas. Los PFAS se han fabricado y utilizado en diversas industrias de todo el mundo, incluso en Estados Unidos, desde la década de 1940. El PFOA y el PFOS han sido las sustancias químicas más producidas y estudiadas. Ambas sustancias químicas son muy persistentes en el medio ambiente y en el cuerpo humano, lo que significa que no se descomponen y pueden acumularse con el tiempo. Hay pruebas de que la exposición a los PFAS puede provocar efectos adversos en la salud humana.

Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (SAO)
Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son sustancias químicas orgánicas que cuando se liberan en la atmósfera pueden reaccionar con la luz solar y los óxidos de nitrógeno (NO_x) para formar ozono troposférico (a nivel del suelo). Dos clases generales de productos plaguicidas contribuyen a la gran mayoría de las emisiones de COV de los plaguicidas: los fumigantes y los concentrados emulsionables.

Tarifa de alimentación
Una tarifa de alimentación es una política energética centrada en apoyar el desarrollo y la difusión de la generación de energía renovable. En un sistema de tarifas de alimentación, los proveedores de energía procedente de fuentes renovables, como la solar, la eólica o la hidráulica, reciben un precio por lo que producen basado en los costos de generación. Esta garantía de compra se ofrece generalmente a largo plazo, entre 5 y 20 años, pero lo más habitual es que dure entre 15 y 20 años. El costo de los pagos de la tarifa se suele compartir con los consumidores de electricidad.

Taxonomía
Sistema de categorías anidadas (taxones) que reflejan relaciones evolutivas o similitudes morfológicas.

Tecnojardín
El escenario del Tecnojardín describe un mundo globalmente conectado que depende en gran medida de la tecnología y de los ecosistemas altamente gestionados, a menudo diseñados, para proporcionar servicios de los ecosistemas.

Tecnología
Artefactos físicos o el conjunto de conocimientos de los que son expresión. Algunos ejemplos son las estructuras de extracción de agua, como los pozos tubulares, las tecnologías de energías renovables y los conocimientos tradicionales. La tecnología y las instituciones están relacionadas. Cualquier tecnología tiene un conjunto de prácticas, normas y reglamentos que rodean su uso, acceso, distribución y gestión.

Tema transversal
Tema o asunto que no puede entenderse o explicarse adecuadamente sin hacer referencia a las interacciones de varias de sus dimensiones que suelen definirse por separado.

Tenencia de la tierra
La relación, definida legal o consuetudinariamente, entre personas, como individuos o grupos, con respecto a la tierra. (Por

conveniencia, "tierra" se utiliza aquí para incluir otros recursos naturales como el agua y los árboles). La tenencia de la tierra es una institución, es decir, reglas inventadas por las sociedades para regular el comportamiento. Las normas de tenencia definen cómo se asignan los derechos de propiedad de la tierra dentro de las sociedades. Definen cómo se concede el acceso a los derechos de uso, control y transferencia de la tierra, así como las responsabilidades y restricciones asociadas. En términos sencillos, los sistemas de tenencia de la tierra determinan quién puede utilizar qué recursos, durante cuánto tiempo y en qué condiciones.

Teoría del cambio
Una teoría del cambio es un método que explica cómo se espera que una determinada intervención, o un conjunto de intervenciones, conduzca a un cambio específico en el desarrollo, a partir de un análisis causal basado en las pruebas disponibles.

Terreno boscoso
Terreno arbolado, no clasificado como bosque, de más de 0,5 hectáreas, con árboles de más de 5 metros de altura y una cubierta de copas del 5-10%, o árboles capaces de alcanzar estos umbrales in situ, o con una cubierta combinada de arbustos, matorrales y árboles superior al 10%. No incluye las zonas utilizadas predominantemente con fines agrícolas o urbanos.

Tierra cultivable
Tierras dedicadas a cultivos temporales (las superficies de doble cultivo se cuentan una sola vez), praderas temporales para siega o pastoreo, tierras dedicadas a huertas y jardines, y tierras en barbecho temporal (menos de cinco años). Las tierras abandonadas resultantes del cultivo itinerante no se incluyen en esta categoría.

Tierras secas
Zonas que se caracterizan por la falta de agua, lo que limita dos importantes servicios ecosistémicos relacionados: la producción primaria y el ciclo de los nutrientes. Se reconocen ampliamente cuatro subtipos de tierras secas: subhúmedas secas, semiáridas, áridas e hiperáridas, que muestran un nivel creciente de aridez o déficit de humedad.

Topografía
Estudio o descripción detallada de las características de la superficie de una región.

Tormentas de arena y polvo
Las tormentas de arena y polvo son peligros meteorológicos comunes en las regiones áridas y semiáridas. Suelen estar provocadas por tormentas eléctricas -o por fuertes gradientes de presión asociados a ciclones- que aumentan la velocidad del viento en una amplia zona. Estos fuertes vientos levantan grandes cantidades de arena y polvo de los suelos desnudos y secos a la atmósfera, transportándolos a cientos o miles de kilómetros de distancia. Un 40% de los aerosoles de la troposfera (la capa más baja de la atmósfera terrestre) son partículas de polvo procedentes de la erosión del viento. Las principales fuentes de estos polvos minerales son las regiones áridas del norte de África, la Península Arábiga, Asia Central y China. Comparativamente, Australia, América y Sudáfrica contribuyen en menor medida, pero de forma importante. Las estimaciones globales de las emisiones de polvo, derivadas principalmente de modelos de simulación, varían entre una y tres gigatoneladas al año.

Transferencia de tecnología
Conjunto amplio de procesos que abarcan los flujos de conocimientos técnicos, experiencia y equipos entre las distintas partes interesadas.

Transformación
Estado de transformación. En el contexto del GEO-5, la transformación se refiere a una serie de acciones que exploran las oportunidades para dejar de hacer las cosas que tiran del Sistema Tierra en la dirección equivocada y, al mismo tiempo, proporcionar recursos, capacidad y un entorno favorable para todos que sea coherente con la visión del mundo sostenible.

Transiciones
Cambios no lineales, sistemáticos y fundamentales de la composición y el funcionamiento de un sistema social con cambios en las estructuras, las culturas y las prácticas.

Transpiración
La pérdida de vapor de agua de las partes de las plantas, especialmente en hojas, pero también en los tallos, las flores y las raíces.

Tratamiento de aguas residuales
Cualquiera de los procesos mecánicos, biológicos o químicos utilizados para modificar la calidad de las aguas residuales con el fin de reducir los niveles de contaminación.

Trillón
10^{12} (1 000 000 000 000).

Turberas

Las turberas son un tipo de humedal que se da en casi todos los países de la Tierra y que actualmente cubre el 3% de la superficie terrestre mundial. El término "turbera" se refiere al suelo de turba y al hábitat de humedales que crece en su superficie.

Umbral
Nivel de magnitud de un proceso del sistema en el que se produce un cambio repentino o rápido. Punto o nivel en el que surgen nuevas propiedades en un sistema ecológico, económico o de otro tipo, invalidando las predicciones basadas en relaciones matemáticas que se aplican a niveles inferiores.

Urbanismo
Integración del desarrollo urbano y rural en términos de uso sostenible de los recursos y de convergencia del bienestar humano.

Urbanización
Aumento de la proporción de la población que vive en zonas urbanas.

Uso de la tierra
La dimensión funcional de la tierra para diferentes propósitos humanos o actividades económicas. Algunos ejemplos de categorías de uso del suelo son la agricultura, la industria, el transporte y las áreas protegidas.

Variabilidad climática
Variaciones en el estado medio y otras estadísticas (como las desviaciones estándar y la aparición de extremos) del clima en todas las escalas temporales y espaciales más allá de la de los fenómenos meteorológicos individuales. La variabilidad puede deberse a procesos naturales internos del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropogénico (variabilidad externa).

Verificación de información sobre el terreno
Proceso por el que se compara el contenido de las imágenes de satélite, las fotografías aéreas -o los mapas basados en ellas- con la realidad sobre el terreno mediante visitas y estudios de campo. Se utiliza para verificar la exactitud de las imágenes o la forma en que se han interpretado para elaborar los mapas.

Vida útil (en la atmósfera)
La cantidad aproximada de tiempo que tardan las concentraciones de un contaminante atmosférico en volver al nivel de fondo (suponiendo que cesen las emisiones) como resultado de su

conversión en otro compuesto químico o de su eliminación de la atmósfera a través de un sumidero. El tiempo de vida atmosférica puede variar desde horas o semanas (aerosoles de sulfato) hasta más de un siglo (CFC).

Vulnerabilidad
Característica intrínseca de las personas en situación de riesgo. Es una función de la exposición, de la sensibilidad a los impactos de la unidad específica expuesta (como una cuenca hidrográfica, una isla, un hogar, un pueblo, una ciudad o un país) y de la capacidad o incapacidad de hacer frente o adaptarse. Es multidimensional, multidisciplinario, multisectorial y dinámico. La exposición es a peligros como la sequía, los conflictos o las fluctuaciones extremas de los precios, y también a las condiciones socioeconómicas, institucionales y ambientales subyacentes.

Zettabyte
Unidad de información equivalente a un sextillón (10^{21}) o, estrictamente, 270 bytes.

Zika
Virus transmitido por mosquitos del género Flavivirus (familia Flaviviridae), que se encuentra en partes de África y en Malasia; causa la fiebre del Zika.

Zona protegida
Espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, a través de medios legales u otros medios efectivos, para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza con los servicios ecosistémicos y los valores culturales asociados.

«El sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Global (GEO-6) es una revisión esencial para nuestro planeta. Como cualquier otra revisión médica, hay un claro pronóstico sobre lo que pasará si continuamos actuando como hasta ahora, y un conjunto de acciones recomendadas para hacer lo correcto. El GEO-6 detalla tanto los peligros de retrasar nuestras acciones como las oportunidades que existen para hacer del desarrollo sostenible una realidad.»

António Guterres, Secretario General de las Naciones Unidas



Publicado para coincidir con la Cuarta Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, el sexto informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial de la ONU Medio Ambiente (2019) hace un llamamiento a los responsables de la toma de decisiones para que adopten medidas audaces y urgentes con el fin de abordar los problemas ambientales más acuciantes para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como otros objetivos ambientales acordados internacionalmente, como el Acuerdo de París.

ONU Medio Ambiente lanzó el primer informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO) en 1997. Al reunir a una comunidad de cientos de científicos, revisores e instituciones y socios colaboradores, los informes GEO se basan en conocimientos científicos sólidos para proporcionar a los gobiernos, las autoridades locales, las empresas y los ciudadanos individuales la información necesaria para guiar a las sociedades hacia un mundo verdaderamente sostenible en 2050.

El GEO-6 se basa en las conclusiones de los anteriores informes del GEO, incluidas las seis evaluaciones regionales (2016), y expone el estado actual del medio ambiente, ilustra las posibles tendencias ambientales futuras y analiza la eficacia de las políticas. Este informe emblemático muestra cómo los gobiernos pueden encaminar el mundo hacia un futuro verdaderamente sostenible. Destaca que es necesario que los responsables de la toma de decisiones a todos los niveles tomen medidas urgentes e inclusivas para lograr un planeta sano con personas sanas.

ONU programa para el medio ambiente

50 1972-2022