PLAN · A

TERRITORIOS RESILIENTES

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

CANTÓN TALAMANCA

Producto 2. Borrador del Diagnóstico

Abril de 2022

COSTA RICA GOBIERNO DEL BICENTENARIO

MINAE Ministerio de Ambiente y Energía

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

ONU programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible

El presente documento fue elaborado para la Municipalidad de Talamanca en el marco del proyecto Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático. Este es implementado por el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (GCF) y bajo la supervisión estratégica del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica.

Abril de 2022, San José, Costa Rica

Contrato:
Consultoría para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático en procesos de planificación municipal en los cantones de Siquirres, Talamanca y Corredores (NAP Costa Rica Región Atlántica y Brunca)

Empresas consultoras:

IDOM, Engineering, Architecture, Consulting

Centro Para la Sostenibilidad Urbana (CPSU)

Equipo de trabajo:
Asier Rodríguez Ochoa, Especialista en planificación de la adaptación. Coordinador del equipo.
Jessie Vega Méndez, Especialista en procesos participativos
Carla Quesada Alluín, Especialista en análisis sociológicos y enfoque de género
Alberto de Tomás Calero, Especialista en análisis de riesgos climáticos y Sistemas de Información Geográfica
María Perona Alonso, Especialista en planificación urbana y Sistemas de Información Geográfica
Ruth Martínez Rodríguez, Especialista en adaptación basada en ecosistemas
Aida Fernández Pérez, Especialista en ordenamiento territorial y riesgos

Título del producto:
Producto 2. Diagnóstico

Versión del documento:
Versión 1. Para revisión y aprobación por parte de los equipos municipales

Supervisión técnica:
Ximena Apéstegui Guardia, Coordinadora del proyecto Plan A
Natalia Gómez Solano, Asistente técnica del proyecto Plan-A
Raquel Gómez Ramírez, Asesora técnica en planificación de la adaptación Plan-A

BORRADOR

Contenidos

Acrónimos y siglas 6
Figuras 8
Tablas 9
1 Introducción 11
2 Perfil local 12
2.1 Contexto geográfico 12
2.2 Caracterización socioeconómica 15
2.3 Planificación territorial y sectorial 18
2.4 Acciones climáticas en el cantón 20
3 Perfil climático 22
3.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima 23
3.2 Proyecciones climáticas 27
3.3 Amenazas asociadas al clima 30
3.4 Categorización de la peligrosidad 33
3.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto 45
3.6 Exposición y vulnerabilidad 56
3.7 Riesgos asociados al clima 61
3.8 Capacidad adaptativa actual 75
4 Necesidades y oportunidades de adaptación 77
4.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática 77
4.2 Análisis de necesidades y oportunidades 79
4.3 Enfoques orientadores del Plan 80
5 Siguientes pasos 82
6 Conclusiones y recomendaciones 85
7 Referencias bibliográficas 87
8 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos 89
8.1 Peligrosidad 89
8.2 Exposición y vulnerabilidad 100
8.3 Cálculo del riesgo 105
9 Anexo 2. Clima histórico y Proyecciones climáticas en Costa Rica 107
9.1 Clima histórico 107
9.2 Proyecciones climáticas 107
10 Anexo 3. Resumen del proceso participativo 110
10.1 Avances hasta la fecha 110
10.2 Mapeo de actores 111

BORRADOR

11 Anexo 4. Glosario de términos 113

BORRADOR

Acrónimos y siglas

ARC	Análisis de Riesgos Climáticos
ASADA	Asociación Administradora de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales
ASP	Áreas Silvestres Protegidas
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
CCCC	Comisión Cantonal de Cambio Climático
CCI	Climate Change Initiative (Iniciativa de Cambio Climático)
CENIGA	Centro Nacional de Información Geoambiental
CNE	Comisión Nacional de Emergencias
CPSU	Centro Para la Sostenibilidad Urbana
DCC	Dirección de Cambio Climático
ELSA	Essential Life Support Area
ESA	European Space Agency (Agencia Espacial Europea)
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
GCF	Fondo Verde del Clima
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIS	Sistemas de Información Geográfica
Ha	Hectárea
IGM	Índice de Gestión Municipal
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático de Naciones Unidas
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Economía Política
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MIVAH	Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
M&R	Monitoreo y Reporte
NAP	Plan Nacional de Adaptación
NDC	Contribución Nacional Determinada
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PCDHL	Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local
PEM	Plan Estratégico Municipal
PAAC	Plan de Acción para la Adaptación Climática
PNACC	Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PR	Plan Regulador de Ordenamiento Territorial
SAM	Sinergias entre Mitigación y Adaptación
SENARA	Servicio de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SINAMECC	Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático

BORRADOR

SINIA	Sistema Nacional de Información
SINIGIRH	Sistema Nacional de Información de Gestión Integrada de Recurso
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
UNDP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

BORRADOR

Figuras

Figura 1. Localización 12
Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos 15
Figura 3. Usos del suelo 2020 18
Figura 4. Conceptualización del riesgo climático 22
Figura 5. Precipitación media anual en Talamanca 24
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Talamanca 25
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Talamanca 26
Figura 8. Cambio del nivel del mar proyectado en Puntarenas 30
Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas 31
Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones 35
Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos 37
Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías 39
Figura 13. Porcentaje de erosión costera en diferentes playas en Talamanca 42
Figura 14. Retroceso en la línea de costa en el Parque Nacional de Cahuita y área de Puerto Vargas 43
Figura 15. Retroceso en la línea de costa en el área de Puerto Viejo 44
Figura 16. Retroceso en la línea de costa en el sector Gandoca 45
Figura 17. Mapa de vulnerabilidad de la población 60
Figura 18. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano 61
Figura 19. Composición espacial del riesgo climático 62
Figura 20. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano 66
Figura 21. Mapa de riesgo de inundaciones sobre agropecuario 67
Figura 22. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano 70
Figura 23. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y áreas naturales 72
Figura 24. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano 74
Figura 25. Lineamientos contenidos en la PNACC 77
Figura 26. Fundamentos del análisis DAFO 79
Figura 27. Índice de aridez promedio 95
Figura 28. Esquema metodológico de cálculo. 106
Figura 29.Matriz de relevancia de actores 111

BORRADOR

Tablas

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo 16
Tabla 2. Población activa por tipo de sector 17
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo 17
Tabla 4. Eventos asociados al clima (1988-2019) 27
Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Talamanca 28
Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Talamanca 29
Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Talamanca 29
Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p en Talamanca 34
Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD en Talamanca 40
Tabla 10. Receptores sensibles 46
Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones 47
Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos 48
Tabla 13. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019 50
Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías 52
Tabla 15. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor 53
Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a la erosión costera 54
Tabla 17. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático 55
Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas 57
Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados 65
Tabla 20. Riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados 69
Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados 71
Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados 73
Tabla 23. Hitos y fechas de los próximos pasos. 84
Tabla 24. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas 90
Tabla 25. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones 91
Tabla 26. Peligrosidad a inundaciones 92
Tabla 27. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones 92

BORRADOR

Tabla 28. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos 93
Tabla 29. Peligrosidad a deslizamientos 93
Tabla 30. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos 94
Tabla 31. Categorización de la aridez 96
Tabla 32. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias 97
Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias 98
Tabla 34. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor 99
Tabla 35. Clasificación de la vulnerabilidad. 100
Tabla 36. Clasificación de la vulnerabilidad. 105
Tabla 37. Clasificación del riesgo. 106
Tabla 38. Esquema de actividades previsto 110
Tabla 39. Personas asistentes a las reuniones técnicas 111
Tabla 40. Relevancia de actores identificados 112

BORRADOR

1 Introducción

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el apoyo institucional de Fundecooperación, ejecuta el Proyecto "Construyendo capacidades subnacionales para la implementación del Plan Nacional de Adaptación en Costa Rica", también llamado Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático. Este proyecto es financiado por el Fondo Verde para el Clima (GCF) y está bajo la supervisión estratégica del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica.

El Proyecto Plan-A busca fortalecer la capacidad del país para alcanzar los compromisos establecidos a nivel internacional e integrar la adaptación ante el cambio climático en la planificación regional y municipal, por medio de:

- El fortalecimiento de los marcos de planificación actuales a nivel regional y cantonal, reconociendo el papel crucial de las autoridades subnacionales en la adaptación al cambio climático.
- El involucramiento de actores clave en los procesos de planificación e implementación de la adaptación a nivel subnacional.
- La producción de evaluaciones de riesgo cantonal para identificar necesidades de adaptación.
- El desarrollo de capacidades institucionales y técnicas en distintos niveles; y el desarrollo de mecanismos adecuados para el monitoreo y reporte de avances en adaptación a nivel subnacional.

Para ello, como parte de esta iniciativa se han definido una diversidad de lineamientos metodológicos que se pretende llevar a la práctica en 20 cantones piloto, representativos de cada una de las regiones del país.

En este contexto se desarrollan por parte de la asociación entre IDOM y en Centro Para la Sostenibilidad Urbana (CPSU) los servicios de “Consultoría para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático en procesos de planificación municipal en los cantones de Siquirres, Talamanca y Corredores (NAP Costa Rica Región Atlántica y Brunca)

El presente documento recoge el segundo de los productos asociados a este apoyo técnico, el Informe de Diagnóstico dirigido a evaluar tanto las necesidades de adaptación al cambio climático como las oportunidades para la integración de medidas de adaptación en la planificación y gestión del desarrollo en el cantón de Talamanca. Esto se llevará a cabo completando un perfil local, un perfil climático y finalmente un ejercicio de identificación de lineamientos estratégicos, que servirán de base para las siguientes etapas del proceso de construcción participativa del Plan de Acción para la Adaptación Climática de Talamanca (PAAC).

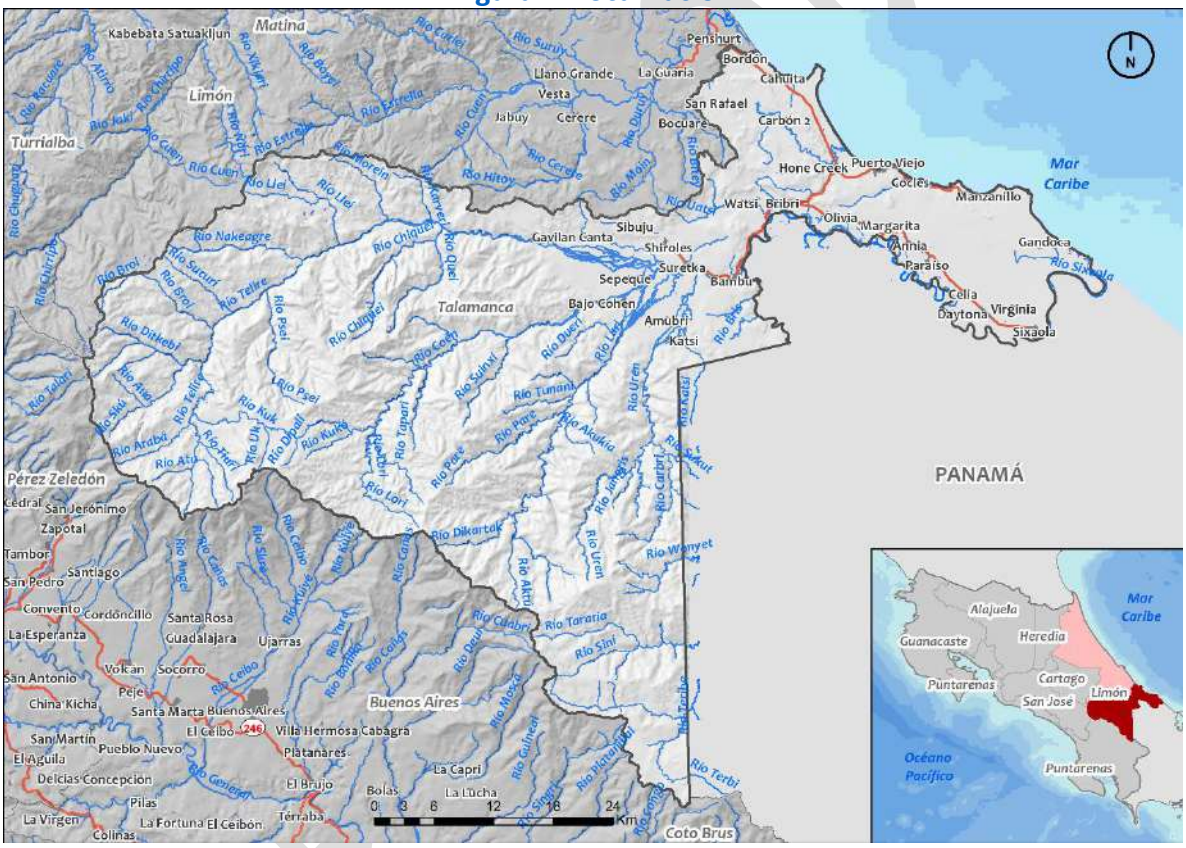
BORRADOR

2 Perfil local

2.1 Contexto geográfico

Talamanca es el cantón número cuatro de la provincia de Limón, y forma parte de la Región Huetar Caribe, al este del país. Su extensión aproximada es de 2.810 km^2, lo que le sitúa como el segundo mayor en superficie del país. Se encuentra limitado al norte con el cantón de Limón, al oeste con Pérez Zeledón y Buenos Aires, al sur con Coto Brus y Panamá, y al este con el mar Caribe. Este cantón está conformado por cuatro distritos: Bratsi o Bribri, Sixaola, Cahuita y Telire; como se identifica en la Figura 1.

Figura 1. Localización



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

2.1.1 Topografía, geología y geomorfología

El cantón de Talamanca está constituido geológicamente con predominancia de rocas sedimentarias. Se encuentran materiales de la formación Uscari, compuesta por lutitas y lotitas.

Este cantón se compone por seis unidades geomórficas: con origen en sedimentación aluvial, origen tectónico y erosivo, origen volcánico, litoral de origen marino, de origen glaciárico y de origen estructural.

- **Origen sedimentación aluvial:** se divide en cuatro subunidades, llamadas valle del Río Sixaola, valle del Telire, llanura aluvial de San Carlos y el Caribe y pantano permanente o temporal

- **Origen tectónico y erosivo:** está representada por la cordillera de Talamanca, ubicada en la zona sur del cantón

- **Origen marino:** se manifiesta en dos subunidades llamadas plataforma de coral emergido, generalmente es una superficie plana, con una altura máxima de once metros y plataforma de coral sumergido

- **Origen glaciárico:** está representada por las formas de erosión y acumulación glaciárica, la cual corresponden a los cerros Chirripó, Chirripó Grande, Pirámide y Truncado.

- **Origen estructural:** se compone en tres subunidades, llamadas falla Uatsi, falla de Río Tuba y falla de Puerto Viejo.

2.1.2 Hidrología

El sistema fluvial del cantón de Talamanca corresponde a la subvertiente Caribe de la vertiente del mismo nombre, el cual pertenece a las cuencas de los ríos Sixaola, Estrella y Siní. Como se indica en el Plan de Desarrollo Humano del cantón, desde un punto de vista hidrográfico, este territorio se puede dividir entre la cuenca del Río Sixaola que drena el Valle de Talamanca, y la cuenca del Río Carbón y otros, que drenan al sector costero (Municipalidad de Talamanca, 2014).

2.1.3 Áreas de especial protección y corredores biológicos

En el cantón de Talamanca existen zonas que presentan algún tipo de régimen de protección especial, como son los humedales, las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y los Territorios Indígenas.

En el caso de los humedales, se trata de una categoría de manejo incluida en las Áreas Silvestres Protegidas por la Ley de Biodiversidad (artículo 58), pero dada su entidad en la regulación y balance hídrico, en esta ocasión se ha tratado de forma separada. Además, se ha considerado necesario desagregarlo para el análisis de riesgos, como se explica en el apartado 4.5.

- **Humedales (SINAC):**

En este cantón se encuentran alrededor de 32 km^2 de humedales, lo que supone poco más del 1% del territorio, y localizados en la zona norte y algunos puntos del límite con el cantón de Buenos Aires. Son de tipo estuarino (manglar y estero), lacustre (lagunas) y palustre

BORRADOR

(pantano arbolado, herbáceo y arbustivo, y humedales en altura). Algunos de ellos se encuentran en Áreas Silvestres Protegidas, como la Laguna Cahuita en el Parque Nacional Chirripó o los humedales Cerro Durika en el Parque Nacional Internacional La Amistad.

- **Áreas Silvestres Protegidas:**

Más del 58% de la superficie del cantón corresponde con Áreas Silvestres Protegidas (ASP), lo que corresponde con alrededor de 1.642,3 km^2. Estas áreas son los Parques Nacionales Internacional La Amistad (1.449,3 km^2), Cahuita (10,6 km^2) y Chirripó (123,9 km^2); el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo (45,4 km^2) y la Reserva Biológica Hito y Cerere (13,1 km^2).

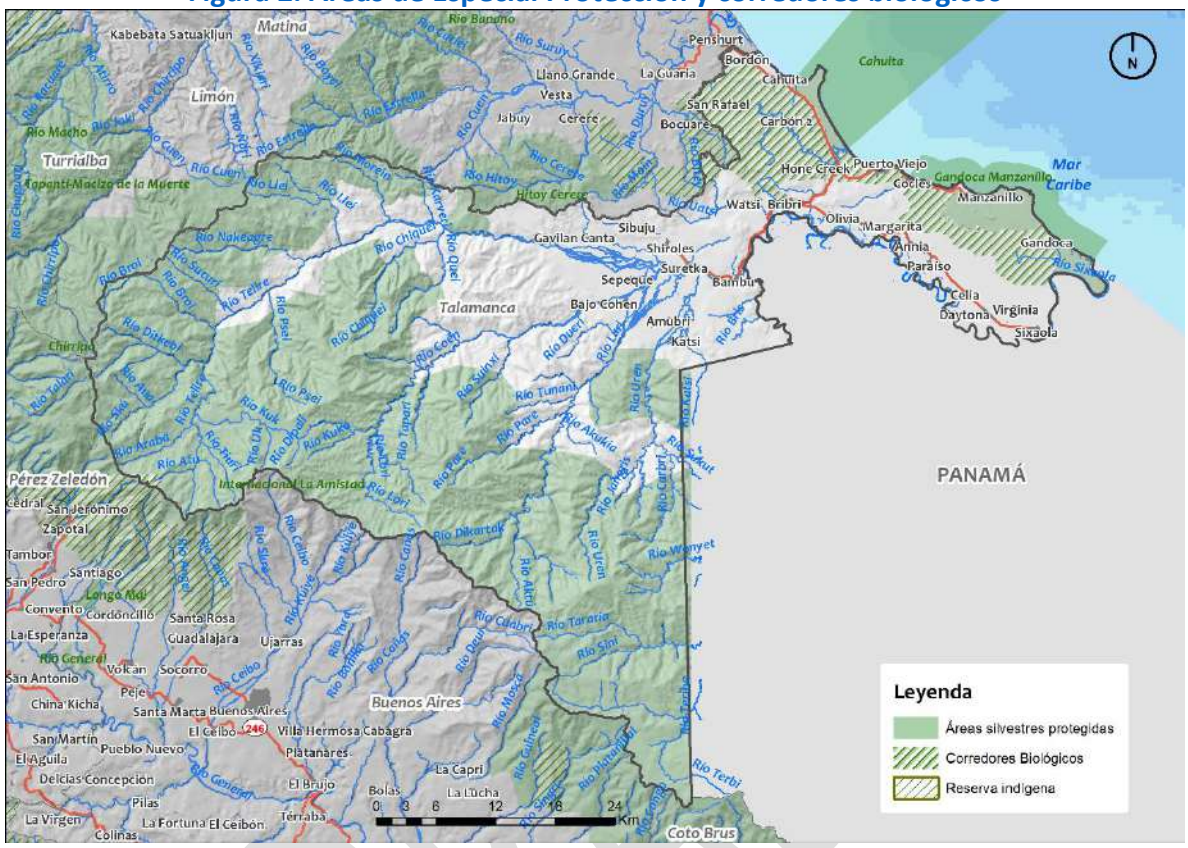
- **Territorios Indígenas:**

Alrededor del 32,5% del cantón (914 km^2 aproximadamente) corresponde con Territorios Indígenas. En concreto son los pueblos Bribri de Talamanca y de Keköldi (Cocles), y los pueblos Cabecar de Telire y de Talamanca.

Sin régimen de protección se encuentran los **corredores biológicos**, que dada su importancia en el cantón como vía de comunicación y de intercambio entre especies entre las áreas de especial protección y el resto del territorio, resulta de interés mencionarlo en este apartado. Además, están impulsados por el SINAC y corresponden con la segunda estrategia de conservación más importante. En este caso se localizan los corredores C29. Talamanca Caribe y C47. Bosque de Agua.

BORRADOR

Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

2.2 Caracterización socioeconómica

2.2.1 Población

Los datos del último censo oficial publicado en 2011 indican que la población de Talamanca alcanza los 30.712 habitantes, de los que 15.054 son mujeres (49%) y 15.658 son hombres (51%). Esta se distribuye por los distritos de forma muy homogénea de modo que Sixaola acapara la mayoría de la población con casi un 29 %, seguido de Cahuita con un 27%, Bratsi con un 24% y por último Telire con un 20% de los habitantes del cantón. En la Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo se muestra la población diferenciando por distritos, sexo y zona urbana-rural.

En ese año, menos del 24% de la población se localizaba en zonas urbanas. Atendiendo a los datos de densidad de población que también arroja el INEC, la densidad promedio en el cantón, en el año 2011, se situaba en los 11 hab/km^2.

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo

Distritos	Zona urbana			Zona rural		
	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total
Bratsi	432	453	885	3.181	3.252	6.433
Sixaola	1.665	1.762	3.427	2.640	2.794	5.434
Cahuita	1.183	1.196	2.379	2.926	2.988	5.914
Telire	248	236	484	2.779	2.977	5.756
Total	**3.528**	**3.647**	**7.175**	**11.526**	**12.011**	**23.537**

Fuente: INEC (2011).

Dado el carácter fronterizo de este cantón con Panamá, resulta imprescindible tener en cuenta este factor. En la actualidad existen tres puestos de frontera común, ubicado uno de ellos en Sixaola. En este espacio transfronterizo se ha forjado un circuito económico relacionado con actividades de agricultura de exportación y el turismo, aunque también conflictos. Estas condiciones hacen que presente una alta presencia de población móvil y migrante. El cantón de Talamanca cuenta con un 16,30 % de población nacida en otro país, según el INEC del año 2011. Un 7,68% proceden concretamente del país fronterizo de Panamá, suponiendo la nacionalidad extranjera con mayor presencia en el cantón. (Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, 2013).

2.2.2 Actividades productivas

En cuanto a la estructura productiva del cantón, predominan los sectores primario y terciario con 48,9% y 44,2%, respectivamente; seguido por el sector secundario (6,9%) que incluye las actividades económicas relacionadas con la transformación industrial de bienes, mercancías o alimentos (Municipalidad de Talamanca, 2014).

El sector terciario es predominante en los distritos de Cahuita y Bratsi y el sector primario en Telire y Sixaola.

Acorde con los datos del Censo Agropecuario (INEC, 2014), la actividad principal es la agrícola con un 92,1%, la actividad pecuaria le sigue con un 6,6% y el resto corresponde con actividades como el turismo rural o el manejo y protección de bosques naturales (Municipalidad de Talamanca, 2014).

- **Sector primario**: El cultivo de banano y plátano es el principal producto del Cantón de Talamanca. La concentración principal de productores se sitúa en las comunidades de Margarita y Bratsi con un total de 357 personas empleadas en esta actividad.
- **Sector secundario**: El sector industrial de Talamanca está ligado en su mayor parte a las cadenas productivas de los principales productos agrícolas de la zona, plátano, cacao y banano, principalmente en labores de acopio de la fruta.

- **Sector terciario**: el desarrollo turístico se concentra principalmente en la costa. Existen además en el cantón una gran cantidad de asociaciones e iniciativas fuera del área costera, trabajando en actividades turísticas en condiciones desfavorables.

Como se ha comentado, el **sector terciario**, en los que se aglutinan las actividades como el comercio, la hostelería, el transporte, las actividades inmobiliarias o la enseñanza por el otro; se encuentra ampliamente representado en este territorio. Esto se puede ver también en el número de personas que son empleadas por tipo de sector:

Tabla 2. Población activa por tipo de sector

Actividad	Trabajadores
Sector primario	1.942
Sector secundario	806
Sector terciario	4.883
Total	**7.631**

Fuente: Elaboración propia con información de la Caja Costarricense de Seguro Social/CCSS (2019).

2.2.3 Usos del suelo

Acorde con la información analizada de la Agencia Espacial Europea bajo la *Climate Change Initiative* (CCI), en los últimos veinte años la cubierta del suelo se ha visto alterada por la actividad humana puesto que, como se ve en la Tabla 3. Cambios en el uso del suelo, ha habido un retroceso de la superficie cubierta por vegetación natural y semi-natural y un incremento de la superficie dedicada a los cultivos.

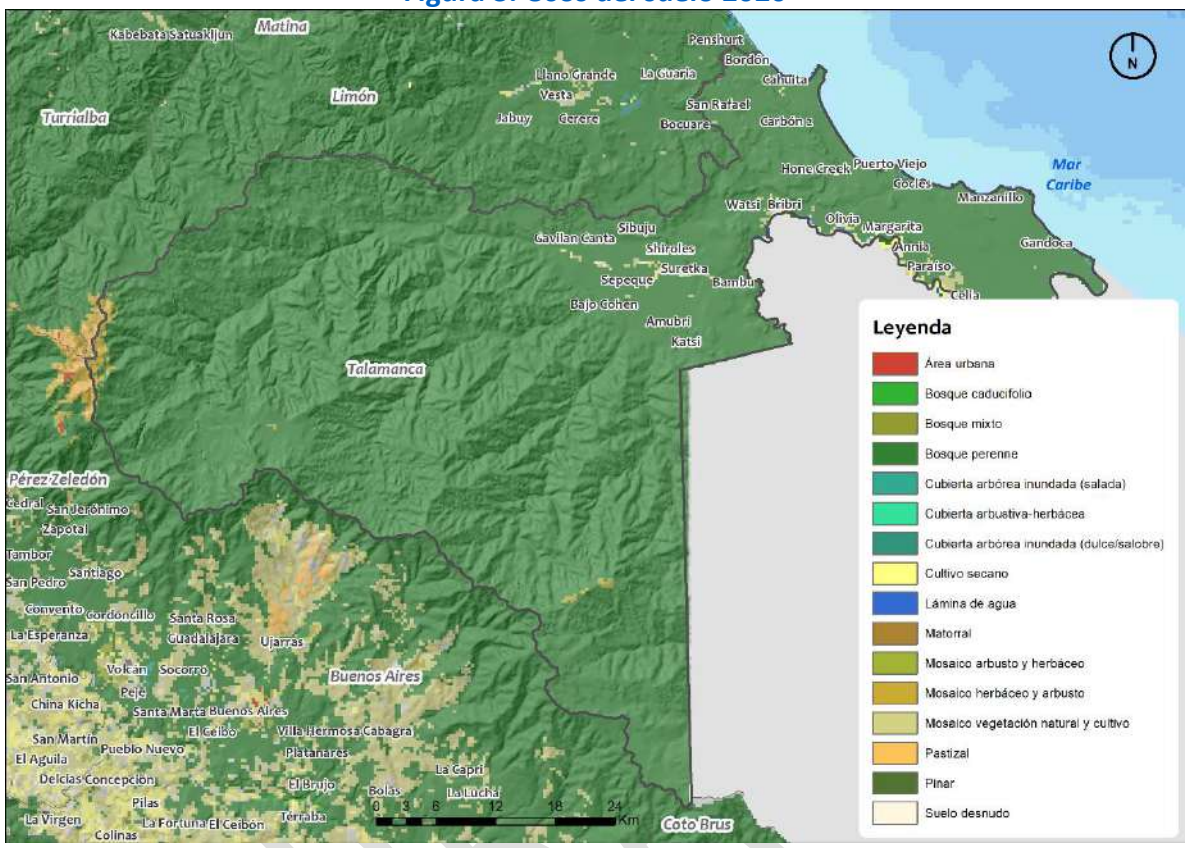
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo

Cobertura	2000 (%)	2020 (%)	Tasa de cambio (%)
Cultivos	0,40	0,94	0,54
Vegetación natural y semi-natural terrestre	98,99	98,47	-0,52
Herbazal	0,02	0,02	0
Vegetación natural y semi-natural acuática	0,17	0,15	-0,02
Áreas urbanas	0,003	0,003	0
Láminas de agua	0,16	0,16	0
Total	100	100	-

Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de European Space Agency (ESA)[1] (2020).

[1] Disponible en: https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-land-cover?tab=overview

Figura 3. Usos del suelo 2020



Fuente: IDOM-CPSU (2021) a partir de los datos de European Space Agency (ESA)[2] (2020).

2.3 Planificación territorial y sectorial

El cantón de Talamanca cuenta con instrumentos específicos en materia de planificación a nivel territorial, y algunos de sus ejes u objetivos intersecan con las cuestiones de cambio climático y resiliencia del cantón. Se encuentran vigentes los siguientes:

- **Plan de Desarrollo Humano Cantonal de Talamanca 2014-2024 (2014)**

Este Plan supone la definición de la estrategia local de desarrollo cuyo punto objetivo es lograr el territorio que se imaginan sus habitantes en este plazo de 10 años. Su visión, que representa la imagen futura que la ciudadanía tiene de su cantón, es la siguiente: "*Aspiramos a vivir en un Cantón moderno, en el que todas y todos sus habitantes tengan cubiertas sus necesidades básicas y se aseguren las opciones de presente y futuro para nuestros hijos e hijas. Un cantón en el que todos y todas nos sentimos seguros y seguras y contribuyamos a construir una cultura de responsabilidad, productividad, solidaridad, tolerancia, humanismo y respeto a las leyes. Deseamos vivir en un cantón siempre limpio y verde, respetuoso del ambiente, abierto y diversificado, líder en la zona, con una buena imagen, que ofrece servicios de calidad y sus habitantes. En resumen queremos un cantón*

[2] Disponible en: https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/satellite-land-cover?tab=overview

del que todos y todas podamos sentirnos orgullosos y en el cual podamos ser parte activa en su desarrollo y se caracterice por el arraigo de sus habitantes, sus riquezas naturales, históricas, étnicas, valores, rescate de tradiciones, orientado hacia un desarrollo humano a partir de una ciudadanía activa y sectores públicos y privados comprometidos y forma concertada hacia una búsqueda de la atención de sus problemas y necesidades, que potencia las particularidades y capacidades de la población".

Se vertebra en distintas áreas estratégicas de desarrollo sobre los que se definen objetivos específicos:

- Desarrollo económico local
- Desarrollo sociocultural (desarrollo social)
- Seguridad humana
- Educación
- Servicios
- Gestión ambiental y ordenamiento territorial
- Infraestructura

- **Plan de Gobierno 2020-2024**

El Plan de Gobierno tiene por visión "*Ser una institución autosuficiente, innovadora en la prestación de servicios públicos, que brinde soluciones eficientes a las necesidades del cantón, y promotora del desarrollo integral del municipio*".

Este constituye el marco estratégico donde se definen los ejes de acción sobre los que se desarrolla la gobernanza. Estos son:

- Desarrollo y gestión municipal
- Seguridad y desarrollo humano
- Gestión ambiental
- Infraestructura vial y desarrollo urbano

Las estrategias que plantea repercuten en la consecución de un cantón con mayor capacidad adaptativa y resiliencia.

- **Plan Estratégico Municipal 2020-2024 (2019)**

Este Plan ha sido formulado como un instrumento de planificación de mediano plazo articulado con el Plan de Desarrollo Cantonal de Desarrollo Humano. Su visión es "*aspiramos a ser un gobierno local, moderno y competitivo, en la gestión de los recursos, que implementa estrategias para el desarrollo humano sostenible, por medio de una estructura organizacional moderna, con servicios adecuados, en función de las demandas y necesidades ciudadanas, en armonía con el ambiente, con enfoque y equidad de género, respeto de los distintos grupos étnicos, las minorías y mayorías y preservando las distintas entidades culturales existentes*".

BORRADOR

Los objetivos que define son desarrollados en distintas áreas estratégicas:

- Desarrollo institucional municipal
- Desarrollo económico local
- Desarrollo ambiental
- Desarrollo social
- Desarrollo y ordenamiento territorial
- Desarrollo infraestructura vial
- Equipamientos
- Servicios

2.4 Acciones climáticas en el cantón

Las acciones climáticas hacen referencia a aquellas políticas o medidas dirigidas a reducir los impactos del cambio climático sobre el territorio, aportando a este la resiliencia necesaria para sobreponerse. A nivel global, conforman el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 13, desde el que se insta a adoptar medidas urgentes para combatir los efectos del cambio climático. Conforme a esto y en relación con la situación tras la COVID-19, el Secretario General de Naciones Unidas ha propuesto seis medidas favorables para el clima[3] que los Gobiernos pueden adoptar al mismo tiempo que reconstruyen sus economías y sociedades. Estos son:

1. Transición verde a través de inversiones que aceleren la descarbonización de la economía.
2. Empleos verdes y crecimiento sostenible e inclusivo.
3. Economía verde para que las sociedades sean más resilientes y justas.
4. Inversión en soluciones sostenibles, dejando de aportar subsidios a los combustibles fósiles.
5. Afrontar todos los riesgos climáticos.
6. Cooperación entre países.

Actualmente, en el cantón de Talamanca los diferentes actores del territorio desarrollan las siguientes acciones que contribuyen a la adaptación del cantón:

- El Comité Municipal de Emergencias se mantiene activo en operación encargado de las acciones referentes a la atención de emergencias y recuperación post desastre.
- El departamento de gestión ambiental brinda el servicio de recolección de residuos valorizables y no valorizables a toda la población del cantón y mantiene de forma permanente la realización de actividades de educación ambiental.

[3] Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/

BORRADOR

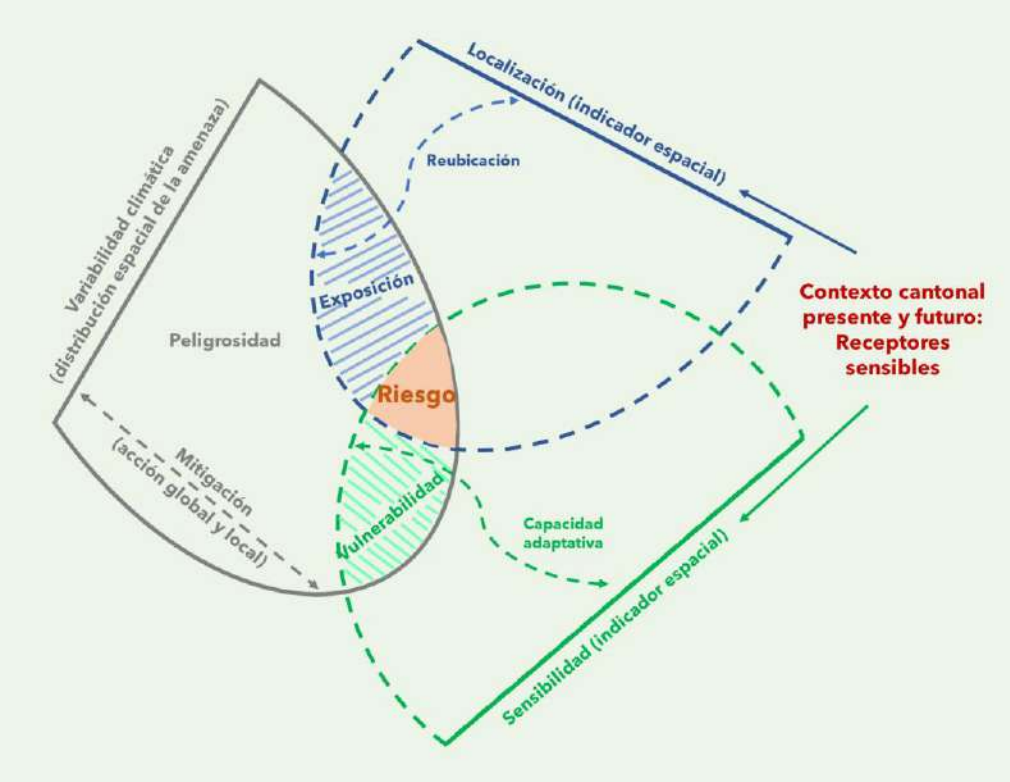
- El Área de Acción Social de la municipalidad desarrolla actividades durante todo el año para el fomento y divulgación de la cosmovisión de las personas afrodescendientes y de las personas indígenas.
- La municipalidad desarrolla anualmente obras de infraestructura vial, puentes, caminos, aceras y de alcantarillado pluvial con el fin de mejorar la conectividad de las poblaciones y el manejo apropiado de las aguas pluviales.
- La municipalidad en conjunto con la Organización Internacional para las Migraciones cuenta con centros municipales para la atención de personas migrantes.
- En conjunto con el SINAC e INCOPESCA se trabaja para la realización un plan regulatorio sobre pesca artesanal y un censo de pescadores artesanales.
- La oficina de la mujer en conjunto con el INAMU y el apoyo de las Naciones Unidades trabaja en la creación de una política municipal para la atención de la violencia con las mujeres.
- Diversas organizaciones públicas y privadas existentes en el cantón cuentan con el reconocimiento de Bandera Azul Ecológica en sus diferentes categorías, así como el Certificado de Sostenibilidad Turística.
- La municipalidad en conjunto con la empresa privada realiza proyectos para la reactivación de desarrollo económico del cantón para poblaciones vulnerables como las dedicadas al cultivo de plátano.
- La municipalidad en conjunto con la Comisión de Red de Cuido del Adulto Mayor realiza acciones durante todo el año para promover el cuido y el respecto por las personas mayores del cantón, así como la mejora de sus condiciones de vida.
- La municipalidad mediante la Comisión Municipal de Niñez y Adolescencia realiza acciones para protección de dichas poblaciones.
- La municipalidad con apoyo del INVU está haciendo el Plan de Ordenamiento Territorial Costero donde ya hay una propuesta de zonificación de los 200 m de zona marítimo terrestre.

BORRADOR

3 Perfil climático

Este análisis se apoya en la caracterización de los tres elementos que componen el riesgo climático, según estableció el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC) en su Quinto Informe de Evaluación (IPCC, 2014). La Figura 4, basada en esta referencia, conceptualiza los conceptos a utilizar.

Figura 4. Conceptualización del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

La existencia de un riesgo climático viene dada por la coincidencia en el espacio/tiempo de tres elementos: (1) exposición y (2) vulnerabilidad para un determinado (3) peligro o amenaza sujeta a un desencadenante climático. La magnitud del riesgo va a depender de la caracterización de estos tres factores. Es claro de partida que elevados niveles de amenaza, exposición y vulnerabilidad implican alto riesgo.

La amenaza necesariamente obedece a un desencadenante climático y se caracteriza por su peligrosidad (recurrencia y severidad de los eventos). Un ejemplo de amenaza corresponde a los periodos de sequía, para los cuales se tiene un registro histórico de ocurrencia y se puede estimar su incidencia futura, bajo diversos escenarios de cambio climático. El grado de variabilidad climática condiciona el nivel de amenaza a considerar para periodos futuros.

La exposición por su parte se corresponde con la localización de un posible elemento del contexto socioeconómico y natural del territorio (receptor sensible) en el ámbito de afección de la amenaza considerada. Sin exposición, no hay riesgo.

El tercero y último de los elementos que caracterizan el riesgo climático es la vulnerabilidad. Este factor da una medida del potencial impacto asociado a una amenaza determinada sobre un receptor concreto (sensibilidad), así como a su capacidad de asimilar o recuperarse de los potenciales impactos.

El análisis deberá estar basado por tanto en la determinación de la exposición y vulnerabilidad de diferentes receptores sensibles frente a las amenazas con mayor potencial de impactar al desarrollo sostenible en el cantón, en el momento actual y en el futuro, a partir de las proyecciones realizadas bajo diferentes escenarios climáticos. Este trabajo va a ser realizado por medio de indicadores espaciales, que serán construidos exclusivamente en base a la información de partida previamente levantada y operados con un sistema de información geográfica (GIS).

3.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima

El clima en el cantón de Talamanca, incluido en la región climática Vertiente del Caribe, es tropical húmedo. No presenta una estación seca definida, ya que en los meses menos lluviosos (de abril a septiembre) las precipitaciones rondan entre los 100 y 200 mm.

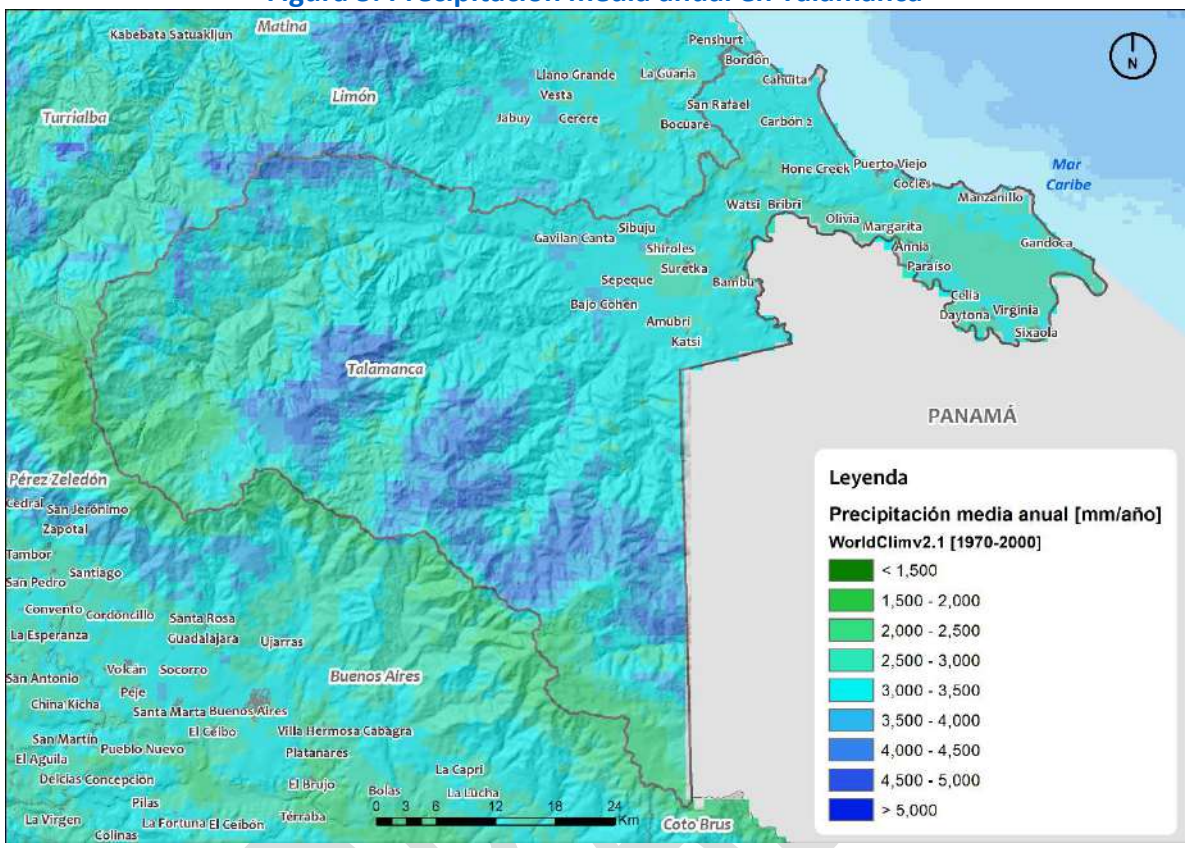
En la elaboración de este apartado se ha utilizado tanto información de estaciones meteorológicas del INM, así como mapas de las principales variables climáticas (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) de la iniciativa WorldClim, para poder analizar su distribución y variabilidad espacial. WorldClim es una base de datos de datos meteorológicos y climáticos globales de alta resolución espacial (1km), disponible libremente (https://www.worldclim.org/data/index.html), y cuya versión 2 cuenta con datos mensuales para el periodo histórico 1970-2000.

3.1.1 Precipitaciones

La precipitación media anual del cantón de Talamanca es de 2.100 mm/año, con variaciones marcadas entre los períodos lluviosos y los secos, así como entre las zonas costeras y las zonas próximas a la cordillera, como se puede ver en la Figura 5.

BORRADOR

Figura 5. Precipitación media anual en Talamanca

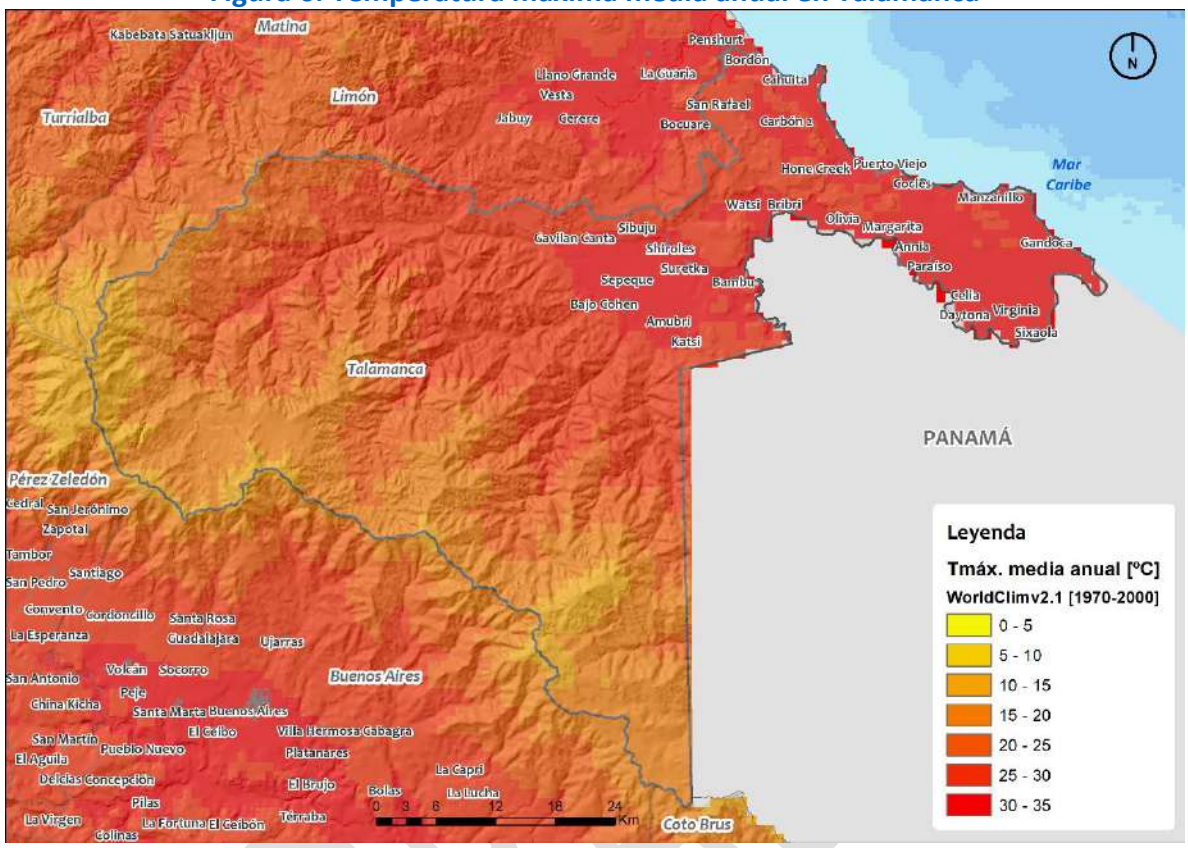


Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

3.1.2 Temperatura

El cantón de Talamanca cuenta con unas temperaturas promedio de entre 25 y 30ºC en zonas costeras, con una marcada variación a medida que se asciende a la zona de la Cordillera alcanzando altitudes de hasta 3820m y temperaturas medias de 11ªC. Las temperaturas máximas medias varían entre los 25 a 35ºC en las zonas costeras y entorno a los 10ºC en las zonas próximas a la Cordillera como se puede ver en la Figura 6.

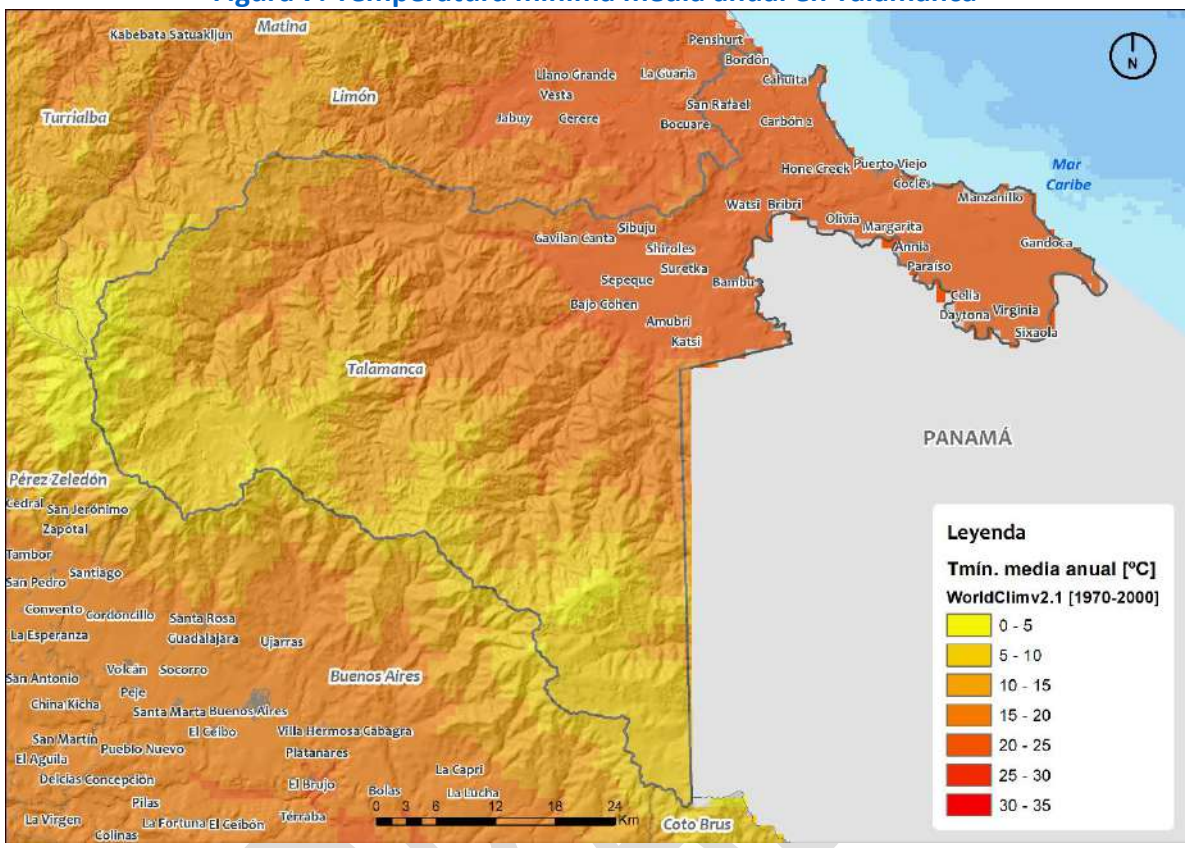
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Talamanca



Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

Las temperaturas mínimas varían de igual manera siendo más bajas en las zonas próximas a la Cordillera como se observa en la Figura 7 pudiendo alcanzar temperaturas menores a los 0ºC en zonas de elevada altitud.

Figura 7. Temperatura mínima media anual en Talamanca



Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

3.1.3 Eventos asociados al clima

Este cantón ha experimentado a lo largo de la historia la sucesión de distintos eventos asociados al clima que han tenido consecuencias en términos sociales y económicos. El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) cuenta con información sobre estos desde el año 1988 (MIDEPLAN, 2019), y en el caso de Talamanca son los siguientes:

Tabla 4. Eventos asociados al clima (1988-2019)

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
1	**Plan Regulador para los cantones de Turrialba, Jiménez, Paraíso, Sarapiqui, Siquirres, Matina, Limón y Talamanca**	Lluvias intensas	Dic 1993	6 días	Bratsi, Sixaola y Cahuita
2	**Depresión tropical Nº 12**	Lluvias intensas	Nov 1994	7 días	Cahuita
3	**Temporal del 12 al 14 de febrero de 1996**	Lluvias intensas	Feb 1996	3 días	Bratsi, Sixaola y Cahuita
4	**Inundaciones en la Vertiente Pacífico**	Lluvias intensas	Jun 1996	9 días	Bratsi
5	**Inundaciones en la Vertiente Caribe y Zona Norte 1997**	Lluvias intensas	Ag 1997	5 días	Bratsi, Sixaola y Cahuita
6	**Fenómenos hidrometeorológicos 1999-2000**	Lluvias intensas	Nov 1999	81 días	Bratsi y Sixaola
7	**Lluvias semipermanentes y de variable intensidad en la Vertiente Caribe y Norte**	Lluvias intensas	Nov 2001	38 días	Bratsi, Cahuita y Sixaola
8	**Plan Regulador decreto de emergencia Nº 30456**	Lluvias intensas	May 2002	3 días	Sixaola y Cahuita
9	**Plan regulador por inundaciones Vertiente Atlántica**	Lluvias intensas	Nov 2002	11 días	Sixaola y Cahuita
10	**Inundaciones en la Vertiente del Caribe y Zona Norte**	Lluvias intensas	Dic 2003	3 días	Sixaola y Cahuita
11	**Inundación en las provincias de Limón, Heredia, Cartago y Alajuela**	Lluvias intensas	En 2005	14 días	Bratsi, Sixaola y Cahuita
12	**Depresión tropical Nº 16**	Lluvias intensas	Oct 2008	4 días	Bratsi, Sixaola y Cahuita
13	**Inundaciones por influencia de frente frío**	Lluvias intensas	Feb 2009	7 días	Bratsi, Sixaola, Cahuita y Telire
14	**Temporal y paso de un sistema de baja presión. Provincia de Limón y cantones de Sarapiqui y Turrialba**	Lluvias intensas	Jun 2015	8 días	Bratsi, Sixaola, Cahuita y Telire

Fuente: IDOM-CPSU a partir de MIDEPLAN (2019).

Los detalles en relación con la cuantificación y alcance de sus impactos se encuentran en el apartado 3.5 del presente documento.

3.2 Proyecciones climáticas

A continuación, se presentan los escenarios de cambio climático a través del análisis regionalizado de Modelos de Circulación General (GCM por sus siglas en inglés), que

permiten simular la respuesta del sistema climático global a los aumentos en los gases de efecto invernadero (IPCC, 2014).

Para más información sobre las proyecciones de Costa Rica y las utilizadas en el presente informe acudir al Anexo 2 de este documento. En los siguientes apartados se presentan los resultados obtenidos.

3.2.1 Precipitación

La precipitación media anual muestra una tendencia de aumento. En la Tabla 5 se aprecia cómo para el escenario RCP 4.5 hay un aumento de la precipitación media en ambos horizontes temporales (2030 y 2060), siendo algo superior en el período temporal más cercano.

Para el escenario RCP 8.5 la tendencia es similar pero más acentuada. Ambos horizontes temporales muestran un aumento de la precipitación media, siendo el incremento en el horizonte temporal más cercano (2030) dos puntos superior al horizonte temporal más lejano (2060). Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al escenario climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Talamanca

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación media anual (%)	RCP4.5	2030	2,29 %	0,50 %	1,64 %	2,80 %
		2060	1,86 %	0,66 %	1,01 %	2,59 %
	RCP8.5	2030	9,82 %	1,03 %	8,81 %	11,17 %
		2060	7,77 %	1,43 %	6,30 %	9,59 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

3.2.2 Temperatura

En cuanto a la temperatura, se analizan la temperatura máxima y mínima media anual.

Por un lado, la temperatura máxima sufre un aumento progresivo en los diferentes períodos temporales (2030 y 2060). Para el RCP4.5 aumenta casi un 1,5°C en el período temporal más lejano y para el escenario de emisiones RCP8,5 llega a superar los 2,1 grados de temperatura de incremento en el horizonte temporal asociado al 2060.

Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Talamanca

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación temperatura máxima (°C)	RCP4.5	2030	0,82 °C	0,02 °C	0,79 °C	0,85 °C
		2060	1,47 °C	0,02 °C	1,45 °C	1,50 °C
	RCP8.5	2030	1,02 °C	0,01 °C	1,02 °C	1,03 °C
		2060	2,17 °C	0,03 °C	2,13 °C	2,20 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Por otro lado, la temperatura mínima sigue un patrón muy similar al anterior. Para el escenario de emisiones RCP 4.5 hay un aumento de casi un 1,5°C. De nuevo, en el escenario de emisiones RCP 8.5 el aumento de la temperatura mínima llega hasta los 2,16°C. Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al horizonte temporal siendo superior en el año 2060 con respecto al 2030 en ambos escenarios.

Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Talamanca

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación temperatura mínima (°C)	RCP4.5	2030	0,85 °C	0,01 °C	0,83 °C	0,86 °C
		2060	1,47 °C	0,02 °C	1,44 °C	1,49 °C
	RCP8.5	2030	1,04 °C	0,01 °C	1,03 °C	1,05 °C
		2060	2,16 °C	0,03 °C	2,12 °C	2,19 °C

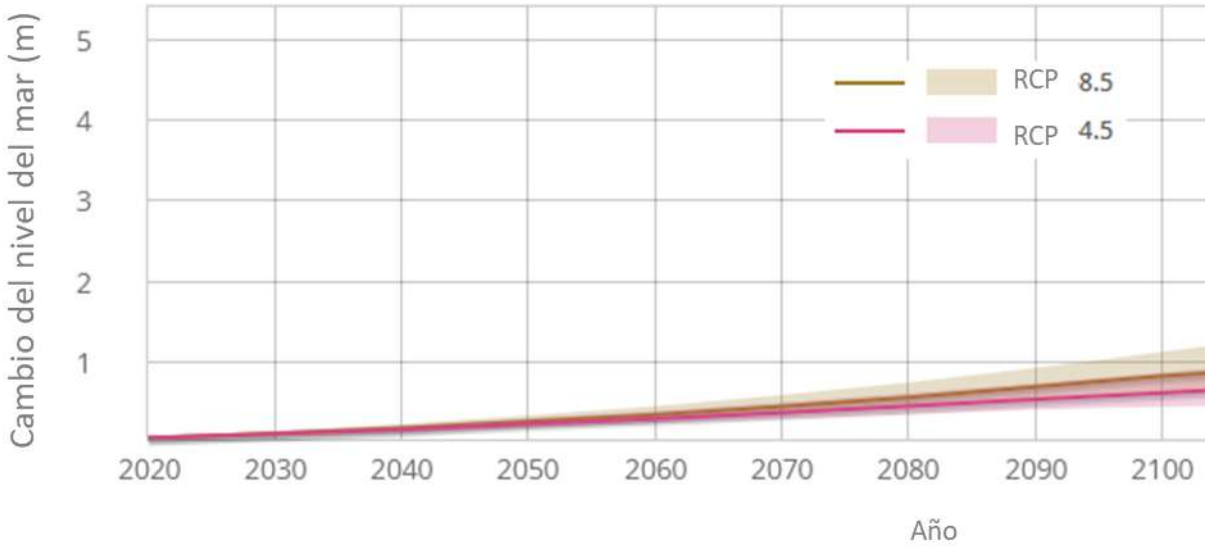
Fuente: IDOM-CPSU (2021)

3.2.3 Aumento del nivel del mar

El calentamiento sistemático del planeta está provocando directamente que el nivel medio global del mar aumente de dos maneras principales: (1) los glaciares de montaña y las capas de hielo polar se están derritiendo cada vez más y agregando agua al océano, y (2) el calentamiento del agua en los océanos conduce a una expansión y, por lo tanto, a un mayor volumen. El nivel medio global del mar ha aumentado aproximadamente entre 210 y 240 milímetros (mm) desde 1880, con aproximadamente un tercio en las últimas dos décadas y media. Actualmente, el aumento anual es de aproximadamente 3 mm por año. Existen variaciones regionales debido a la variabilidad natural de los vientos regionales y las corrientes oceánicas, que pueden ocurrir durante períodos de días a meses o incluso décadas. Pero a nivel local, otros factores también pueden desempeñar un papel importante, como el levantamiento o el hundimiento del suelo, los cambios en los niveles freáticos debido a la extracción de agua u otra gestión del agua, e incluso debido a los efectos de erosión local.

Según las últimas proyecciones de aumento del nivel del mar del sexto informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (AR6)[4] (Figura 8) para Puntarenas (único dato disponible en Costa Rica), se preveé una subida de 0.11m en el horizonte temporal 2030 y de 0.30m en el horizonte 2060 del RCP 4.5, así como de 0.11m y 0.35m en los horizontes temporales 2030 y 2060, respectivamente, del RCP 8.5.

Figura 8. Cambio del nivel del mar proyectado en Puntarenas



Fuente: NASA (2021)

3.3 Amenazas asociadas al clima

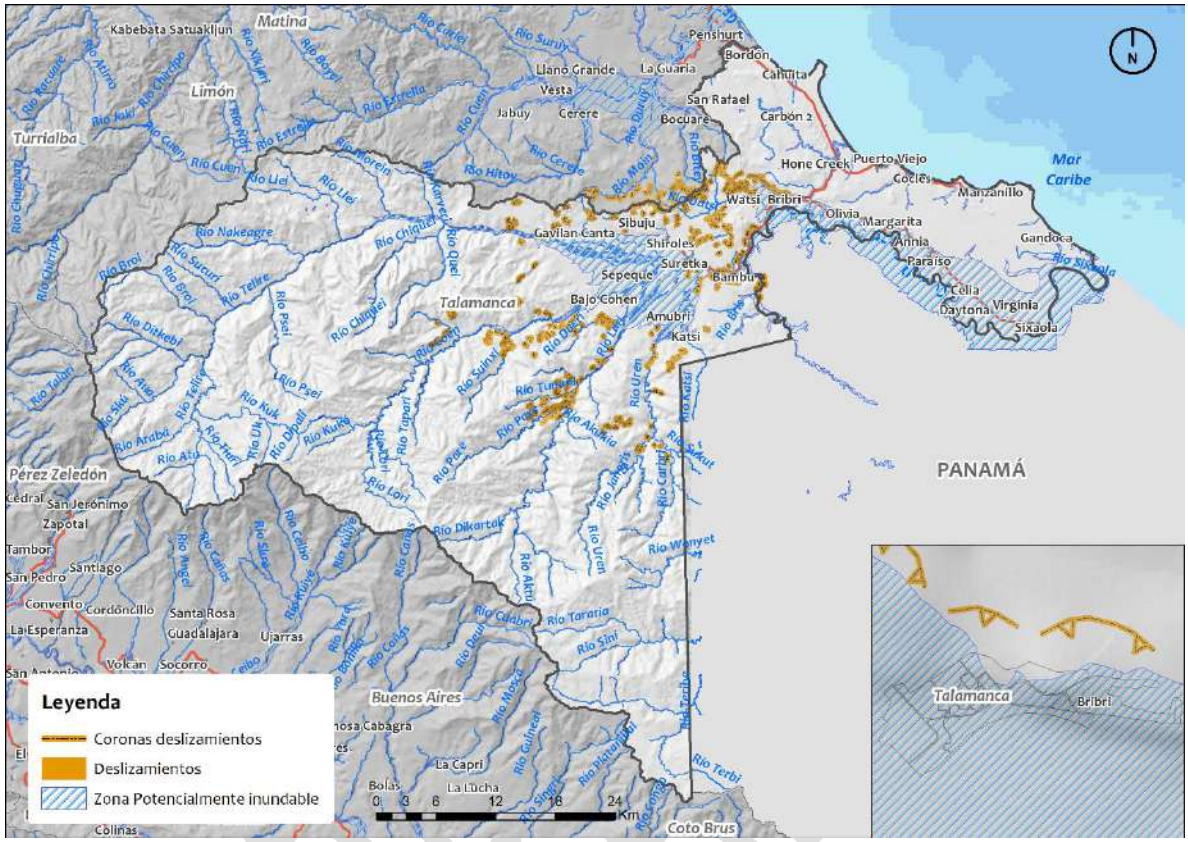
A continuación, se definieron las amenazas a considerar en el análisis. Esta selección se sustentó mediante los siguientes criterios:

- Los resultados obtenidos en el análisis del clima histórico.
- Los eventos o desastres asociados al clima registrados a lo largo del tiempo.
- La información disponible para caracterizar las amenazas.

Finalmente, se definieron 5 amenazas a evaluar en el cantón de Talamanca, que son: inundaciones, deslizamientos, sequías, olas de calor y erosión costera.

[4] https://sealevel.nasa.gov/data_tools/17

Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas



Fuente: IDOM-CPSU (2021) a partir de la información de la CNE (datos del 2006, consultado en 2022).

3.3.1 Inundaciones

En general, las inundaciones se producen cuando se ha reducido la capacidad de la sección hidráulica de ríos y quebradas, debido a la ocupación de las planicies de inundación debido al desarrollo urbano y agropecuario desordenado, así como por la presencia de desechos sólidos a los cauces.

Como se ha comentado, este cantón tiene una red fluvial definida principalmente por los ríos Sixaola, Cocles, Telire, Coen, Uren, Lari, Gandoca, Carbón, Yorkín, Suárez y Amubri.

En definitiva, existen distintos factores topográficos, climatológicos, geológicos y antrópicos que contribuyen a incrementar los efectos de esta amenaza, como la intensidad de la precipitación, falta de desagües en las fincas, deforestación y sobrepastoreo o la falta de dragado de cauces.

Las zonas o barrios más afectados por las inundaciones de ríos y quebradas del cantón, según la CNE[5] (CNE, 2022), son Sixaola, Daytona, Celia, San Miguelito, Cotorina, Margarita, Olivia, Bribri, Chase, Cocles, Bratsi, Shiroles, Suretka, Coroma, Amubri, Boca Uren, Gandoca, Home Creek, Bris, Chuita y Amubri.

3.3.2 Deslizamientos

Los deslizamientos pueden deberse a períodos de fuertes lluvias y su grado de incidencia dependerá de las pendientes, grado de deforestación y tipos de rocas. En el caso de Talamanca, sus características topográficas y geológicas lo hacen poco vulnerable a la inestabilidad de laderas, salvo en la zona del suroeste del cantón, donde la pendiente del terreno es más abrupta. Además, son susceptibles a inestabilidad de suelos aquellos lugares donde se han practicado cortes de caminos y rellenos poco compactos.

Los efectos más importantes de los deslizamientos serían el sepultamiento de viviendas, los daños a caminos y al sector agropecuario (ganadería y cultivos) y, en general, a toda aquella infraestructura localizada cerca del cauce del río o dentro de la llanura de inundación de los mismos.

3.3.3 Sequías

Las sequías tienen su inicio en la ausencia prolongada de precipitaciones o en una variación en la frecuencia de su intensidad que supone un déficit hídrico en el territorio, sumado a las altas temperaturas de un momento determinado. De forma más contundente afecta al normal desarrollo de las actividades del sector primario y a las áreas protegidas de este cantón.

3.3.4 Olas de calor

Las olas de calor se caracterizan por ser períodos de altas temperaturas que derivan en situaciones de estrés térmico.

En los puntos donde el suelo se encuentra sellado, como resultado de la artificialización del entorno, como ocurre en las zonas urbanas, el efecto isla de calor provocada por esta situación incrementa la exposición de la población a mayores temperaturas diarias y nocturnas, por lo que aumenta el riesgo sobre la salud.

3.3.5 Erosión costera

La erosión costera es el proceso de degradación y pérdida de sedimento en la costa que produce retroceso de la línea de costa. Aunque es un fenómeno de origen natural, el cambio

[5] Disponible en: https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/index.aspx

BORRADOR

climático antropogénico está incrementando este fenómeno que se produce por diferentes motivos, entre los que se encuentran el aumento del nivel del mar o el aumento de frecuencia e intensidad de los ciclones y marejadas ciclónicas (Lizano, 2013).

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el 40% de la línea de costa en Costa Rica ha sido afectada por erosión costera, con variaciones de hasta 5 metros anuales en distintas regiones, afectando no solo a la población sino también a los ecosistemas marino-costeros y la infraestructura.

En los siguientes apartados se caracteriza la peligrosidad asociada a cada una de las amenazas, los potenciales impactos y los receptores sensibles que se han identificado.

3.4 Categorización de la peligrosidad

Con este apartado se completa la construcción de los mapas de peligrosidad bajo los diferentes escenarios de cambio climático para cada una de las cuatro amenazas identificadas (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor), que se encuentran asociados a períodos de lluvias intensas, de déficit de lluvias y asociados a altas temperaturas.

La amenaza es calculada en función de la evolución temporal de una serie de estadísticos entre los definidos por el Panel de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI por sus siglas en inglés) y divulgados a través de la iniciativa Climdex[6], para representar sequías, lluvias intensas, heladas y altas temperaturas. La metodología y la categorización se detallan en el Anexo 1 de este documento.

3.4.1 Lluvias intensas

Los episodios de lluvias intensa conforman uno de los desencadenantes climáticos más recurrentes en este cantón, y tienen asociados dos amenazas: las inundaciones y los deslizamientos.

Las lluvias intensas se analizan mediante el índice de número de días muy húmedos (R95p). Este índice es representativo para la caracterización de los potenciales impactos, en comparación con otros índices extremos disponibles, que puedan reflejar un valor de pluviometría global, de carácter diario, mensual o anual. El R95P representa de número de días muy húmedos, considerando como días húmedos aquellos en los que la precipitación es superior al percentil 95 de la serie de datos analizada (WMO, 2009).

En la Tabla 8 se aprecia el nivel de la amenaza correspondiente a los porcentajes de cambio previamente presentados. Como se observa, el porcentaje de cambio de los escenarios RCP4.5 (2030 y 2060) está por debajo del 10%, lo que según la categorización de la

[6] https://www.climdex.org/

peligrosidad asociada a lluvias intensas (Tabla 24) significa que el nivel de amenaza es bajo. En el caso de los valores medios de los escenarios RCP8.5 (2030 y 2060), se encuentran entre el 10 y el 20%. Esto se traduce como un nivel de amenaza medio bajo, lo que implica un ligero aumento en el número de días con lluvias extremas.

Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p en Talamanca

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en el R95p	RCP4.5	2030	6,33%	1,43%	4,48%	7,86%
		2060	9,03%	1,57%	6,79%	10,83%
	RCP8.5	2030	16,34%	0,46%	15,87%	17,10%
		2060	16,47%	0,79%	15,31%	17,51%

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

3.4.1.1 *Inundaciones*

Las inundaciones es uno de los potenciales efectos asociados a los episodios de lluvias intensas. El estudio de la amenaza de inundación en la zona de estudio ha consistido en la realización de dos análisis.

Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las zonas potencialmente inundables en el cantón.

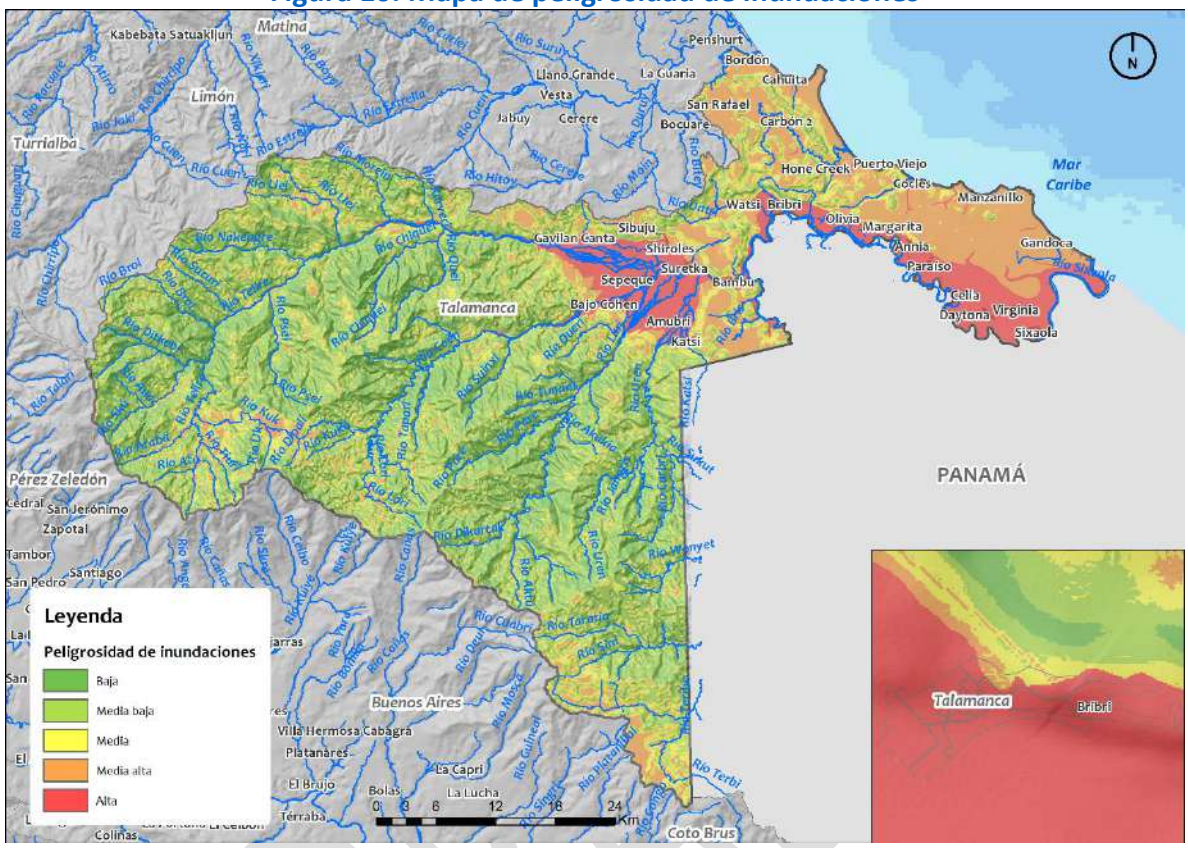
Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de peligrosidad, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones son las que presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por inundación a partir de la elaboración de un mapa de zonas potencialmente inundables de la CNE y un mapa de pendientes (susceptibilidad).

Peligrosidad actual a inundaciones

Como se ve en la Figura 10, la mayor parte del cantón tiene un nivel de peligrosidad de inundaciones bajo y medio bajo, salvo en la zona del norte, donde se localiza una gran superficie con riesgo alto. Esta coincide con la zona urbana de Bribi, la capital de Talamanca, donde, como se puede ver en el zoom, la mayoría de su superficie está en riesgo alto (rojo). Cabe indicar que en este municipio se encuentran los ríos Carbón, Uatsi y Sixaola.

Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones



Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad futura a inundaciones

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P.

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por inundación para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

3.4.1.2 *Deslizamientos*

Los deslizamientos son eventos realmente difíciles de predecir, si bien se sabe que suelen estar condicionados por ciertos factores desencadenantes, que son aquellos que pueden generar el evento. Habitualmente se manejan el factor pluviométrico, bien en términos de lluvias extremas o prolongadas como principales factores desencadenantes en una zona específica.

Procede destacar que la generación de movimientos en masa en zonas urbanizadas está especialmente condicionada por los efectos de las actividades antrópicas tales como el

corte de taludes para la instalación de carreteras, viviendas, etc., y puede tener consecuencias inesperadas especialmente cuando este tipo de invasión urbana del medio se produce de manera desordenada. Este aspecto complica la evaluación de esta amenaza natural por métodos estadísticos o probabilísticos, tal como se hace para otras amenazas.

Debido a esta especial incertidumbre, la amenaza natural representada por los movimientos en masa suele ser caracterizada en términos de susceptibilidad. Este concepto expresa la facilidad con que un fenómeno puede producirse dentro de un contexto físico, o del terreno, específico.

En consecuencia, el estudio de la amenaza en la zona de estudio ha consistido en la realización de dos análisis. Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las zonas potencialmente susceptibles a deslizamientos en el cantón.

Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de peligrosidad. Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan una mayor susceptibilidad a que le terreno sufra un deslizamiento.

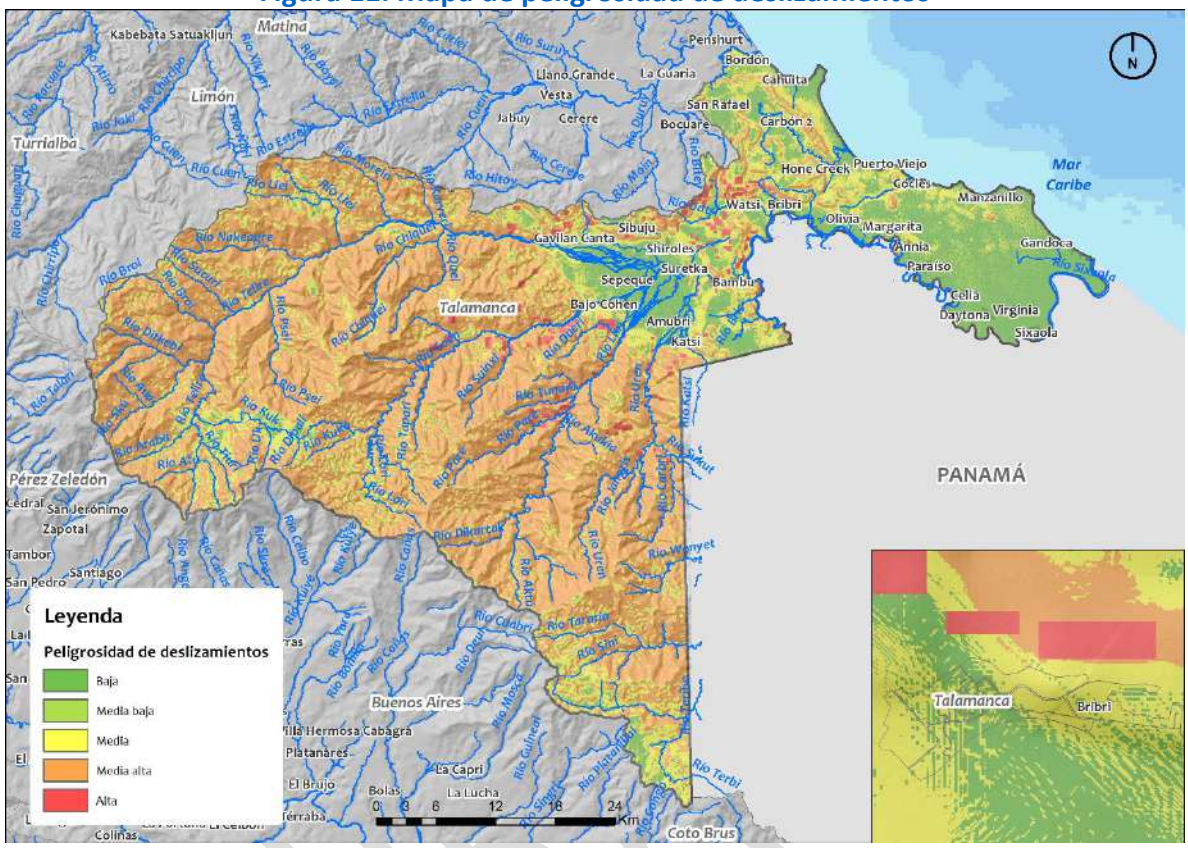
Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por inundación a partir de la elaboración de un mapa de zonas potencialmente inundables de la CNE y un mapa de pendientes.

Peligrosidad actual a deslizamientos

Este mapa de peligrosidad (Figura 11) refleja que las zonas urbanas de los distritos presentan una peligrosidad baja y media ante eventos de deslizamientos, especialmente en los distritos de la zona norte, como Cahuita, Bratsi y Sixaola.

BORRADOR

Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos



Fuente: IDOM-CPSU

Peligrosidad futura a deslizamientos

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por deslizamientos en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P.

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por deslizamientos para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

3.4.2 Déficit de lluvias

La sequía es una alteración dramática en el ciclo hidrológico del planeta (Bonsal, B. R. et al, 2011)y uno de los fenómenos climáticos más complejos para su estudio, que tiene lugar por una ausencia prolongada de las precipitaciones. Según Mishra y Singh (2010), los principales tipos de sequías son[7]:

- Sequía meteorológica: hace referencia a un déficit en la precipitación y es la causante de otros tipos de sequías.

[7] **Fuente especificada no válida.**

- Sequía agrícola: corresponde con la escasez de agua para satisfacer las necesidades de un cultivo.
- Sequía hidrológica: consiste en una deficiencia en la disponibilidad de agua de superficie y/o subterránea. Se desarrolla de forma más lenta que las anteriores ya que existe un retraso entre la falta de lluvia y la reducción de agua en los recursos hídricos naturales (p.ej. arroyos, ríos, lagos, embalses, entre otros).
- Sequía socioeconómica: son las consecuencias sociales y económicas que tienen lugar como resultado de otro tipo de sequías.

En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

Peligrosidad actual a sequía

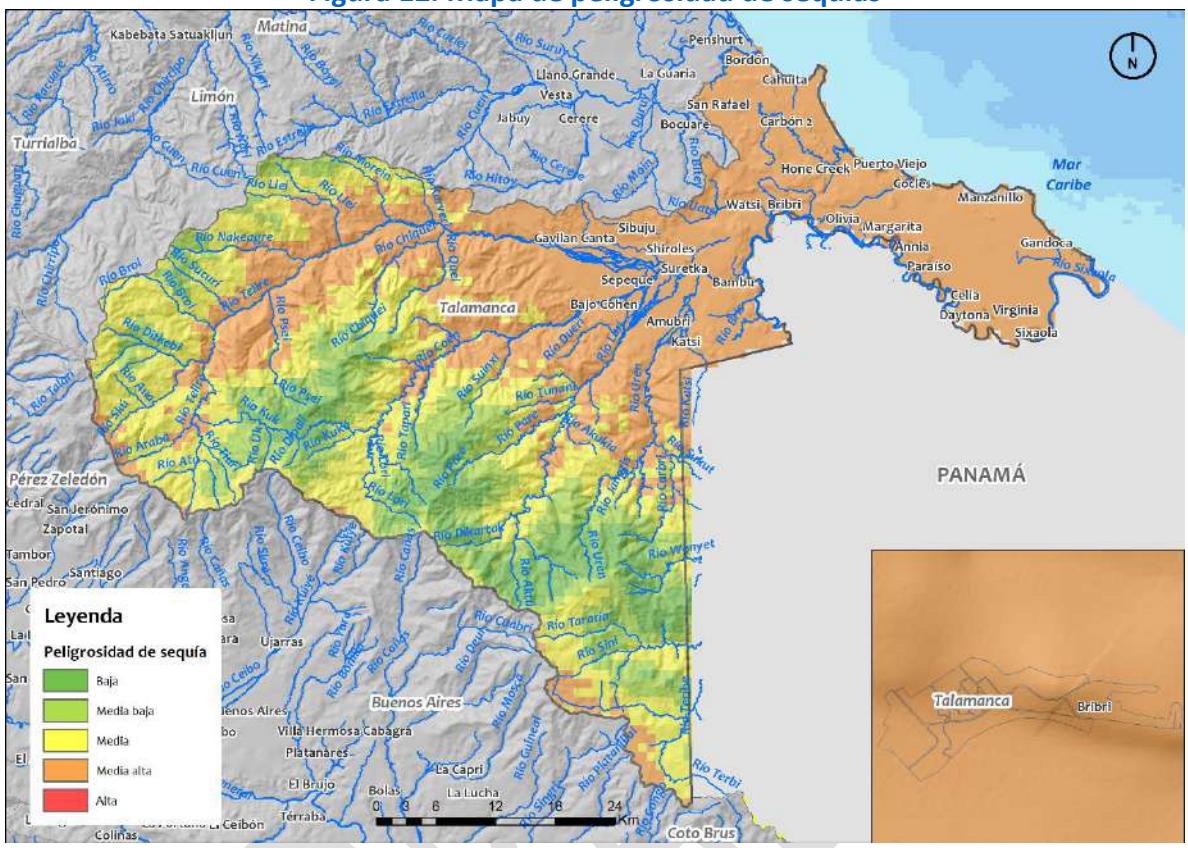
Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez[8] global, obtenido a partir de los datos WorldClim 2.0 (1970-2000). Este índice representa la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (que a su vez depende de la temperatura), es decir, la precipitación sobre la demanda de agua para la vegetación (agregada sobre una base anual).

El nivel de amenaza asociado a estos porcentajes de cambio se observa en la Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías, donde la mitad norte del cantón tiene un nivel de peligrosidad medio alto (naranja) y una franja sur donde hay una mezcla entre riesgo bajo, medio y medio alto; en cuanto a la sucesión de eventos de sequía.

BORRADOR

[8] Trabucco, Antonio; Zomer, Robert (2019): Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration (ET0) Climate Database v2. figshare. Dataset. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v3

Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías



Fuente: IDOM-CPSU

Peligrosidad futura a sequía

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por sequía bajo los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de días secos consecutivos (*Consecutive Dry Days*, CDD), que corresponde con el mayor número de días consecutivos en los cuales la cantidad de precipitación diaria es inferior a 1 mm (WHO, 2009). Este índice climático es una medida de la escasez de precipitaciones, con valores altos que corresponden a largos períodos de escasez de precipitaciones y a condiciones potencialmente favorables a la sequía. Un aumento de este índice con el tiempo significa que la probabilidad de condiciones de sequía aumentará.

En la Tabla 9 se presenta el porcentaje de cambio del indicador CDD bajo los dos escenarios RCP y horizontes temporales considerados. El porcentaje de cambio del índice es menor al 25% en todos los escenarios y horizontes temporales, por lo que existe un ligero aumento en el número de días secos consecutivos con respecto al período de referencia. Incluso puede llegar a darse una reducción, puesto que en el escenario RCP4.5, los valores medios son negativos.

Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD en Talamanca

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
CDD	RCP4.5	2030	-1,48%	0,90%	-2,49%	-0,24%
		2060	-1,52%	0,65%	-2,41%	-0,89%
	RCP8.5	2030	3,38%	0,84%	2,53%	4,56%
		2060	10,15%	0,80%	8,95%	10,99%

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

3.4.3 Altas temperaturas

Las olas de calor son uno de los fenómenos extremos más peligrosos, ya que tienen la capacidad de generar impactos significativos en la sociedad, como por ejemplo incrementar la morbilidad y mortalidad.

De acuerdo con la OMS y Organización Mundial de Meteorología (OMM) no hay una definición exacta de ola de calor[9] (WHO, 2015), sin embargo, como definición operacional se entiende como un periodo inusualmente caliente y seco o caliente o húmedo, con una duración de por lo menos dos días a tres días, con un impacto discernible en los seres humanos y los sistemas naturales.

Aunque en general en Costa Rica los fenómenos de las olas de calor generan impactos menos significativos que las amenazas de origen hidrometeorológico, su potencial incremento en su intensidad y duración hacen que en las áreas de mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares podría elevar la mortalidad en poblaciones de adultos mayores (Gobierno de Costa Rica, 2018).

Peligrosidad actual a olas de calor

Debido a la falta de información, en este estudio se ha considerado una predisposición homogénea de todo el territorio a sufrir olas de calor. Ciertamente el fenómeno puede agravarse en entornos urbanos por el denominado efecto isla de calor urbana, que se produce cuando espacio concreto se registra una temperatura mayor que en las áreas circundantes. En entornos urbanos esta acumulación se debe generalmente a la presencia de superficies artificiales que absorben, retienen y liberan calor lentamente y, a su vez impiden la refrigeración natural por evaporación de agua contenida en el suelo y en la vegetación; al efecto invernadero que gases y partículas contaminantes en suspensión producen a consecuencia de las emisiones del tráfico rodado, industrias o viviendas; así como a la obstrucción de los movimientos de renovación del aire por el relieve de la propias

[9] Algunos países, utilizan la definen como un periodo de 3 a 5 días, otros llegan hasta periodos de 10 a 14 días. En Costa Rica no hay una definición concreta.

BORRADOR

edificaciones.

No obstante, puesto que la exposición a esta amenaza para los receptores población y hábitat urbano se analiza en las propias edificaciones, se considera que este efecto queda representado en el análisis y cálculo del riesgo.

Peligrosidad futura a olas de calor

En este caso, de acuerdo con la definición de ola de calor dada por la OMS y OMM descrita anteriormente, se ha tenido en cuenta para su procesamiento el indicador climático WSDI, que se asemeja a la definición mencionada y corresponde con el número de rachas cálidas u "olas de calor" (eventos) en los que la temperatura máxima diaria es superior al percentil 90, durante al menos 6 días consecutivos (WMO, 2019).

Cabe destacar, que todos los valores de los cambios porcentuales del indicador WDSI para los dos escenarios considerados (RCP4.5 y RCP8.5) y para los dos horizontes temporales, son siempre superiores al 100%, por lo tanto, la evolución futura de la amenaza es la misma en todos los casos planteados (para más detalle sobre la metodología de cálculo acudir al apartado 8).

De acuerdo con la justificación anterior no se representan los mapas de peligrosidad de olas de calor puesto que se trata de un único valor para todo el cantón, sin embargo, esta información se encuentra disponible anexa al presente informe a modo de información geoespacial.

3.4.4 Erosión costera

La erosión costera consiste es un proceso natural que tiende a reducir el área de arena expuesta de las playas, el retroceso de las dunas y acantilados.

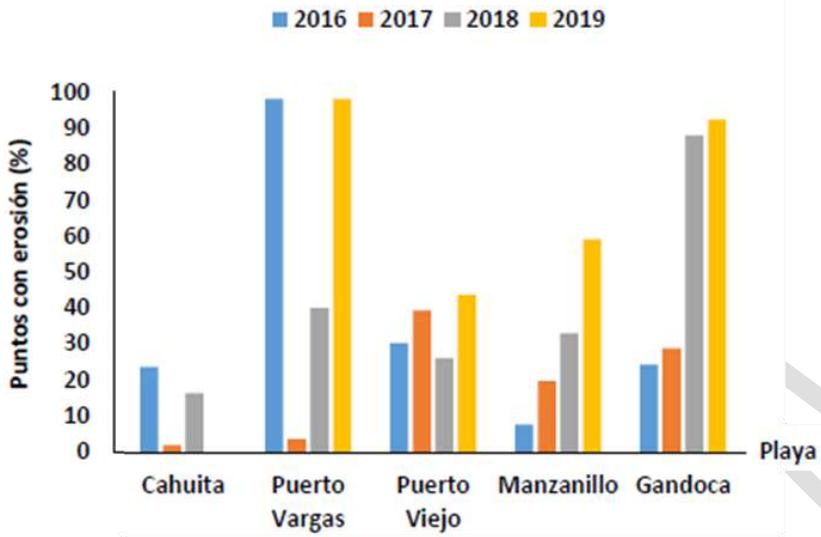
Este fenómeno da forma a la costa por la acción de las olas, corrientes y el viento, incluyendo los hábitats de arena, tierra y naturales que se han formado a lo largo de los bordes de las mismas. En este sentido, el cambio climático puede exacerbar esta amenaza debido al aumento del nivel del mar, así como el incremento en intensidad y frecuencia de eventos extremos como ciclones o marejadas ciclónicas.

Algunos lugares que se encuentran en playas abiertas muestran erosión más acelerada y requieren acción inmediata, mientras que playas hacia el interior de bahía o golfos, aunque también evidencian cambios en su morfología, los procesos son más lentos y no requieren aún medidas correctivas (Lizano, 2013). En particular, en la Figura 13 se puede apreciar el porcentaje de erosión costera en diferentes puntos muestreados de la costa de Talamanca. En general, se aprecia como Cahuita es la zona con menores porcentajes de erosión en todos los años evaluados. Sin embargo, el resto de las áreas analizadas tienen porcentajes de erosión más elevados de acuerdo con los puntos de muestreo realizados, siendo

BORRADOR

cercanos al 90% de puntos con erosión en las áreas de Puerto Vargas y Gandoca en los años 2018 y 2019 (Piedra Castro et al., 2019).

Figura 13. Porcentaje de erosión costera en diferentes playas en Talamanca



Fuente: Piedra Castro et al., 2019

Al contrario que para el resto de las amenazas, para la amenaza de erosión costera no se han desarrollado mapas específicos de peligrosidad puesto que se trata de zonas muy concretas en el cantón y sobre la que no se cuenta con información georreferenciada de un detalle preciso. Según las proyecciones previstas en Costa Rica (Apartado 3.2.3) se espera un aumento del nivel del mar inferior al metro hasta 2100, sin embargo, solo se cuenta con modelos digitales del terreno de la zona de una resolución de 2 metros. Siendo la escala de los modelos por encima de la magnitud de afectación del fenómeno, resulta imposible determinar el alcance del impacto sobre la franja litoral, es decir, se requeriría información sobre el terreno con resoluciones centimétricas (procedentes de vuelos dron, por ejemplo).

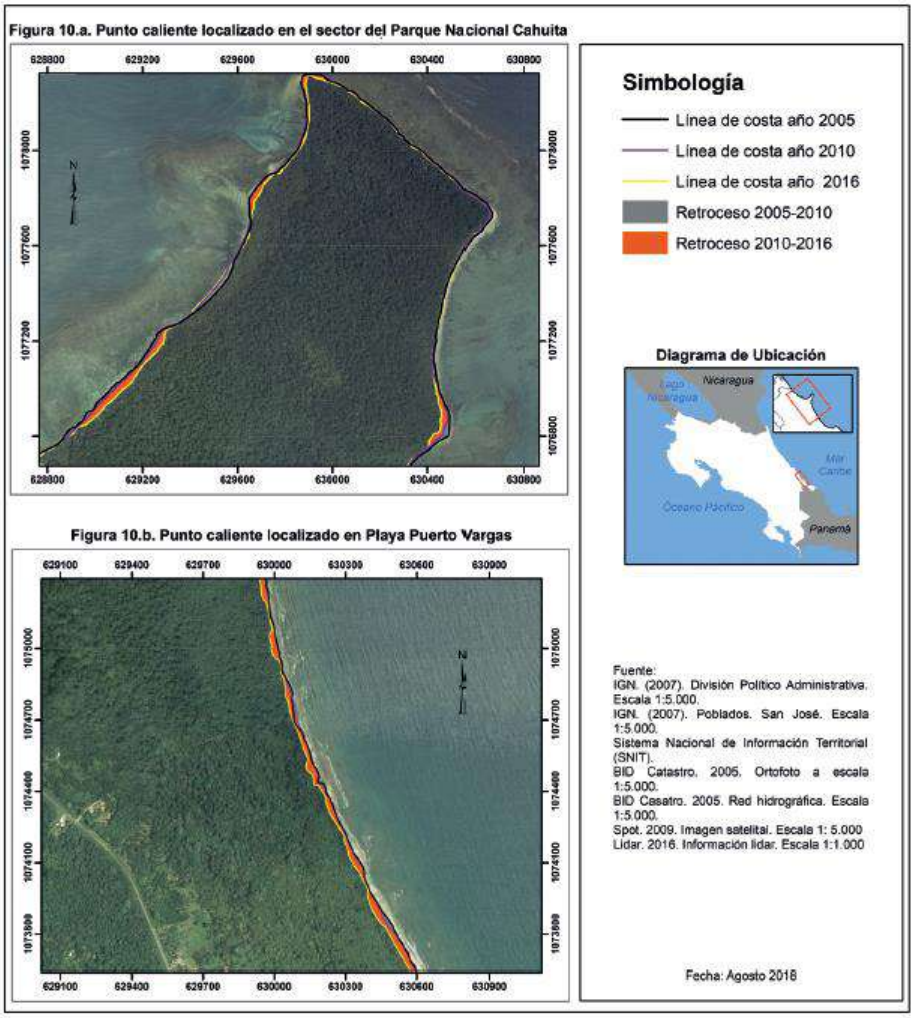
Por otro lado, sí se cuenta con un estudio de la Universidad Nacional de Costa Rica donde se muestra el retroceso de la costa en diferentes áreas de Talamanca. Este retroceso de la costa se ha desarrollado para un periodo de mediano plazo, donde los principales procesos que influyen en los cambios son los cambios en el régimen de oleaje, tormentas severas, cambio en el aporte de sedimentos de los ríos, obras sobre el litoral. A continuación, se muestran las principales áreas analizadas y sus puntos resultados.

Sector Cahuita y Puerto Viejo

En esta zona la erosión costera es algo menor que en el resto de las zonas de la costa de Talamanca. El primer punto crítico de erosión identificado se encuentra dentro del Parque Nacional, especialmente en el sector conocido como Cahuita. En esta zona los valores muestran que la tasa de erosión se ha triplicado en el periodo más reciente.

Por otro lado, a pesar de haber un arrecife de coral vivo que representa una protección natural frente a la erosión, en Puerto Vargas también hay un punto crítico, principalmente lo largo del sendero de acceso al sector donde se encontraba el antiguo Puerto Vargas donde también se ha triplicado la tasa se erosión desde el periodo 2005-2010 al periodo 2010-2016 (Barrantes-Castillo, et al., 2019).

Figura 14. Retroceso en la línea de costa en el Parque Nacional de Cahuita y área de Puerto Vargas

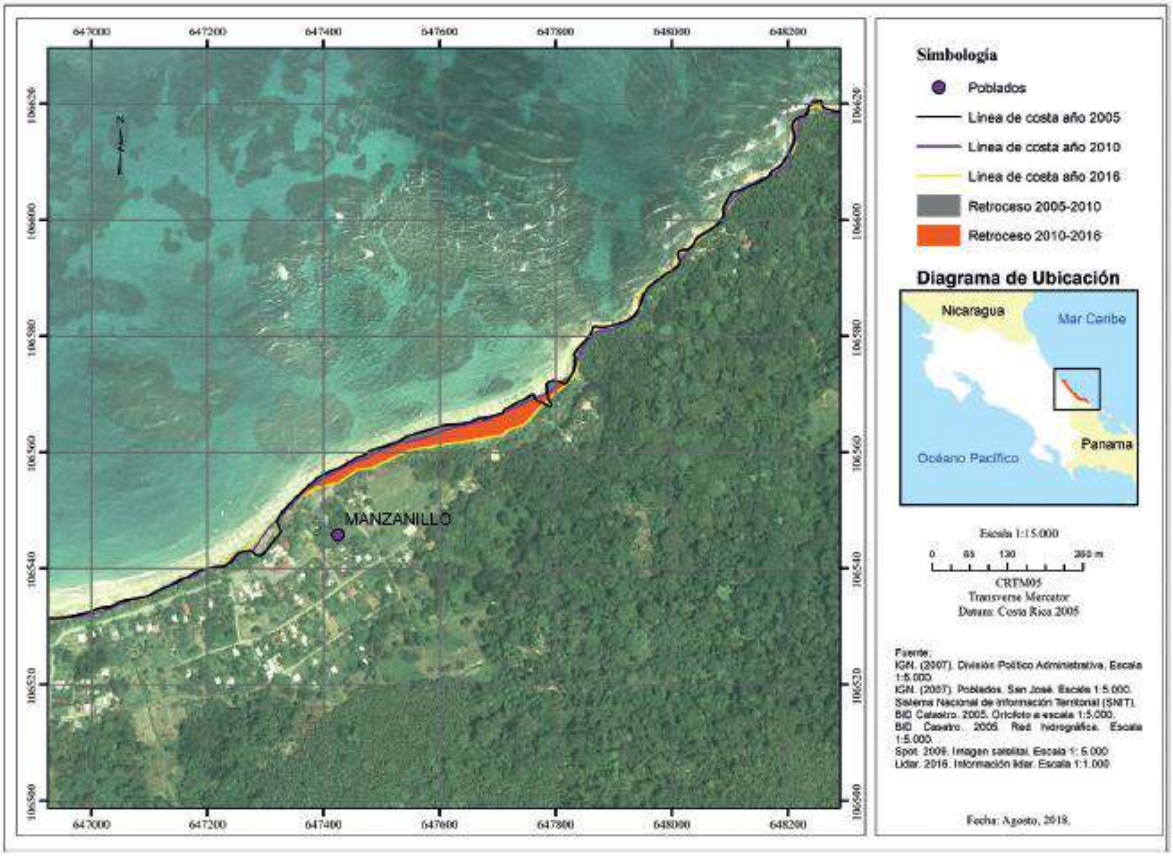


Fuente: Barrantes-Castillo, et al., 2019

Puerto Viejo – Manzanillo

La Playa Manzanillo se ubica igualmente frente a un arrecife que protege esa zona de la costa. En este caso, la tasa de erosión de la playa se registra moderada en el periodo 2005-2010, aumentando a aproximadamente el doble entre el año 2010-2016 (Barrantes-Castillo, et al., 2019).

Figura 15. Retroceso en la línea de costa en el área de Puerto Viejo



Fuente: Barrantes-Castillo, et al., 2019

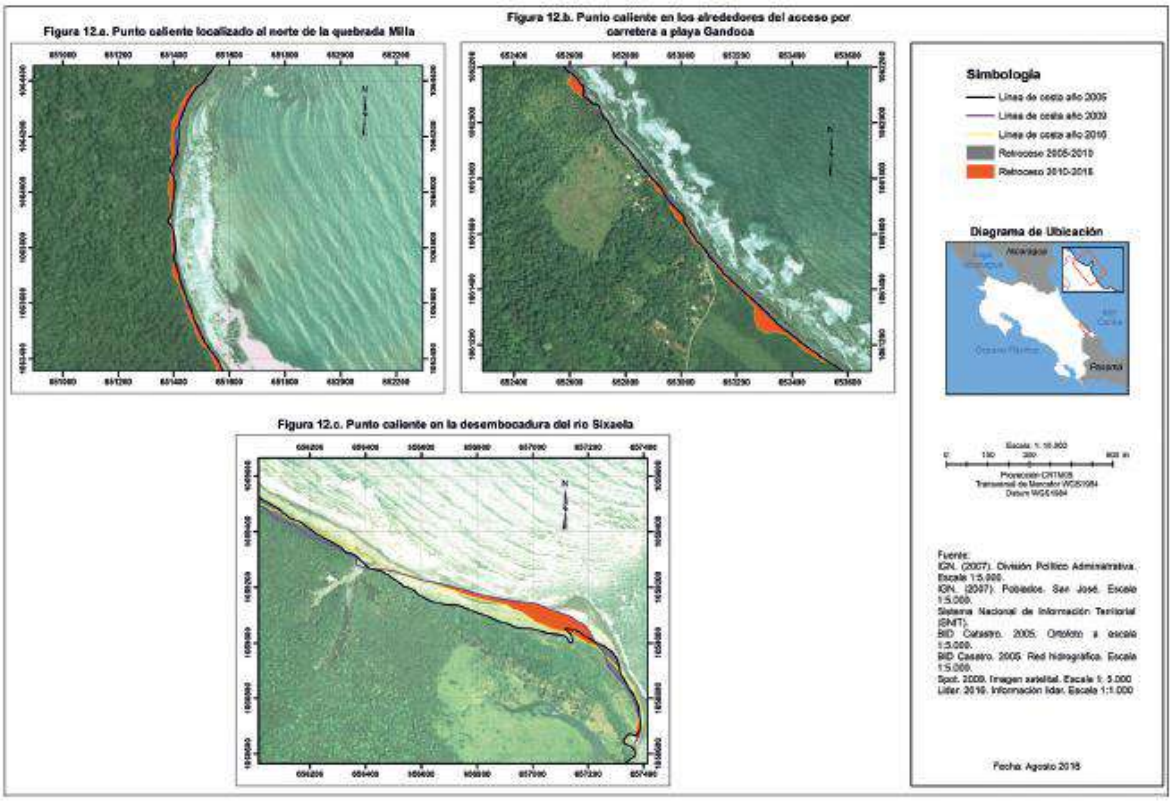
Sector Gandoca

La zona de Gandoca se trata de una extensa playa convexa hacia la mar interrumpida por una serie de humedales. En esta zona se han identificado tres puntos donde la erosión es más que notable.

El primer punto es el sector de playa Mile Creek, donde la zona de retroceso de la línea de costa se encuentra extendida a lo largo de la playa y se ha visto incrementada en más de 7 veces desde el periodo 2005-2010 hasta el periodo 2010-2016.

El segundo punto se encuentra próximo a la carretera de acceso a la playa Gandoca, con un incremente de área de erosión de 3 veces en los periodos mencionados anteriormente. Por último, el último sector crítico está también ubicado en Gandoca, entre la laguna de Gandoca y el río Sixaola, donde la tasa de erosión se ha incrementado en más de 4 veces en los periodos de años descritos anteriormente (Barrantes-Castillo, et al., 2019).

Figura 16. Retroceso en la línea de costa en el sector Gandoca



Fuente: Barrantes-Castillo, et al., 2019

3.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto

Los **receptores sensibles** hacen referencia a todos aquellos elementos que pueden verse expuestos de forma potencial por las distintas amenazas que presenta este territorio, que se han descrito en el apartado 3.3. En este caso, se han agrupado por los sectores de población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas.

En el caso de estas últimas, se ha decidido analizar de forma separada los humedales de las ASP debido a su importancia particular para visibilizar sus impactos de forma diferenciada, principalmente en las sequías, ya que es un fenómeno recurrente en este territorio. Del mismo modo, aunque no se analiza la disponibilidad hídrica, para la Municipalidad es relevante conocer el riesgo sobre los humedales para poder hacer estudios de detalle asociados al recurso hídrico.

Tabla 10. Receptores sensibles

Áreas de acción	Receptor	Descripción
Población	Población	Perfil de población vulnerable
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Condiciones de vida relacionadas con las edificaciones
Sector primario	Agrícola	Producción agrícola
	Pecuario	Producción ganadera
Infraestructuras	Aeródromos	Aeródromo
	Ferrovías	Ferrovías
	Vías	Carreteras y caminos
	Puentes	Relacionados con la red vial
Equipamientos	Educación	Centros educativos
	Recurso hídrico	ASADAS
	Turismo	Edificaciones hoteleras
Áreas protegidas	Humedales	Láminas de agua protegidas
	Territorios indígenas	Población indígena en dichos territorios
	Áreas naturales	Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y corredores biológicos

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Los impactos del cambio climático no son eventos aislados, sino que resultan de una **cadena de impactos**, la cual es una relación de causa-efecto entre una amenaza asociado al cambio climático y un determinado receptor. La cadena de impactos permite sistematizar y priorizar los factores que llevan al riesgo de un determinado sistema y facilitar la identificación de indicadores que serán utilizados en la evaluación del riesgo. Por este motivo, resultan de interés desde el punto de vista de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo.

Por lo tanto, estos receptores son la primera pieza de las cadenas de impacto, sobre los que se relacionan los impactos potenciales asociados a las amenazas ya descritas, así como los indicadores espaciales de exposición y vulnerabilidad de cada receptor. Esta cadena trata de sistematizar la relación entre dichos elementos.

Cabe señalar que en el apartado 0 del documento se incluye un breve análisis de los impactos sobre la población que puede considerarse más vulnerable, tomando en consideración la perspectiva de género y la inclusión.

En los siguientes apartados se describe en mayor detalle las amenazas en relación con los receptores.

3.5.1 Lluvias intensas

Las lluvias intensas pueden convertirse en el factor desencadenante de distintas amenazas, como es el caso de las **inundaciones o los deslizamientos de tierra**. En este apartado se van a comentar en detalle cada una de estas amenazas identificadas en el cantón, así como la

cuantificación de los daños económicos derivados de los eventos sucedidos en este territorio.

Las inundaciones en general afectan de forma negativa a la población, pudiendo generar heridos o víctimas mortales; daños directos sobre las edificaciones y otros indirectos como la interrupción de servicios básicos (como el agua o la luz) o de carácter económico.

En la siguiente tabla se recoge la cadena de impacto al respecto de esta amenaza, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre estos.

Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores
		Posible aumento de las migraciones
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales a edificaciones
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de cosechas por fuertes lluvias
	Pecuario	Posible pérdida de cabezas de ganado
		Posible desabastecimiento de alimentos para el ganado derivados de la agricultura
Infraestructuras	Aeródromos Ferrovías Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad
		Posible corte en la circulación y operatividad
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Recurso hídrico	Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento
		Posible corte del suministro por daño directo a la infraestructura de captación y abastecimiento
		Posible alteración en la disponibilidad hídrica por el incremento brusco del caudal o bloqueos en cauces
		Posible efecto sobre la calidad del agua

BORRADOR

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
	Turismo	Interrupción del servicio por cierre de rutas de acceso a atractivos turísticos Daños estructurales a las instalaciones hoteleras
Áreas protegidas	Territorios indígenas	Afección sobre la población indígena que vive en estos territorios y a la biodiversidad

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Por otro lado, el cantón tiene características propias que dan como resultado que algunas partes sean altamente vulnerables a los **deslizamientos o movimientos en masa**.

Algunos de los fenómenos que pueden darse, asociados a los deslizamientos, pueden ser la destrucción de viviendas por sepultamiento y daños físicos sobre la población, destrucción de carreteras y caminos, generación de avalanchas de lodo o daños a infraestructuras básicas como los puentes.

Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales sobre edificaciones
Infraestructuras	Aeródromo Ferrovías Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Recurso hídrico	Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento
		Posible corte de suministro por daño directo a infraestructuras de abastecimiento
	Turismo	Interrupción del servicio por cierre de rutas de acceso a atractivos turísticos Daños estructurales a las instalaciones hoteleras
Áreas protegidas	Territorios indígenas	Afección sobre la población indígena que vive en estos territorios y a la biodiversidad

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

BORRADOR

Como se ha incluido en el apartado 3.1.3, los distintos desastres naturales que ha sufrido el cantón, en relación con las lluvias intensas, han tenido consecuencias cuantificables basadas en pérdidas económicas. Esta información está recogida en la base de datos de pérdidas ocasionadas por fenómenos naturales de MIDEPLAN que lleva actualizando esta desde el año 1988.

En la siguiente tabla se recogen de forma desglosada estos costes, siendo el monto total algo inferior a **sesenta y seis millones de dólares (USD)**. De entre todos los costes, son notables los asociados a las inundaciones y los que no están asociados a ningún tipo de evento concreto en la información de MIDEPLAN. Por otro lado, es destacable que los costes por daños a vías y al sector agropecuario son los más significativos, siendo los asociados a los equipamientos de educación los que menos gastos han supuesto.

BORRADOR

Tabla 13. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019

Tipo de evento	Daños ($)						
	Vivienda	Agropecuario	Vías	Puentes	Educación	Salud	TOTAL
Deslizamiento	-	-	-	-	-	-	-
Aumento de caudal	-	-	217.140,51	303.776,17	-	-	**520.916,68**
Inundación	1.017.623,25	30.823.069,54	3.967.083,42	-	1.453.448,33	**1.296.335,68**	**38.557.560,22**
-	2.839.563,65	14.941.793,71	6.472.700,20	2.047.419,78	24.911,56	**580.255,25**	**26.906.644,15**
TOTAL	**3.857.186,90**	**45.764.863,25**	**10.656.924,13**	**2.351.195,95**	**1.478.359,89**	**1.876.590,93**	**65.985.121,05**

Fuente: IDOM-CPSU (2021) a partir de base de datos de MIDEPLAN (2021).

BORRADOR

3.5.2 Déficit de lluvias

Las **sequías** tienen su inicio en la ausencia prolongada de precipitaciones o en la variación en la frecuencia de su intensidad, lo que supone un déficit hídrico en el territorio, sumado a las altas temperaturas. De forma más contundente afecta al normal desarrollo de las actividades del sector primario y a las áreas protegidas de este cantón.

En cuanto a los ecosistemas, estos pueden verse afectados por la alteración de sus hábitats y cambios en la distribución de las especies, ya que muchas de estas encuentran en la limitación de la disponibilidad de agua su factor limitante para poder desarrollarse.

Durante un tiempo prolongado se pueden llegar a relacionar con incendios forestales.

Atendiendo a los impactos del déficit de lluvias en relación a la disponibilidad de los recursos hídricos, resulta preciso destacar los siguientes aspectos clave:

- Un aumento en la intensidad y variabilidad de las precipitaciones aumentará los riesgos de sequías.
- El incremento en las temperaturas y los cambios en eventos extremos, afectarán la cantidad de agua disponible (superficial y subterránea), así como a su calidad
- Las prácticas de gestión hídrica actuales pueden no ser suficientemente sólidas para contrarrestar los efectos del cambio climático
- Las opciones de adaptación destinadas a asegurar el abastecimiento de agua en condiciones normales y en caso de sequía requieren estrategias integradas orientadas tanto a la demanda como a la oferta. Por tanto, aumentar la resiliencia del abastecimiento debería centrarse en la gestión sostenible y eficiente de la demanda y en la obtención de recursos.

Aunque normalmente se asume una relación directa, resulta difícil determinar el efecto que podría tener la disminución de las precipitaciones, y por tanto de las aportaciones, sobre un territorio determinado y, a su vez, el impacto que produciría este descenso en el sistema de abastecimiento a la población vinculado. Además, es muy difícil traducir este pronóstico global a un incremento de demanda por un posible aumento poblacional futuro, puesto que la demanda de agua, además de depender de la población censada abastecida, depende de numerosos componentes y factores, como son el parque de viviendas y su tipología, el número de establecimientos de tipo comercial y oficinas, el número de industrias y su actividad, las pautas de consumo/ahorro en cada una de las unidades de consumo, los programas públicos de eficiencia en el uso del agua o el grado de concienciación ambiental de los habitantes.

La disponibilidad de recursos hídricos de una determinada zona no solo depende del régimen de precipitaciones, sino también de otras variables de contexto, como por ejemplo: usos del suelo, cubiertas vegetales, geología, litología, y otras variables climáticas (radiación solar, velocidad de viento, humedad relativa, etc.). Si bien las proyecciones de cambio climático analizadas para Costa Rica no pronostican una variación significativa del promedio

anual de las precipitaciones, con respecto del periodo histórico, es difícil determinar si un posible cambio en la estacionalidad o las intensidades producirán efectos de una magnitud diferente sobre los recursos hídricos disponibles. Para ello debiera realizarse un estudio específico, en el que se implementase un modelo hidrológico, que relacionase entre sí todas las variables que determinan la disponibilidad del recurso hídrico, de manera tanto superficial como subterránea. Dicho estudio queda fuera del alcance del presente Plan de Acción, y por tanto este aspecto no será incluido en la cadena de impacto que a continuación se presenta. A pesar de ello, cabe señalar que las ASADAS también se pueden ver afectadas por las sequías.

En la siguiente tabla se recoge la cadena de impacto al respecto de esta amenaza, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre éstos.

Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de áreas de cultivo
		Pérdida de productividad agrícola por limitaciones con el abastecimiento de agua
		Posible impacto económico por limitaciones en abastecimiento de agua para riego
		Expansión de frontera agrícola e invasión de zonas naturales
		Sobreexplotación de agua subterránea
	Pecuario	Posible pérdida de áreas de pastoreo
		Posible pérdida de productividad por reducción de abastecimiento de agua e impacto económico asociado
		Sobreexplotación de agua subterránea
Áreas protegidas	Humedales Territorios indígenas Áreas naturales	Posibles cambios en la distribución de hábitats y especies por alteración de las condiciones ecológicas
		Reducción del volumen de zonas húmedas
		Afección por aumento de incendios o baja disponibilidad de agua
		Generación de suelos desnudos y estériles
		Posible disminución de los servicios ecosistémicos

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

BORRADOR

En este cantón no se han registrado eventos por déficit de precipitaciones.

3.5.3 Altas temperaturas

Las **olas de calor** vienen propiciadas por períodos de altas temperaturas. El efecto más destacado que se puede atribuir a esta se relaciona con la salud de la población. Estas situaciones pueden provocar estrés cardiovascular (O´Neill & Ebi, 2009) o afecciones al sistema nervioso y problemas respiratorios (Deschenes, 2014) por ejemplo. Esto tiene una traducción en forma de incremento de la tasa de morbilidad y mortalidad.

Los efectos descritos se ven agravados o reducidos en función de algunos factores condicionantes como el tipo de construcción de las viviendas, el nivel de hacinamiento, la accesibilidad a espacios verdes, la capacidad de autorregulación térmica o el nivel socioeconómico que también va implícito en los primeros condicionantes.

En cuanto a las edificaciones, aumentará la demanda de sistemas de refrigeración lo que implica un aumento del consumo energético y que las diferencias por nivel socioeconómico, en ocasiones marcadas por el género o la etnia, también sean más acuciantes.

En la siguiente tabla se recoge la cadena de impacto al respecto de esta amenaza, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre éstos.

Tabla 15. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Posible aumento de la mortalidad y movilidad
		Posibles afecciones sobre la salud: golpes de calor, deshidratación, cáncer de piel, etc.
		Posible incremento de enfermedades transmitidas por vectores sanitarios y diarreicas
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Posible impacto económico-ecológico por aumento de las necesidades de refrigeración en las viviendas

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Respecto a lo eventos o desastres asociados al clima ocurridos en Talamanca en relación con las altas temperaturas, MIDEPLAN no tiene registrado ninguno para el período 1988-2019.

BORRADOR

3.5.4 Erosión costera

La **erosión costera** tiende a reducir el área de arena expuesta de las playas, el retroceso de las dunas y acantilados. Este fenómeno puede afectar de forma significativa al sector del terciario enfocado en el desarrollo turístico en la zona costera. Una afección sobre las instalaciones turísticas puede derivar en una menor afluencia del turismo a la región y en consecuencia un posible impacto económico. Asimismo, la erosión impacta las comunidades humanas ya que puede destruir o sepultar infraestructura, por lo que causa pérdidas económicas e incluso podría poner en riesgo la vida humana.

En relación con las áreas protegidas, este proceso afecta el desplazamiento de las especies, modifica los hábitats naturales, aumenta la eutrofización y deteriora los manglares.

En la siguiente tabla se recoge la cadena de impacto al respecto de esta amenaza, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre éstos.

Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a la erosión costera

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Equipamientos	Turismo	Afección a las instalaciones turísticas en la franja costera (hoteles, restaurantes y demás edificios turísticos) Posible impacto económico por reducción del turismo
Áreas protegidas	Humedales Áreas Naturales	Posibles cambios en la distribución de hábitats y especies por alteración de las condiciones ecológicas Reducción de las zonas de humedales y áreas naturales

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

BORRADOR

3.5.5 Equidad de género e inclusión social

Debido a que existe un impacto diferenciado frente al cambio climático, el desarrollo de estrategias con enfoques transversales permite fomentar el empoderamiento climático de las poblaciones más vulnerables, teniendo en consideración que han sido históricamente excluidas debido a desigualdades sociales preexistentes, pero que representan un rol clave para la implementación y éxito de las medidas de adaptación y políticas de sostenibilidad.

En este sentido, la incorporación del enfoque de género e inclusión social en la gestión integral del cambio climático permite examinar los impactos diferenciados de una acción sobre las poblaciones, así como integrar sus necesidades frente a los efectos del cambio climático e intereses en el diseño e implementación de políticas públicas.

En el presente apartado se resumen los principales impactos indirectos del cambio climático sobre las principales poblaciones vulnerables identificadas: mujeres, niñas, niños y adolescentes, personas adultas mayores, pueblos indígenas, migrantes y comunidades campesinas.

Tabla 17. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático

Poblaciones vulnerables	Potenciales impactos indirectos del cambio climático
Mujeres	El trabajo doméstico y de cuidados no remunerado se incrementa Los roles de género se refuerzan cuando las necesidades prácticas de los hogares recaen en que las mujeres y las niñas Participación desigual, escasa y limitada las mujeres en la mayoría de los órganos de decisión Probabilidad de vivir violencia de género al depender económicamente de los hombres Menor acceso de mujeres a actividades productivas fuera del hogar
Niñas, niños y adolescentes	Aumento de enfermedades gastrointestinales y otras asociadas con la falta de saneamiento Desnutrición infantil y aumento de enfermedades asociadas Afectación en la calidad y esperanza de vida Se paralizan las actividades escolares Deserción escolar por el incremento del trabajo de subsistencia, así como doméstico y de cuidados no remunerado Reforzamiento de roles de género desde edades tempranas
Persona adulta mayor	Mayores riesgos para la salud debido a cargas de trabajo excesivas Menor capacidad de subsistencia e inseguridad alimentaria Incapacidad para superar condiciones de pobreza Afectación en la calidad y esperanza de vida Incremento de conflictos sociales
Pueblos indígenas	Daño a infraestructura natural ancestral y pérdida de saber ancestral Reforzamiento de estereotipos de género, desigualdades sociales y brechas económicas, sociales y políticas Menor capacidad para superar condiciones de pobreza e incapacidad de asegurar la subsistencia familiar Afectación a los ingresos y seguridad alimentaria por pérdida de productividad agropecuaria. Desarrollo de enfermedades asociadas

BORRADOR

Poblaciones vulnerables	Potenciales impactos indirectos del cambio climático
Migrantes	Incremento de conflictos socio – ambientales Baja atención sanitaria médica básica y de emergencia Migración a tempranas edades evitando la continuidad en la escuela y en los planes de vida Migración en búsqueda de mayores oportunidades por pérdida de productividad Migración de pueblos indígenas u originarios en la búsqueda del recurso
Comunidades campesinas	Afectación a la seguridad alimentaria por pérdida de cultivos Reforzamiento de estereotipos de género, desigualdades sociales y brechas económicas, sociales y políticas Enfermedades y problemas de salud por peligros asociados al cambio climático Afectación de los ingresos económicos de los miembros por pérdida de productividad agropecuaria Pérdida de empleo y migración temporal Baja atención sanitaria médica básica y de emergencia

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

3.6 Exposición y vulnerabilidad

Para poder analizar y cuantificar la vulnerabilidad del cantón de Talamanca, y en relación con las cadenas de impacto anteriormente descritas, son imprescindibles los indicadores espaciales. Se trata de **indicadores de exposición y vulnerabilidad** con una representación física sobre el territorio, y que permiten más adelante la definición espacial del riesgo al que está sometido este territorio.

En las tablas siguientes se presentan los indicadores en relación con cada una de las amenazas (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor), donde se incluyen también los criterios establecidos para su categorización y las fuentes de información consultadas.

En este caso, se ha categorizado la vulnerabilidad en tres niveles: **Alta, Media y Baja**. Para cada uno de ellos se han establecido rangos que se han propuesto con el objetivo de representan la realidad del territorio. El criterio de categorización corresponde principalmente a criterios estadísticos, para lo que se han analizado los histogramas de frecuencia de las variables de estudio o indicadores. En otros casos, se ha optado por otro tipo de criterio específico como suceden con los indicadores asociados al sector agropecuario. Para mayor detalle acudir a Anexo 1.

Igualmente, se ofrecen algunos resultados significativos del análisis de vulnerabilidad desarrollado por cada receptor.

BORRADOR

Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
Población	Población	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Edificaciones	IGN	Densidad de población	INEC (UGM)	Baja	0-30 hab/ha
							Media	30-100 hab/ha
							Alta	>100 hab/ha
					Edad (<18 y >60)		Baja	0-25%
							Media	25-50%
							Alta	>50%
					Población con NBI		Baja	0-30%
							Media	30-60%
							Alta	>60%
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Edificaciones	IGN	Densidad de viviendas	INEC (UGM)	Baja	0-10 viv/ha
							Media	10-50 viv/ha
							Alta	>50 viv/ha
					Hacinamiento en dormitorios		Baja	0-10%
							Media	10-20%
							Alta	>20%
					Viviendas en estado malo		Baja	0-10%
							Media	10-20%
							Alta	>20%
Sector primario	Agropecuario	Inundaciones Sequías	Fincas	Censo agropecuario	Actividad principal (especies cultivadas/criadas)	Censo Agropecuario	Baja	Cultivos con bajo requerimiento hídrico / alimentación a base de piensos
							Media	Otros
							Alta	Cultivos de elevado requerimiento hídrico / alimentación a base de pastos naturales
					Divergencia uso / capacidad tierra	ATLAS CR 2014 Censo Agropecuario	Baja	Concordancia uso/capacidad
							Media	Concordancia restringida
							Alta	Divergencia uso/capacidad

BORRADOR

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
					Principal fuente de agua	Censo Agropecuario	Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA
							Media	Otras
							Alta	Cosecha de agua / pozo / manantial / río
Infraestructuras	Aeródromo	Deslizamientos Inundaciones	Aeródromos	IGN MPOT	Tipo de aeródromo	IGN MPOT	Baja	Campo de aterrizaje abandonado
							Media	Internacionales/Aeródromo
							Alta	Campo de aterrizaje/Pista de aterrizaje
	Vías		Red Vial	MOPT	Tipo de vía	MOPT	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra
	Ferrovías		Red ferroviaria	IGN	Tipo de ferrovía	IGN	Baja	-
							Media	Ferrovías
							Alta	-
Equipamientos	Educación	Deslizamientos Inundaciones	Centros educativos	MEP	Tipo de centro educativo	MEP	Baja	Colegio virtual
							Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria
							Alta	Preescolar público / Centro especial / CAIPAD
	Recurso hídrico		ASADAS	PNUD	ASADAS	PNUD	Baja	-
							Media	ASADAS

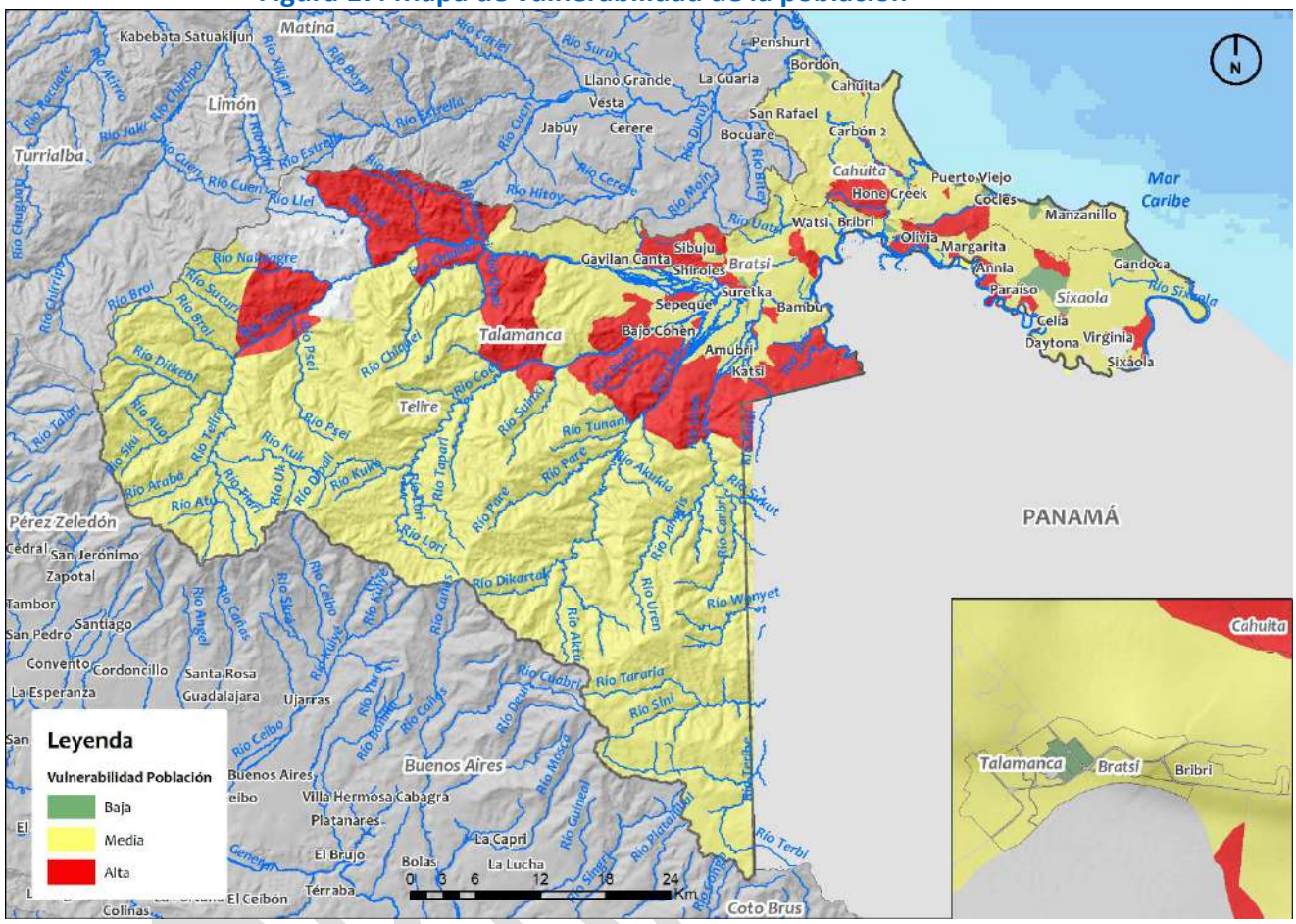
BORRADOR

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
							Alta	-
	Turismo		Edificaciones hoteleras	IGN	Edificaciones hoteleras	IGN	Baja	
							Media	Edificaciones hoteleras
							Alta	
Áreas protegidas	Humedales	Sequías	Humedales	SINAC	Tipo de humedal	SINAC	Baja	Bajos de lodo
							Media	Pantano arbustivo / Otros
							Alta	Pantano herbáceo / manglar / lago / laguna / laguna costera / estero
	Territorios indígenas	Deslizamientos Inundaciones Sequías	Territorios indígenas	ATLAS CR 2014	Porcentaje de población indígenas dentro del territorio indígena	INEC (UGM) ATLAS CR 2014	Baja	<25%
							Media	25%-75%; sin de datos población por UGM
							Alta	>75%
	Áreas naturales	Sequías	Áreas silvestres protegidas Corredores biológicos	SINAC	Tipo de área natural en función de la susceptibilidad al riesgo de incendios	IGN SINAC	Baja	Pasto en corredor biológico / otras coberturas
							Media	Pasto en Área Silvestre Protegida
							Alta	Forestal en corredor biológico / Forestal en área silvestre protegida

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

BORRADOR

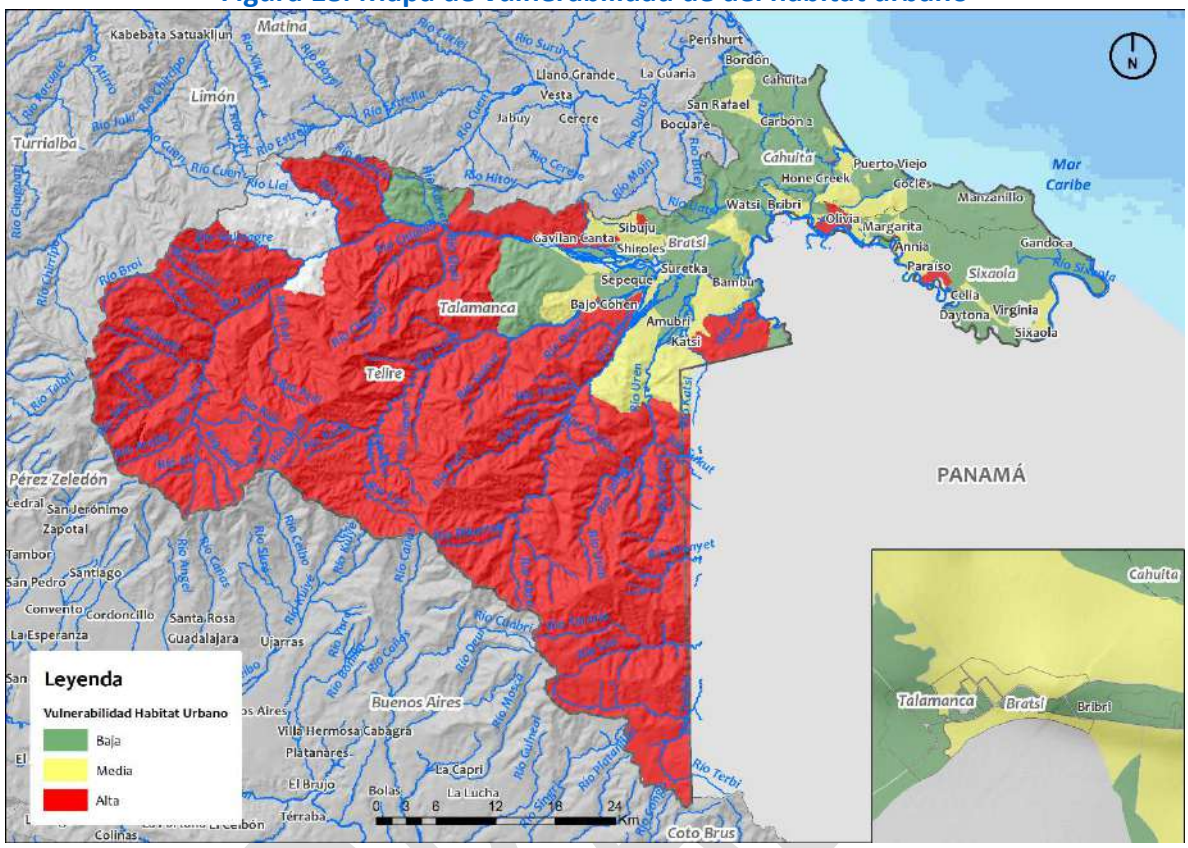
Figura 17. Mapa de vulnerabilidad de la población



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En general, en toda la extensión del cantón de Talamanca la vulnerabilidad de la población es principalmente media, como en la ciudad de Bribri, y alta en algunas zonas, donde mayor porcentaje de población con edades vulnerables o necesidades básicas insatisfechas.

Figura 18. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Como se aprecia en los anteriores mapas, estos representan la vulnerabilidad de los receptores de población y hábitat urbano del cantón de Talamanca.

Si atendemos al mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano, la vulnerabilidad es más alta en las zonas rurales que en las zonas más urbanas. Esto se debe a una mayor presencia de viviendas en estado malo y hacinamiento en dormitorios. Sin embargo, las zonas más urbanas tienen unas mejores condiciones de habitabilidad, por lo que, a pesar de tener una mayor densidad de viviendas, su vulnerabilidad es en general baja o media.

3.7 Riesgos asociados al clima

Este capítulo recoge el trabajo acumulado para componer el análisis espacial de riesgos climáticos, atendiendo a la metodología presentada en el apartado 3. Allí se mencionó que el riesgo climático es el resultado de la coincidencia en el espacio/tiempo de tres componentes:

- **Amenaza** definida por su peligrosidad bajo distintos escenarios y horizontes temporales.
- **Exposición** de un receptor concreto en relación con la peligrosidad analizada.

- **Vulnerabilidad** determinada por la sensibilidad y capacidad adaptativa del receptor considerado en relación con la amenaza analizada.

Las amenazas climáticas consideradas han sido inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor. Por otro lado, para la amenaza de erosión costera, como se ha mencionado anteriormente, no se ha desarrollado el análisis de riesgos georreferenciado por encontrarse en zonas muy concretas del cantón sobre las que no es factible la presentación de resultados ni combinación con información de vulnerabilidad en la escala del actual PAAC, sin embargo, los principales impactos asociados a esta amenaza se han descrito en el apartado 3.5.4.

En el apartado 3.4 se ha caracterizado su peligrosidad para los escenarios climáticos RCP 4.5 (escenario intermedio) y RCP 8.5 (escenario pesimista), y para los horizontes temporales futuros cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075). Esta peligrosidad está especialmente basada en la variabilidad a futuro asociada a las diferentes amenazas climáticas analizadas: episodios de lluvia intensa, ausencia prolongada de precipitaciones, y periodos de altas temperaturas.

Los diferentes receptores sensibles se agrupan en los seis sectores considerados: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas. Su exposición ante cada una de las amenazas viene dada por el cálculo espacial de la peligrosidad, realizado conforme explicado en el párrafo anterior.

Para categorizar espacialmente su vulnerabilidad se han definido indicadores específicos, recogidos en el anterior apartado 3.6. La capacidad adaptativa se ha tratado a escala municipal (ver apartado3.8), teniendo en cuenta el nivel de desagregación espacial de la información disponible.

Con todos estos elementos se ha completado el trabajo de categorizar espacialmente el riesgo asociado a cada combinación de amenaza y receptor sensible, para los distintos escenarios y horizontes temporales indicados. Se han establecido cinco categorías de riesgo, a partir de la combinación espacial de todos estos elementos como se presenta a continuación.

Figura 19. Composición espacial del riesgo climático

Riesgo (x,y,z)	=	Amenaza (x,y)	*	Exposición (z)	*	Vulnerabilidad (z)
Amenaza x Escenario/horizonte y Receptor z		*Peligrosidad clasificada espacialmente (1 hasta 5)*		*Implícita en la peligrosidad (no categorizable)*		*Sensibilidad clasificada espacialmente (1 hasta 3)*

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Los resultados obtenidos al completo, así como el conjunto de archivos de trabajo y auxiliares que han soportado el análisis realizado con el apoyo de herramientas GIS se

entregan como adjunto al presente informe a la municipalidad. Además, se incluye un Anexo 1 con el detalle de la metodología de geoprocesamiento seguida para completar el análisis espacial de riesgos.

A continuación, se ofrecen algunos resultados agregados, destacados y/o significativos, en relación con cada una de las cuatro amenazas consideradas.

3.7.1 Inundaciones

En este apartado se recogen los resultados del análisis de riesgo de inundación para este cantón en los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 y para los períodos temporales señalados. Estos se han incluido en forma de tabla (Tabla 19) y representados en mapas de algunos de los receptores analizados (Figura 20 y Figura 21).

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis de riesgo en superficie o número para cada uno de los receptores establecidos y para las distintas categorías de riesgo.

- **Escenario actual y escenario RCP 4.5 (horizontes 2015-2045):**

En el caso del hábitat urbano, más del 81% se encuentran en zonas de riesgo medio alto y alto de inundación, y en cuanto a la población, supera el 83%.

La población cantonal que se encuentra en riesgo medio alto y alto de inundaciones, como ya se ha comentado, es aproximadamente un 83%.

El resto de los receptores siguen un patrón parecido, con la mayor parte de sus elementos localizados en categorías de riesgo medio alto y alto principalmente. El 87% de las fincas agropecuarias están en riesgo medio alto y alto. En el caso de los aeródromos, los cuatro se encuentran en riesgo alto. Más del 78% de los centros educativos están ubicados también en estos niveles de riesgo medio alto y alto de inundación, 42 de ellos en riesgo alto. Por otro lado, alrededor del 90% de las vías están en los dos niveles de riesgo más alto, al igual que las ferrovías en las que el casi el 96% se encuentra en el nivel máximo de riesgo. En cuanto a las ASADAS, el 86% de ellas están en estos rangos de riesgo. El nivel de riesgo de los territorios indígenas es homogéneo desde el nivel medio bajo hasta el máximo riesgo, en el cual se encuentran algo más del 25% de estos terrenos.

- **Escenario RCP 4.5 (horizonte 2045-2075):**

Se aprecian mínimos cambios en los porcentajes de los receptores analizados en este horizonte temporal, con respecto del periodo histórico

- **Escenarios RCP 8.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075):**

En estos escenarios, los porcentajes referentes a población y al hábitat urbano en los niveles de riesgo alto se mantienen en los mismos resultados que los otros escenarios analizados,

aunque en el caso del nivel de riesgo medio-alto, los porcentajes aumentan ligeramente, alcanzando en cada receptor casi el 39% y el 61% respectivamente. Por el contrario, no se encuentra población ni hábitats urbanos en riesgo bajo de inundación, lo que supone un ligero descenso respecto a los porcentajes del RCP 4.5.

El resto de receptores sigue el mismo patrón, no presentando ninguno de ellos niveles de riesgo bajo para ninguno de los receptores. Para el resto de niveles de riesgo, los valores se mantienen similares al escenario anterior analizado, siendo destacable el caso de los territorios indígenas que aunque no aumentan el nivel alto de riesgo, sí sufren un notable ascenso del porcentaje de territorios en niveles medio-alto, pasando del 20% al casi el 60%.

En las figuras (Figura 20, Figura 21) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales:

BORRADOR

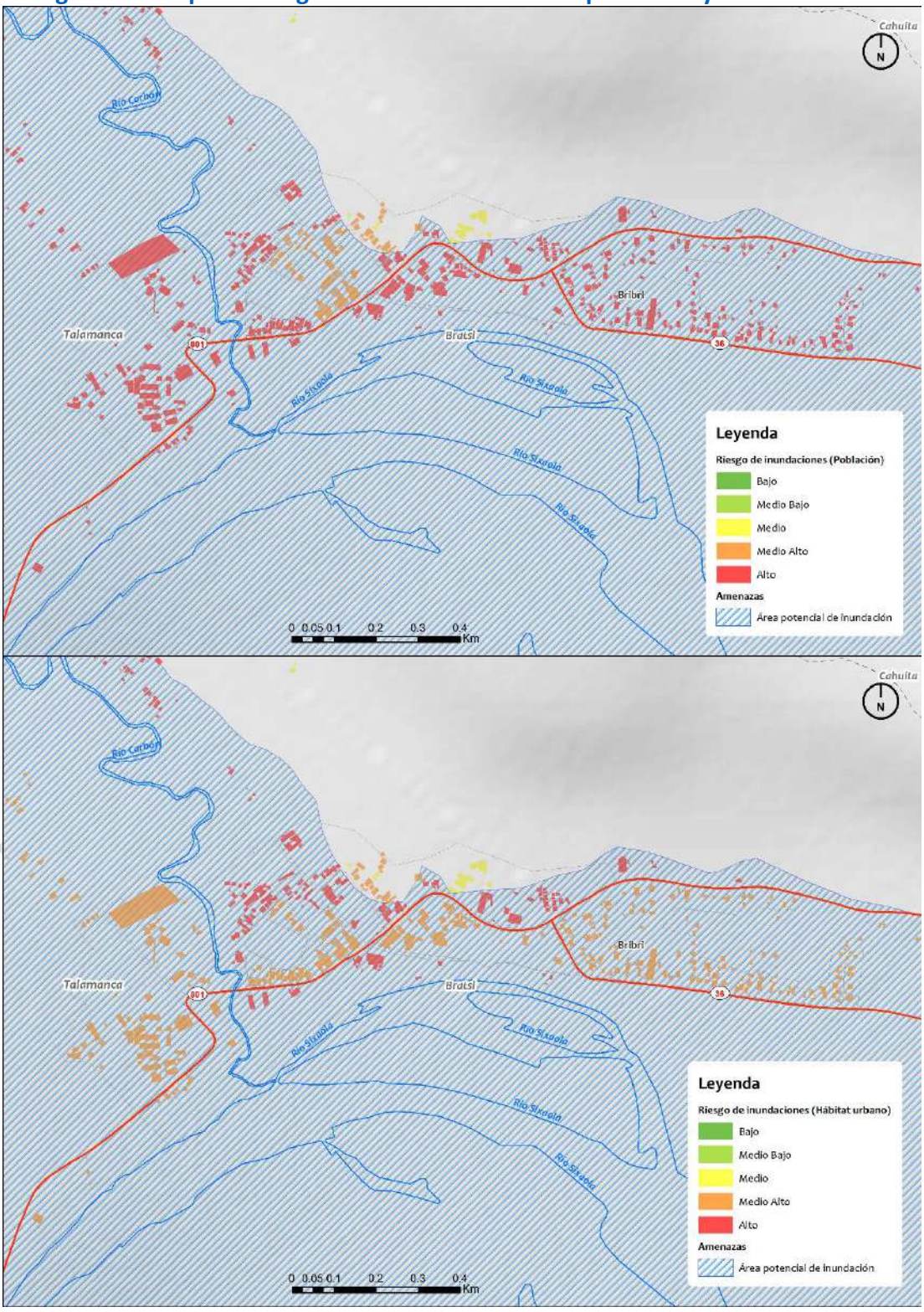
Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Agropecuario		Aeródromos		Ferrovías		Vías		Educación		Recurso hídrico		Turismo		Territorios indígenas	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº fincas	%	nº	%	km	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	28,00	0,16	31,00	0,17	14,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,02	4,00	5,48	0,00	0,00	0.00	0.00	273,68	0,32
	medio-bajo	283,00	1,58	423,00	2,36	37,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	16,59	1,41	4,00	5,48	1,00	3,45	0.00	0.00	17.448,68	20,66
	medio	2.639,00	14,75	2.863,00	16,00	151,00	9,62	0,00	0,00	0,23	0,69	99,06	8,40	8,00	10,96	3,00	10,34	144.00	36.73	28.350,64	33,57
	medio-alto	6.477,00	36,21	10.502,00	58,71	246,00	15,68	0,00	0,00	1,17	3,48	466,18	39,55	15,00	20,55	7,00	24,14	239.00	60.97	16.958,27	20,08
	alto	8.462,00	47,30	4.070,00	22,75	1.121,00	71,45	4,00	100,00	32,27	95,83	596,48	50,61	42,00	57,53	18,00	62,07	9.00	2.30	21.411,78	25,36
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	28,00	0,16	31,00	0,17	14,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,02	4,00	5,48	0,00	0,00	0.00	0.00	273,68	0,32
	medio-bajo	283,00	1,58	423,00	2,36	37,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	16,59	1,41	4,00	5,48	1,00	3,45	0.00	0.00	17.448,68	20,66
	medio	2.639,00	14,75	2.863,00	16,00	151,00	9,62	0,00	0,00	0,23	0,69	99,06	8,40	8,00	10,96	3,00	10,34	144.00	36.73	28.350,64	33,57
	medio-alto	6.477,00	36,21	10.502,00	58,71	246,00	15,68	0,00	0,00	1,17	3,48	466,18	39,55	15,00	20,55	7,00	24,14	239.00	60.97	16.958,27	20,08
	alto	8.462,00	47,30	4.070,00	22,75	1.121,00	71,45	4,00	100,00	32,27	95,83	596,48	50,61	42,00	57,53	18,00	62,07	9.00	2.30	21.411,78	25,36
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	22.00	0.12	15.00	0.08	14,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0.00	4,00	5,48	0,00	0,00	0.00	0.00	206.67	0.24
	medio-bajo	109.00	0.61	219.00	1.22	25,00	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	1.93	0.16	4,00	5,48	0,00	0,00	0.00	0.00	16,654.87	19.72
	medio	2,727.00	15.24	3,042.00	17.00	150,00	9,56	0,00	0,00	0,23	0,69	96.88	8.22	8,00	10,96	4,00	13,79	144.00	36.73	26,811.80	31.75
	medio-alto	6,580.00	36.78	10,554.00	59.00	259,00	16,51	0,00	0,00	1,17	3,48	483.31	41.01	15,00	20,55	7,00	24,14	240.00	61.22	19,353.75	22.92
	alto	8,463.00	47.31	4,071.00	22.76	1.121,00	71,45	4,00	100,00	32,27	95,83	596.48	50.61	42,00	57,53	18,00	62,07	9.00	2.30	21,409.32	25.35
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
	medio-bajo	28.00	0.16	31.00	0.17	14,00	0,89	0,00	0,00	0.00	0.00	0.29	0.02	4,00	5,48	0,00	0,00	0.00	0.00	273.68	0.32
	medio	2,464.00	13.77	2,968.00	16.59	112,00	7,14	0,00	0,00	0.23	0.69	93.36	7.92	12,00	16,44	4,00	13,79	144.00	36.73	19,032.79	22.54
	medio-alto	6,938.00	38.78	10,820.00	60.48	322,00	20,52	0,00	0,00	1.17	3.48	488.47	41.45	15,00	20,55	7,00	24,14	239.00	60.97	43,724.79	51.78
	alto	8,462.00	47.30	4,070.00	22.75	1.121,00	71,45	4,00	100,00	32.27	95.83	596.48	50.61	42,00	57,53	18,00	62,07	9.00	2.30	21,411.78	25.36
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2051-2075	bajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
	medio-bajo	28.00	0.16	31.00	0.17	14,00	0,89	0,00	0,00	0.00	0.00	0.29	0.02	4,00	5,48	0,00	0,00	0.00	0.00	273.68	0.32
	medio	2,464.00	13.77	2,968.00	16.59	112,00	7,14	0,00	0,00	0.23	0.69	93.36	7.92	12,00	16,44	4,00	13,79	144.00	36.73	19,032.79	22.54
	medio-alto	6,938.00	38.78	10,820.00	60.48	322,00	20,52	0,00	0,00	1.17	3.48	488.47	41.45	15,00	20,55	7,00	24,14	239.00	60.97	43,724.79	51.78
	alto	8,462.00	47.30	4,070.00	22.75	1.121,00	71,45	4,00	100,00	32.27	95.83	596.48	50.61	42,00	57,53	18,00	62,07	9.00	2.30	21,411.78	25.36

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

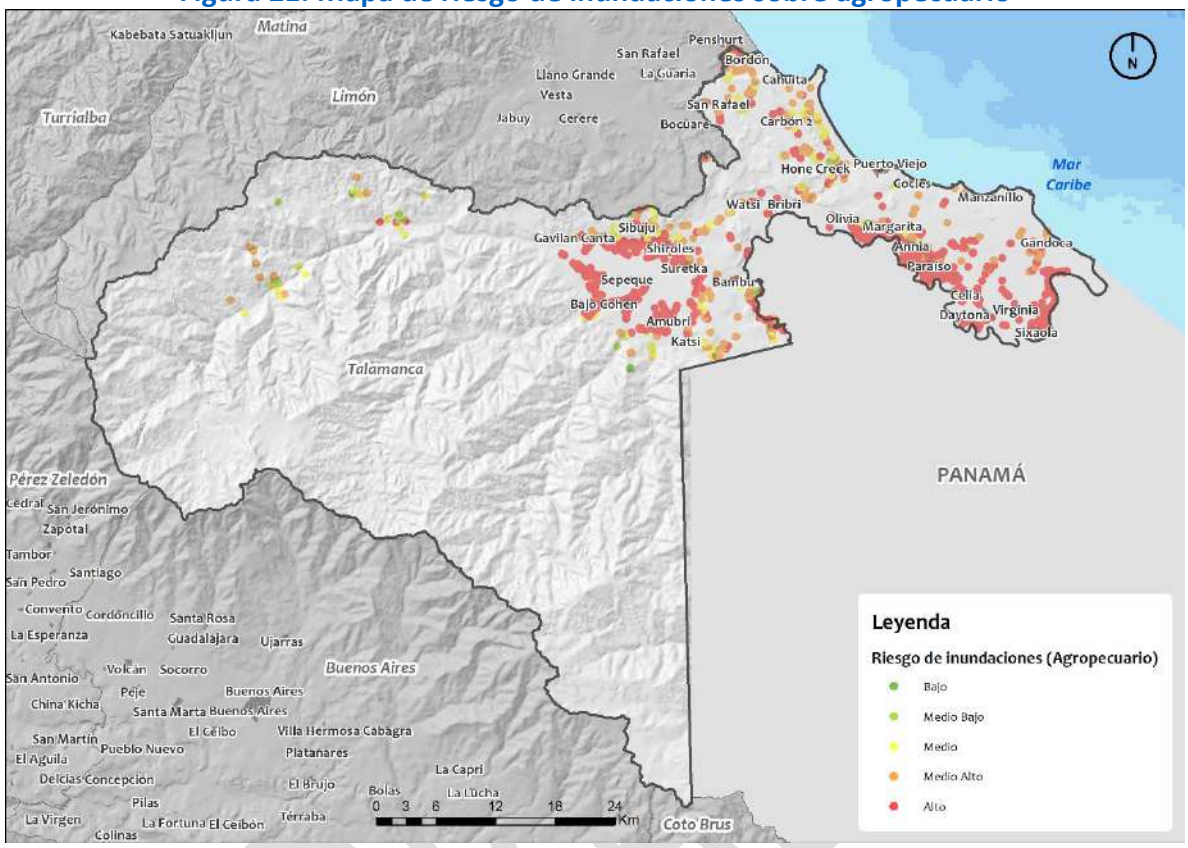
BORRADOR

Figura 20. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Figura 21. Mapa de riesgo de inundaciones sobre agropecuario



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

3.7.2 Deslizamientos

En la siguiente tabla (Tabla 20.) se aglutinan los resultados del riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios de cambio climático y los horizontes temporales.

- **Escenario actual y escenarios RCP 4.5 (horizontes 2015-2045):**

En cuanto a los deslizamientos, se trata de un riesgo menos acusado que en el caso de las inundaciones, puesto que la mayor parte de los receptores analizados se encuentran en niveles bajos y medios.

La mayoría de la población se encuentra en niveles de riesgo medio-bajo (43%) y bajo (alrededor del 38%), y un 10% de esta estaría en zonas con riesgo medio alto y alto.

El porcentaje más notable de superficie localizada en estas zonas de riesgo alto corresponde con los territorios indígenas, ya que supera el 53%. En el caso de las vías, alrededor del 9% de las vías está en riesgo medio alto y alto, aunque la mayoría de estas están en riesgo medio bajo (51%). Las ferrovías y las ASADAS también presentan su máximo porcentaje en el nivel bajo de riesgo. En cuanto a los centros educativos, ninguno de ellos alcanza el riesgo

alto, y un 10% se encuentran en el nivel medio-alto. Por último, no se localiza ningún aeródromo entre los niveles medio y alto.

- **Escenario RCP 4.5 (horizonte 2045-2075):**

En este horizonte temporal del RCP 4.5 se observa un aumento en la clasificación del riesgo de todos los receptores con respecto del periodo histórico, pasando de niveles bajos y medio bajos principalmente a medio bajos y medios.

- **Escenarios RCP 8.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075):**

En este escenario, hay un cambio de tendencia en los niveles bajo de riesgo, ya que ningún receptor tiene presencia en este nivel de riesgo, por lo que se produce un aumento generalizado de los porcentajes de riesgo medio bajo y medio en los receptores.

En el caso de la población y hábitat urbano, el nivel medio aumenta hasta el 48% y el 46% respectivamente. De la misma forma los aeródromos se encuentran en niveles medio bajo (50%) y medio (50%). Las ferrovías aumentan los niveles medio-bajo del 30% al 60% y el nivel medio sufre un aumento del 30%. Las ASADAS de forma similar, aumentan en un 41% su nivel de riesgo medio. Los centros educativos tienen una tendencia semejante, aumento considerablemente los niveles de riesgo medio. Respecto a los territorios indígenas, ninguno se encuentra en riesgo bajo y sólo un 1% en riesgo medio-bajo; los niveles de riesgo alto se mantienen pero se produce un aumento del 14% al 19% en el riesgo medio y del 14% a 27% en el riesgo medio-alto.

En las siguientes figuras (Figura 22) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales

BORRADOR

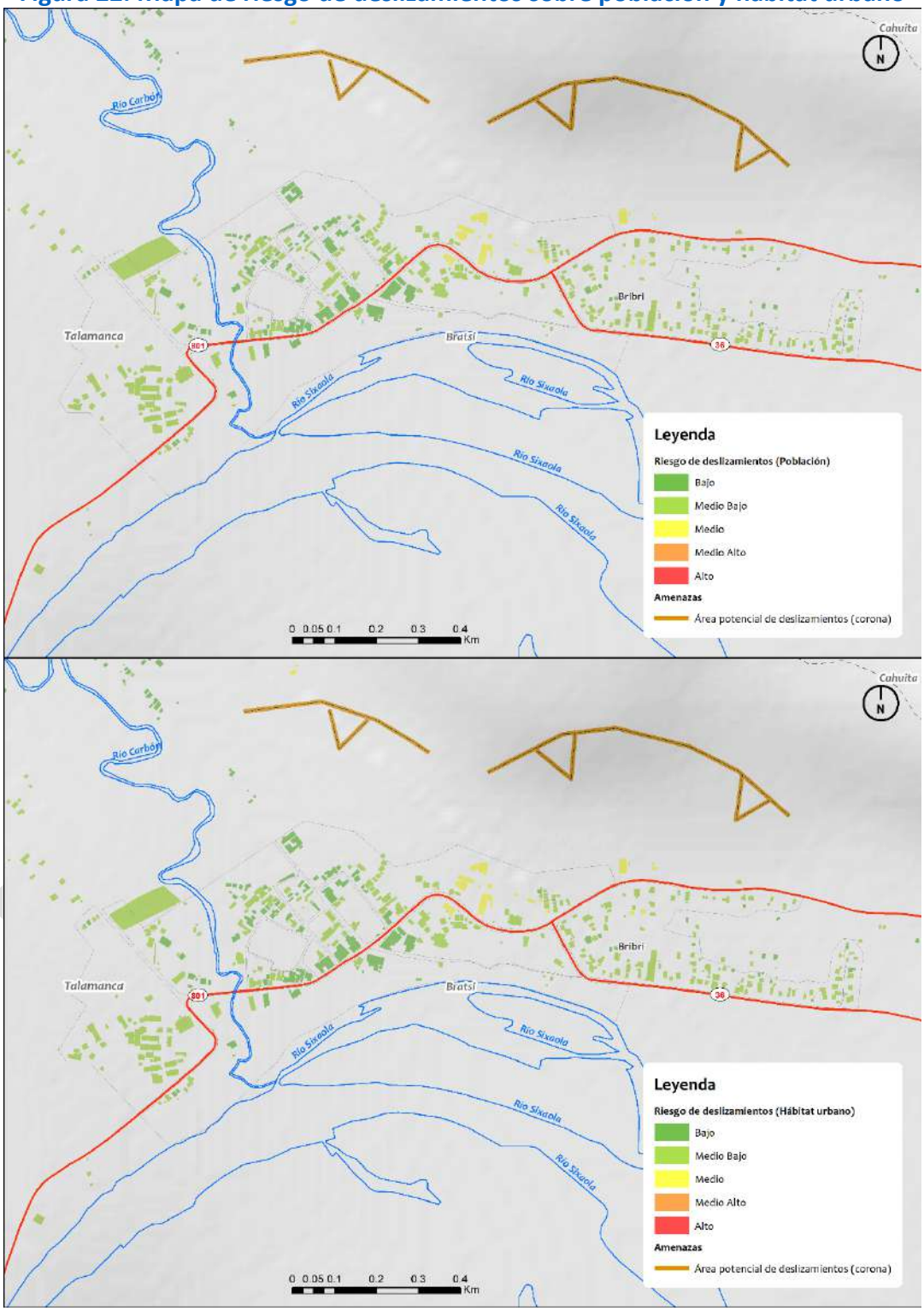
Tabla 20. Riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Aeródromos		Ferrovías		Vías		Educación		Recurso hídrico		Turismo		Territorios indígenas	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº	%	km	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	6.765,00	37,82	8.074,00	45,13	2,00	50,00	22,50	66,82	219,26	18,60	40,00	54,79	15,00	51,72	169.00	43.11	857,19	1,02
	medio-bajo	7.623,00	42,61	7.016,00	39,22	2,00	50,00	10,22	30,36	610,32	51,78	20,00	27,40	12,00	41,38	168.00	42.86	14.762,14	17,48
	medio	1.938,00	10,83	1.462,00	8,17	0,00	0,00	0,52	1,56	240,19	20,38	5,00	6,85	0,00	0,00	55.00	14.03	12.092,94	14,32
	medio-alto	755,00	4,22	825,00	4,61	0,00	0,00	0,00	0,00	76,61	6,50	8,00	10,96	0,00	0,00	0.00	0.00	11.607,88	13,75
	alto	808,00	4,52	512,00	2,86	0,00	0,00	0,43	1,26	32,23	2,73	0,00	0,00	2,00	6,90	0.00	0.00	45.122,90	53,44
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	6.765,00	37,82	8.074,00	45,13	2,00	50,00	22,50	66,82	219,26	18,60	40,00	54,79	15,00	51,72	169.00	43.11	857,19	1,02
	medio-bajo	7.623,00	42,61	7.016,00	39,22	2,00	50,00	10,22	30,36	610,32	51,78	20,00	27,40	12,00	41,38	168.00	42.86	14.762,14	17,48
	medio	1.938,00	10,83	1.462,00	8,17	0,00	0,00	0,52	1,56	240,19	20,38	5,00	6,85	0,00	0,00	55.00	14.03	12.092,94	14,32
	medio-alto	755,00	4,22	825,00	4,61	0,00	0,00	0,00	0,00	76,61	6,50	8,00	10,96	0,00	0,00	0.00	0.00	11.607,88	13,75
	alto	808,00	4,52	512,00	2,86	0,00	0,00	0,43	1,26	32,23	2,73	0,00	0,00	2,00	6,90	0.00	0.00	45.122,90	53,44
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	382.00	2.14	589.00	3.29	0,00	0,00	0.00	0.00	18.40	1.56	5,00	6,85	1,00	3,45	12.00	3.06	78.71	0.09
	medio-bajo	7,018.00	39.23	8,127.00	45.43	0,00	0,00	22.50	66.82	238.35	20.22	37,00	50,68	16,00	55,17	163.00	41.58	16,022.93	18.97
	medio	8,245.00	46.09	7,643.00	42.72	4,00	100,00	10.75	31.92	632.74	53.69	23,00	31,51	10,00	34,48	218.00	55.61	36,560.97	43.30
	medio-alto	1,446.00	8.08	1,029.00	5.75	0,00	0,00	0.00	0.00	256.88	21.80	8,00	10,96	0,00	0,00	0.00	0.00	21,748.00	25.75
	alto	810.00	4.53	513.00	2.87	0,00	0,00	0.43	1.26	32.23	2.73	0,00	0,00	2,00	6,90	0.00	0.00	4,701.78	5.57
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
	medio-bajo	6,765.00	37.82	8,074.00	45.13	2,00	50,00	22.50	66.82	219.26	18.60	40,00	54,79	15,00	51,72	169.00	43.11	857.19	1.02
	medio	8,509.00	47.57	8,128.00	45.44	2,00	50,00	10.75	31.92	653.12	55.41	25,00	34,25	12,00	41,38	223.00	56.89	15,614.64	18.49
	medio-alto	1,807.00	10.10	1,175.00	6.57	0,00	0,00	0.00	0.00	274.00	23.25	8,00	10,96	0,00	0,00	0.00	0.00	22,848.32	27.06
	alto	808.00	4.52	512.00	2.86	0,00	0,00	0.43	1.26	32.23	2.73	0,00	0,00	2,00	6,90	0.00	0.00	45,122.90	53.44
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2051-2075	bajo	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
	medio-bajo	6,765.00	37.82	8,074.00	45.13	2,00	50,00	22.50	66.82	219.26	18.60	40,00	54,79	15,00	51,72	169.00	43.11	857.19	1.02
	medio	8,509.00	47.57	8,128.00	45.44	2,00	50,00	10.75	31.92	653.12	55.41	25,00	34,25	12,00	41,38	223.00	56.89	15,614.64	18.49
	medio-alto	1,807.00	10.10	1,175.00	6.57	0,00	0,00	0.00	0.00	274.00	23.25	8,00	10,96	0,00	0,00	0.00	0.00	22,848.32	27.06
	alto	808.00	4.52	512.00	2.86	0,00	0,00	0.43	1.26	32.23	2.73	0,00	0,00	2,00	6,90	0.00	0.00	45,122.90	53.44

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

BORRADOR

Figura 22. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

3.7.3 Sequía

Como se ha comentado en el apartado 3.1, el cantón ha registrado varios eventos de sequías en las últimas décadas.

Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal (*)	Categoría de riesgo	Agropecuario		Humedales		Territorios indígenas		Áreas naturales	
		nº fincas	%	ha	%	ha	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.194,64	0,66
	medio-bajo	0,00	0,00	0,97	0,03	1,54	0,00	23.790,88	13,13
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	medio	0,00	0,00	20,73	0,67	176,32	0,21	41.376,45	22,84
	medio-alto	911,00	57,99	2.593,09	83,26	14.842,27	17,57	70.619,59	38,97
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	alto	660,00	42,01	499,68	16,04	69.431,26	82,21	44.215,87	24,40

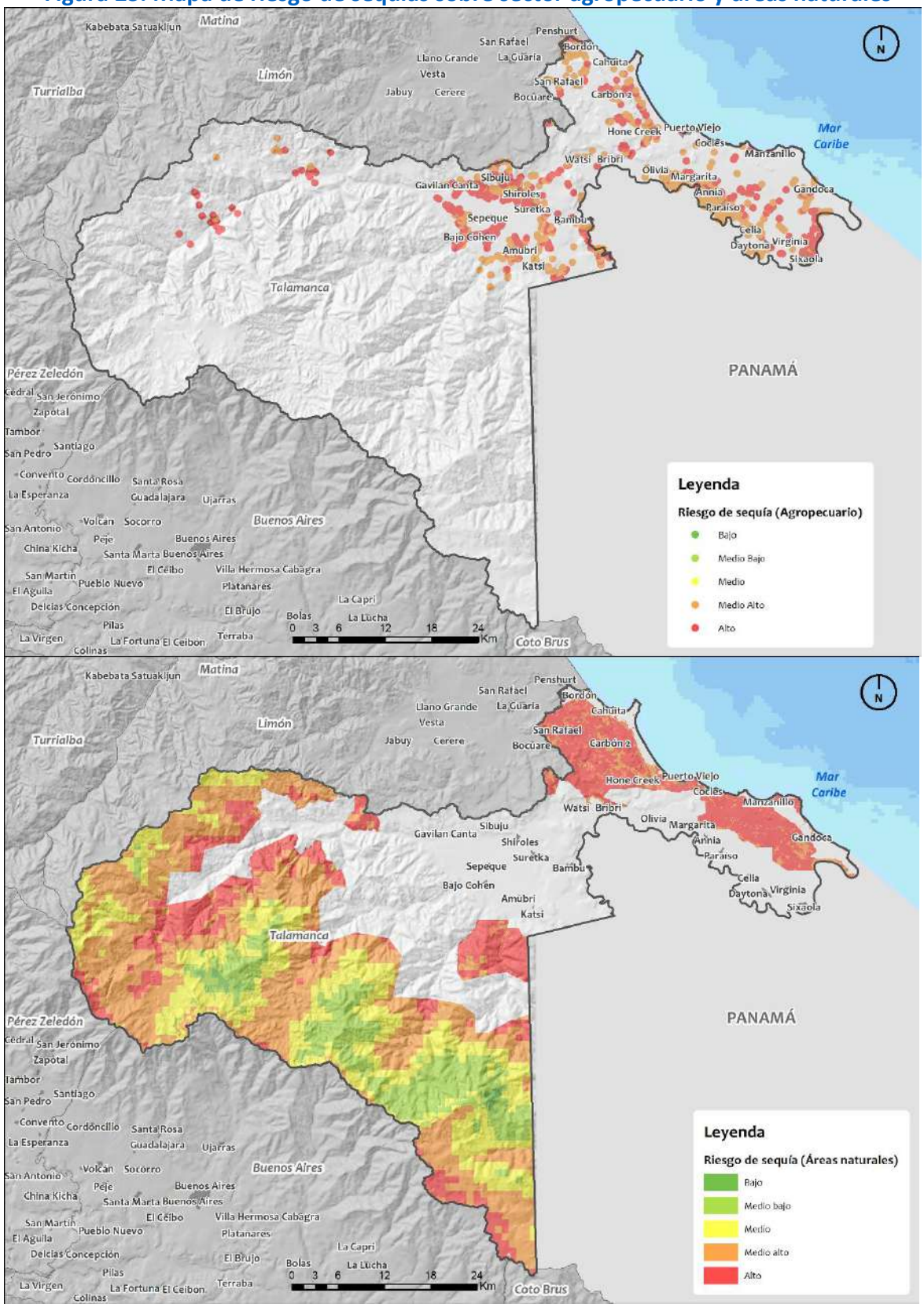
Fuente: IDOM-CPSU (2021).

(*) En este caso, los datos son comunes a todos los escenarios RCP y horizontes temporales.

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales:

BORRADOR

Figura 23. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y áreas naturales



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

3.7.4 Olas de calor

En la Tabla 22. se resumen los resultados obtenidos en el análisis de riesgo del peligro de olas de calor para los distintos receptores sensibles, que en este caso son la población y el hábitat urbano.

Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal (*)	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano	
		nº edificios	%	nº edificios	%
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075 ---------- Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	1.855,00	10,37	10.926,00	61,07
	alto	16.036,00	89,63	6.965,00	38,93

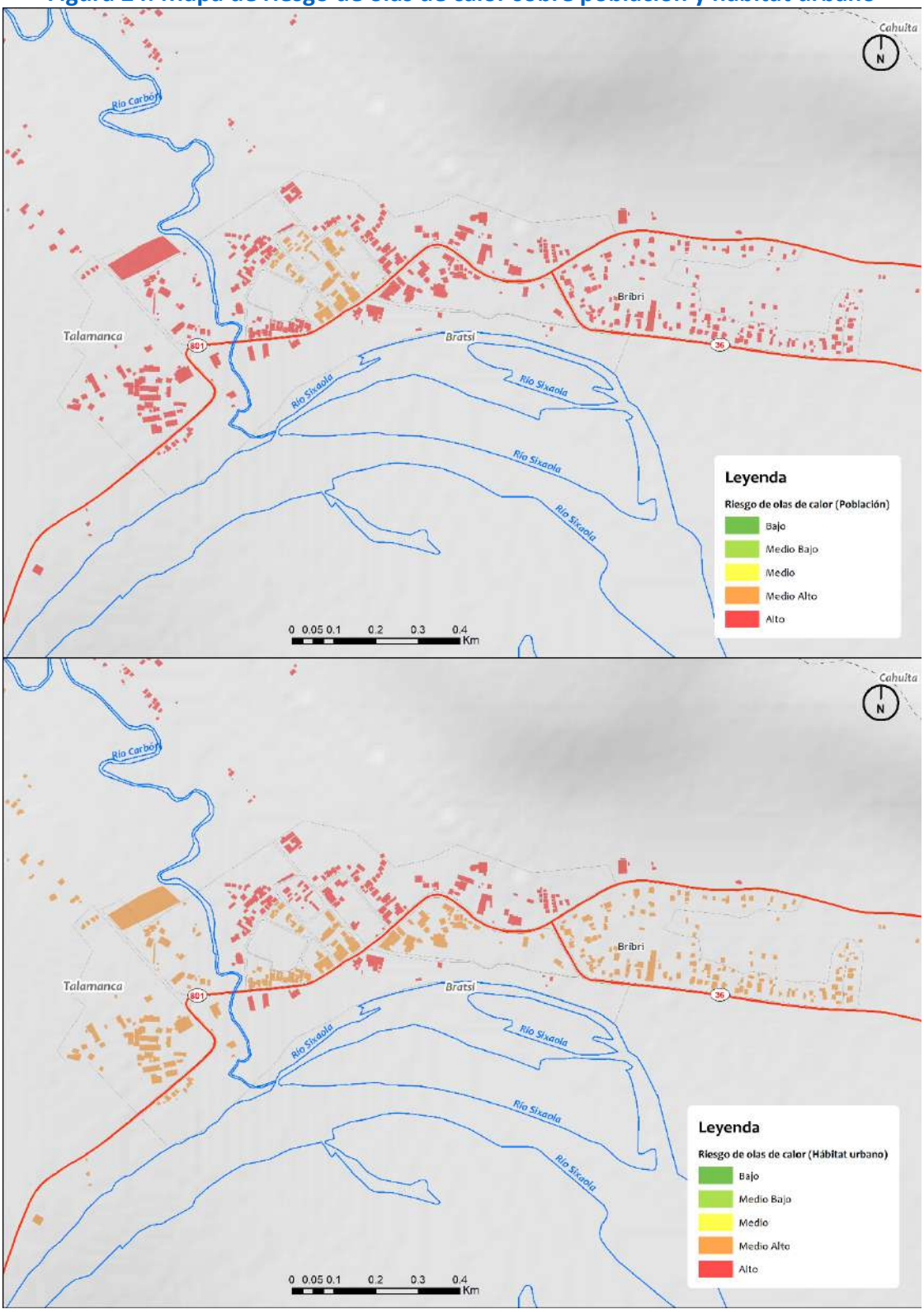
Fuente: IDOM-CPSU (2021).

(*) En este caso, los datos son comunes a todos los escenarios RCP y horizontes temporales.

En las siguientes figuras (Figura 24. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de olas de calor de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales:

BORRADOR

Figura 24. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

3.8 Capacidad adaptativa actual

La capacidad adaptativa es la habilidad de ajustarse al cambio climático para atenuar los potenciales daños, aprovechar las oportunidades y hacer frente a las consecuencias, tal y como se define en el documento de bases conceptuales del Plan A. Territorios Resilientes ante el cambio climático.

Como parte de la etapa de preparación del proceso de construcción conjunta del PAAC se completó un importante esfuerzo de recopilación y puesta al día de información por parte del equipo municipal. Con el apoyo de la "Caja de Herramientas" previamente facilitada por parte del equipo del Plan A, ha sido posible acotar el estado actual de la capacidad adaptativa en el cantón.

Este punto se ha completado en base al Índice de Desarrollo Social (IDS), el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y el Índice de Competitividad Cantonal (ICC), ya que miden el resultado de las decisiones empresariales, familiares y del gobierno y pueden definir el perfil del cantón desde la perspectiva de la capacidad adaptativa.

El IDS de Talamanca tiene una puntuación de 0, según los datos de MIDEPLAN para el año 2013 (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2013). En coherencia con los datos disponibles, se trata del cantón con el IDS más bajo del país. Responde a que los habitantes tienen poca capacidad para solventar las necesidades básicas. Por otro lado, también resulta de interés el IDH que se compone de la esperanza de vida al nacer, los años esperados y promedio de escolaridad, y el consumo eléctrico per cápita. El cantón de Talamanca tiene un valor de 0,705 lo que lo sitúa en una posición 81 de un total de 82 cantones de Costa Rica, según el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2020[10]. Este resultado es bajo, ya que se sitúa por debajo de la media respecto al resto de cantones.

En cuanto al ICC, estimado como muy bajo al tratarse del cantón en la posición 77, se ha diferenciado por las dimensiones que lo componen (Universidad de Costa Rica, 2017):

- **Pilar económico**

La valoración del pilar económico se considera baja. De las variables que se analizan destaca de forma positiva la tasa de crecimiento del consumo eléctrico total, al situarse en primer lugar respecto al país. El resto de variables, egresos municipales per cápita o exportaciones, no logran buenas posiciones globales.

- **Pilar gobierno**

Esta dimensión está relacionada, especialmente, con la relación entre ingresos y gastos municipales.

[10] Disponible en: https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal.html

A pesar de que la valoración global es la mejor, en relación con el resto de pilares analizados, cabe señalar que el número de evaluaciones de impacto ambiental por permiso de construcción o los ingresos per cápita son muy bajos.

- **Pilar infraestructura**

En relación con las infraestructuras, se trata del bloque con peor valoración de los que componen el índice. Las viviendas de este cantón cuentan con niveles muy bajos de acceso a servicios básicos como agua potable o electricidad, una vez vista su posición respecto al resto de cantones.

- **Pilar clima empresarial y laboral**

Entre los conceptos analizados hay grandes diferencias, ya que mientras el grado de especialización, el porcentaje de empresas exportadoras o la población económicamente activa es bajo; el resto de variables como las matrículas terciarias o la concentración de actividades es muy bajo. Debido a esto, se posiciona entre los últimos cantones a este respecto.

- **Pilar capacidad de innovación**

La capacidad de innovación se encuentra por un lado en el desarrollo de tecnología puntera y en la formación de los habitantes. En este caso, se trata de un bloque con muy mala puntuación global, pero que destaca de forma positiva en cuanto al porcentaje de matrículas terciarias en ciencias y tecnología, a pesar de su posición intermedia.

- **Pilar calidad de vida**

Esta dimensión aglutina cuestiones relacionadas con la posición ambiental de la municipalidad, la tasa de mortalidad por distintas razones, las opciones de ocio o la seguridad. Estas variables ofrecen resultados muy dispares entre sí, y mientras el esfuerzo municipal en mitigación ambiental parece alto en comparación con otros cantones, los robos y la tasa de mortalidad por infecciones u homicidios hacen que se desdibuje la buena posición de este bloque.

Desde una perspectiva de la planificación territorial y sectorial, como se ha comentado en el apartado anterior, definen objetivos y acciones con incidencia en la resiliencia, a implementar en un marco temporal acotado. Esta integración de temas ambientales de ordenación en planes estratégicos indica una vocación del cantón por resolver y aportar recursos en favor de aumentar su capacidad adaptativa.

De todo ello se desprende que la capacidad adaptativa actual del cantón es muy baja, puesto que es necesario mejorar algunos aspectos relevantes como el acceso a servicios básicos (agua potable, electricidad, alcantarillado sanitario e internet). Priorizar el bienestar socioeconómico de la población más vulnerable en el diseño e implementación de políticas públicas, con el fin de fortalecer su capacidad de respuesta y adaptación al cambio climático, se presenta fundamental en Talamanca.

BORRADOR

4 Necesidades y oportunidades de adaptación

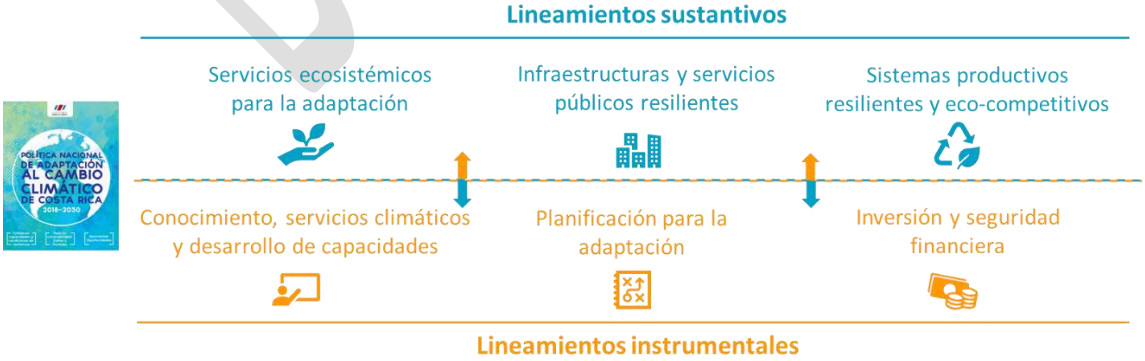
Una vez definidos los perfiles locales y climáticos, este capítulo tiene como propósito establecer las bases que deberán estructurar la propuesta de medidas de adaptación municipal en la siguiente etapa del proceso de construcción conjunta del PAAC. En primer lugar, se rescatan las principales propuestas a nivel nacional, principalmente para dar adecuada cuenta de los compromisos internacionales adquiridos, principalmente tras la ratificación del Acuerdo de París. Después, se despliega un ejercicio analítico para iluminar específicamente las problemáticas a resolver en el municipio así como aquellos elementos positivos identificados que pueden ser aprovechados para mejorar la situación actual.

4.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática

Cronológicamente, el primer documento que procede destacar a los efectos del presente Diagnóstico es la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2018-2030 (Gobierno de Costa Rica, 2018). Este documento fue elaborado con el propósito de constituirse en un marco orientador para que los distintos territorios, activos y procesos puedan desarrollar sus propias actuaciones en materia de resiliencia climática.

Tal y como muestra la Figura 25, PNACC tiene tres ejes denominados “instrumentales”, que son las condiciones habilitantes para que se pueda avanzar en la acción en materia de adaptación, y otros tres ejes “sustantivos”, que son los ejes alrededor de los cuales deberá trabajarse preferentemente y procede destacar en este punto. En este sentido, se propone dar adecuada cabida a la adaptación basada en ecosistemas, asegurar que los proyectos públicos consideran y se encuentran adaptados a las condiciones de clima futuro y finalmente procurar una economía resiliente para el país. Resulta conveniente por tanto incentivar que la planificación municipal para la acción en adaptación climática pivote al menos alrededor de estos tres lineamientos sustantivos. Se debe trabajar siempre desde el enfoque comunitario, dando adecuada cabida a la inclusión social, igualdad de género y pueblos tradicionales.

Figura 25. Lineamientos contenidos en la PNACC



Fuente: (Gobierno de Costa Rica, 2018).

Por otro lado, los compromisos asumidos por los diferentes países para contribuir a los objetivos de los Acuerdos de París son reportados por medio de las denominadas Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés). En el caso de Costa Rica, la NDC lanzada en 2020 (Gobierno de Costa Rica, 2020a) actualiza y aumenta el nivel de ambición establecido en el anterior documento de intenciones, que sirvió de soporte en 2015 a las negociaciones y acuerdos que permitieron, esencialmente, establecer la meta de limitar el aumento de la temperatura media mundial a 1.5ºC, mejorar la capacidad adaptativa de los países y fortalecer los flujos de financiamiento para apoyar la acción climática global. La NDC 2020 es, por tanto, el documento oficial que reúne las políticas públicas en materia climática que el país planea implementar entre 2021 y 2030.

La NDC 2020 es un documento robusto, que incluyó modelación climática, construcción de escenarios narrativos y consultas ciudadanas para definir las metas y prioridades de acción integrando la descarbonización, la adaptación y la resiliencia de manera sectorial y territorial en hasta 13 áreas temáticas. Una de éstas corresponde al Desarrollo y ordenamiento territorial, a través de la cual Costa Rica se compromete a impulsar un modelo de planificación que contribuya decididamente a reducir el riesgo climático en las diferentes regiones del país, comprendiendo que los diversos territorios presentan condiciones disímiles entre sí, y que además contribuya a catalizar un desarrollo basado en la descarbonización.

Específicamente en términos de adaptación, además de establecer que para 2022 ya haya sido formulado, aprobado e iniciada la implementación del Plan de Acción de la PNACC (Plan Nacional de Adaptación), la NDC 2020 establece una serie de lineamientos a 2030 y metas intermedias concretas. De todas etas propuestas, procede mencionar explícitamente aquellas relacionados con el objetivo del presente informe. De este análisis procede poner de manifiesto en primer lugar como, dos años después de la remisión de la NDC a la Comisión Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), se registra un muy adecuado grado de avance en las metas de corto plazo establecidas. Por otro lado, destaca cómo el documento da prioridad tanto a la adaptación basadas en ecosistemas (optimizar las potenciales prestaciones de las soluciones basadas en la naturaleza) como basada en comunidades (garantizando la integración vertical de propuestas que favorezcan la inclusión social), enfatizando además la necesidad de articular las estrategias de adaptación con los instrumentos de desarrollo territorial y sectorial existentes o en fase elaboración.

Procede cerrar este epígrafe haciendo mención al esfuerzo interministerial reciente (MOPT-MINAE-MIVAH) para publicar unos “Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública” (Gobierno de Costa Rica, 2020b). Se trata de una norma de carácter básico para procurar que las instituciones que ejecutan obras de infraestructura pública realicen la evaluación del riesgo con un enfoque multi-amenaza, que entre otras amenazas considere los escenarios presentes y proyecciones de cambio

climático y la variabilidad climática, aplicables en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos, de manera que estos puedan incorporar las necesarias medidas de adaptación.

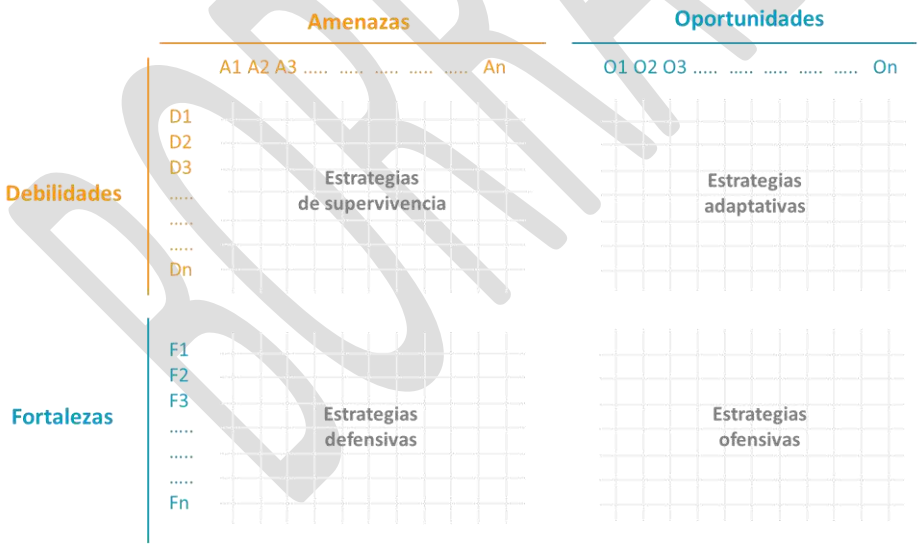
4.2 Análisis de necesidades y oportunidades

Para facilitar la tarea de diagnóstico municipal en materia de adaptación climática se ha generado una matriz de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO), herramienta efectiva para facilitar la identificación de lineamientos estratégicos clave.

Las Fortalezas y Oportunidades son aquellas situaciones internas y externas al sistema evaluado (= adaptación climática municipal), de carácter positivo, que una vez identificadas pueden ser potenciadas y aprovechadas, respectivamente. Por otro lado, las Debilidades (internas) y Amenazas (externas) constituirán las principales problemáticas y retos que deberán ser enfrentados para mejorar las condiciones de resiliencia en el cantón.

Tal y como muestra la Figura 26Figura 26. Fundamentos del análisis DAFO, los cruces generados en esta matriz habilitan la propuesta de estrategias de actuación específicas para resolver o impulsar, según proceda, las circunstancias levantadas. Además, este ejercicio facilita la identificación de posibles condiciones habilitantes y arreglos institucionales necesarios para afrontar el desarrollo de las estrategias identificadas.

Figura 26. Fundamentos del análisis DAFO



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

La matriz DAFO será construida de forma conjunta durante el Taller 1 con todos los actores relevantes del cantón, y sus conclusiones serán incluidas en la versión final del Documento Diagnóstico.

BORRADOR

4.3 Enfoques orientadores del Plan

El trabajo de análisis y diagnóstico completado hasta este punto permite establecer con cierta claridad cuáles deben ser los conceptos clave a la hora de articular la definición de medidas de adaptación al cambio climático en particular, así como el Plan de Acción para la Adaptación Climática en general.

- **Gestión del riesgo del cambio climático**

Es el proceso que busca anticipar y/o reducir los riesgos actuales y/o evitar la generación de riesgos futuros ante los efectos del cambio climático, para reducir o evitar los potenciales impactos en los ecosistemas, cuencas, territorios, medios de vida, población, infraestructura, bienes y servicios.

- **Equidad de género e inclusión social.**

Busca la construcción de relaciones de género equitativas y justas y reconoce la existencia de otras discriminaciones y desigualdades derivadas del origen étnico, social, orientación sexual, identidad de género, edad, entre otros.

Desde una perspectiva de cambio climático, el enfoque de género incide en la formulación y gestión de políticas públicas, ya que incorpora las necesidades específicas de mujeres y hombres en todo el ciclo de las políticas, favoreciendo una gestión pública eficiente y eficaz orientada a la igualdad social y de género.

- **Integración vertical y horizontal.**

A través de la integración vertical, se fomenta el trabajo con las diferentes autoridades nacionales, regionales y cantonales competentes en materia de cambio climático, a fin de asegurar una correlación entre lo nacional y subnacional por medio de la alineación de los Planes de Acción para la Adaptación Climática con los instrumentos de gestión integral del cambio climático a nivel nacional como la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) y el Plan Nacional de Adaptación (PNACC).

Igualmente, la integración horizontal fomenta el trabajo conjunto e integrado con las diferentes autoridades sectoriales competentes en materia de cambio climático para potenciar las sinergias y la interrelación de competencias y responsabilidades de todos los sectores sociales y productivos, a fin de reducir su vulnerabilidad y su exposición a los efectos adversos del cambio climático.

BORRADOR

- **Participación ciudadana.**

Toda persona tiene el derecho y deber de participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones para la gestión integral del territorio integrando la adaptación al cambio climático que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno.

Los espacios de participación permiten conocer las opiniones, necesidades, experiencias y soluciones de la población para la construcción de estrategias climáticas más robustas e integrales. De esta manera, el espacio de diálogo y participación permite observar las causas de la vulnerabilidad social y enfocar esfuerzos para su solución, como el empoderamiento de las mujeres o inclusión de poblaciones con condiciones de vulnerabilidad. La participación ciudadana es fundamental para lograr un desarrollo sostenible bajo en emisiones y resiliente al cambio climático.

- **Adaptación basada en ecosistemas.**

Identificar e implementar acciones para la protección, manejo, conservación y urgente restauración de ecosistemas, particularmente de ecosistemas frágiles como ecosistemas costeros, forestales, humedales, arrecifes, planicies, desembocaduras, entre otros, así como áreas naturales protegidas, a fin de asegurar que estos continúen prestando servicios ecosistémicos.

- **Adaptación basada en la gestión territorial**.

Incorporar la adaptación en la gestión territorial a escala regional y cantonal. Asimismo, diseñar y adaptar la infraestructura y el hábitat urbano según su nivel de exposición y vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, promoviendo procesos constructivos sostenibles, el desarrollo de capacidades técnicas y profesionales, la innovación tecnológica y la incorporación de tecnologías locales para la construcción de ciudades sostenibles, resilientes y ambientalmente seguras.

- **Adaptación basada en comunidades.**

Recuperar, valorizar y utilizar los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas y su visión de desarrollo armónico con la naturaleza, en el diseño de las medidas de adaptación al cambio climático, garantizando la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de estos.

Desde la perspectiva de la adaptación, se debe reconocer, fomentar, apoyar e incentivar el conocimiento indígena y las técnicas ancestrales que permitan potenciar la adaptación de estos pueblos al cambio climático, en sus propios territorios.

BORRADOR

5 Siguientes pasos

Una vez aprobado este informe de diagnóstico se estará en disposición de proceder a definir las medidas de adaptación más apropiadas y ajustadas a la situación del cantón.

Para ello, en primer lugar se generará una lista larga de medidas, que incluirá aquellas ya en proceso de diseño y/o implementación previamente identificadas y además una propuesta adicional de actuaciones, en la que se dará la mayor cabida posible a las soluciones basadas en la naturaleza.

Esta lista "larga" de medidas tendrá un máximo de 30 entradas, con el propósito de que se trate de propuestas específicas, con una localización y alcance al menos esbozados.

El ejercicio de priorización tomará como referencia metodológica de partida la "Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio", publicada el pasado mes de septiembre por el equipo del Plan-A y que consiste básicamente en la identificación conjunta y ponderación numérica de criterios. De forma preliminar, procede proponer los siguientes:

- Eficiencia: ¿la medida optimiza el aprovechamiento de los recursos disponibles?
- Eficacia: ¿la medida alcanza completamente los objetivos?;
- Equidad: ¿la medida beneficia a grupos o comunidades socioeconómicamente vulnerables?
- Urgencia: ¿cómo de pronto debe implementarse esta medida?
- Flexibilidad: ¿la medida permite ser reajustada a lo largo de su implementación?
- Robustez: ¿la medida es solvente bajo diferentes escenarios climáticos futuros?
- Co-beneficios: ¿la medida resuelve adicionalmente otro tipo de problemas ambientales o sociales?
- Legitimidad: ¿es la medida política, cultural, social y ambientalmente aceptable?

De entre todos estos elementos se considera oportuno destacar dos de ellos. Por un lado, el relativo al no-arrepentimiento, ya que ayuda a garantizar que, en un escenario de escasa disponibilidad de recursos, se atienden problemas que ya se manifiestan en cada cantón analizado. Y por otro, el que menciona los co-beneficios, ya que está vinculado a un concepto que cada vez con más frecuencia se asocia al diseño de estrategias de acción climática: las sinergias entre mitigación y adaptación (SAM). En otras palabras, tal y como indicado anteriormente, se trata de conseguir que las medidas de adaptación no impliquen aumentos en las emisiones de GEI.

Este trabajo de definición de medidas de adaptación finalizará con la identificación de aquellas vulnerabilidades que se estime no vayan a ser poder atendidas considerando los resultados esperables de la hoja de ruta planteada.

BORRADOR

El ejercicio de (consolidación de la) identificación y priorización de medidas de adaptación será una de las actividades principales en la pauta del segundo de los talleres participativos planteados.

El número máximo de medidas priorizadas será de 10. Para cada una de estas, el equipo técnico de IDOM-CPSU elaborará una ficha-resumen de caracterización, que incluirá al menos la siguiente información: objetivos generales y específicos (metas, basados en los indicadores definidos para la caracterización del riesgo/s sobre el/los actuará), descripción detallada, principales barreras y arreglos institucionales necesarios para su implementación, indicadores de seguimiento, actores clave relacionados para su implementación, presupuesto estimado (inversión y operación/mantenimiento) así como posibles fuentes de financiamiento.

El siguiente paso corresponde a la definición misma del Plan de Acción para la Adaptación Climática, entregable final que será una recopilación de todos los insumos y resultados generados a lo largo del proceso.

El documento responderá al siguiente índice:

1 Resumen ejecutivo
2 Compromisos y avances nacionales ante la situación de emergencia climática global
3 Objeto y alcance
4 Metodología desarrollada. Fundamentos y limitaciones
5 Perfil del cantón
6 Análisis de riesgos climáticos
7 Visión y objetivos de adaptación
8 Medidas de adaptación
9 Condiciones habilitantes
10 Esquema de monitoreo y reporte
11 Opciones de financiamiento
12 Resumen del proceso participativo

Los contenidos adicionales que será necesario generar en esta fase tienen que ver principalmente con la estrategia de monitoreo y reporte (M&R). La propuesta se ajustará al Mecanismo para M&R de la adaptación a nivel subnacional que está siendo desarrollado actualmente. En todo caso, se propondrá un sistema robusto, basado en indicadores tanto asociados al cumplimiento de cada medida como a su posible contribución en términos de resiliencia.

La siguiente tabla (Tabla 23) recoge el conjunto de fechas propuesto para cada uno de los hitos que componen el proceso definido para completar la elaboración del PAAC.

BORRADOR

Tabla 23. Hitos y fechas de los próximos pasos.

Hito	Fecha propuesta
Reunión técnica 1 (Virtual)	Semana del 10 de marzo de 2022
Entrega Plan de trabajo consolidado	Semana del 11 de marzo de 2022
Entrega Diagnóstico	Semana del 18 de abril de 2022
Reunión técnica 2 (Virtual)	Semana del 04 de abril de 2022
Primer taller de validación (Presencial)	Semana del 09 de mayo de 2022
Entrega Diagnóstico consolidado	Semana del 16 de mayo de 2022
Segundo taller de validación (Presencial)	Semana del 23 de mayo de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación	Semana del 20 de junio de 2022
Reunión técnica 4 (Presencial)	Semana del 20 de junio de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación consolidado	Semana del 27 de junio de 2022
Tercer taller de presentación final (Presencial)	Semana del 04 de julio de 2022

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

BORRADOR

6 Conclusiones y recomendaciones

El presente documento recoge el segundo de los productos asociados a este apoyo técnico, el Informe de Diagnóstico dirigido a evaluar tanto las necesidades de adaptación al cambio climático como las oportunidades para la integración de medidas de adaptación en la planificación y gestión del desarrollo en el cantón Talamanca.

Lo recogido en el presente informe servirá de base para las siguientes etapas del proceso de construcción participativa del Plan de Acción para la Adaptación Climática (PAAC).

El ámbito del PAAC se extiende por todo el cantón, considerando la variedad de ambientes y realidades existentes en el mismo y trata de contribuir al desarrollo sostenible en términos de calidad de vida, reducción de la brecha de género y socioeconómica, igualdad de oportunidades y conservación del patrimonio natural.

Para sustentar adecuadamente las siguientes etapas del PAAC, se han ido completando diferentes ejercicios, entre los que destaca en primer lugar el perfil local del cantón, donde se analiza el territorio como una unidad sistémica, en la que se interrelacionan en un mismo espacio físico, diversas unidades, elementos y procesos territoriales de la índole físico espacial, social, económico, político, ambiental y jurídico. Este ejercicio permitió analizar aspectos clave para el desarrollo del perfil climático como el clima, las áreas de especial protección y corredores biológicos o la caracterización socioeconómica de la población y actividades productivas del cantón.

Tras ello, el perfil climático permitió determinar las necesidades del territorio desde la perspectiva de cambio climático. La evolución del registro histórico de temperaturas y precipitaciones, así como de las proyecciones del cambio climático de estos parámetros para los próximos años apuntan a la necesidad de proveerse de estrategias de adaptación efectivas para hacer frente a peligros asociados al cambio climático que no serán menos severos que los registrados y conocidos.

La generación de mapas de riesgo climático, a partir de la combinación de amenazas, exposición y vulnerabilidad, ha permitido clasificar espacialmente y mostrar sobre qué receptores y áreas del cantón será oportuno desarrollar acciones para mejorar la capacidad adaptativa de los diferentes receptores considerados frente a determinados potenciales efectos.

Actualmente, la peligrosidad frente a las inundaciones, sequía, olas de calor e inundación costera son las amenazas más recurrentes en el cantón. Igualmente, destacan los procesos de erosión costera en puntos concretos como el sector de Gandoca y su potencial afección al sector turismo. Por su parte, el riesgo de inundaciones y movimientos en masa, asociados a precipitaciones intensas, tendrá variaciones diversas, habiendo en general un ligero aumento con respecto al actual, especialmente en el escenario RCP8.5 (futuro lejano). Por último, el riesgo frente a sequías asociado a déficit de precipitaciones tendrá una variación

similar a los dos anteriores viéndose incrementadas de forma suave con respecto al período actual, y llegando a reducirse en el escenario RCP4.5.

Analizando los receptores del impacto, se deberá prestar especial atención a las actividades agropecuarias y a las áreas naturales, en relación con la sequía, puesto que la mayoría de sus elementos y superficies se encuentran en los niveles de riesgo medio alto y alto. Gran parte de la población sufrirá el aumento de las temperaturas en forma de olas de calor y por inundaciones.

Esto obliga a considerar la necesidad de articular una estrategia de actuación específicamente dirigida a la reducción del riesgo, en la que se priorice la actuación sobre los receptores y entornos específicamente señalados en este documento. Con los resultados que ha sido posible aportar, es recomendable adoptar soluciones de bajo arrepentimiento.

La estrategia de adaptación que se desarrollará en el PAAC debe perseguir, en términos generales, la reducción y/o evitar los daños y pérdidas desencadenadas por las amenazas, así como aprovechar las oportunidades que ofrece este para el desarrollo sostenible y resiliente, teniendo siempre presente un enfoque inclusivo con respecto al género y la diversidad cultural.

En resumen, el presente diagnóstico es un consistente punto de partida para la definición de las necesidades y oportunidades del cantón, así como eje articulador de la acción climática multinivel (país, región y cantón) y multisectorial.

BORRADOR

7 Referencias bibliográficas

Barahona, D., Méndez, J., & Sjöbohm, L. (2013). *Análisis de la susceptibilidad a deslizamientos en el distrito de Tres Equis: una base para la gestión del riesgo y ordenamiento territorial.* San José.

Bonsal, B. R. et al. (2011). Drought Research in Canada: A Review. *Atmosphere-Ocean, 49*(4), 303-319.

CNE. (Enero de 2022). Obtenido de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/index.aspx

Deschenes, O. (2014). Temperature, human health and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*(46), 606-619.

ESA. (2021). *Climate Change Initiative.*

Gobierno de Costa Rica. (2018).

Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático.*

Gobierno de Costa Rica. (2020a). *Contribución Nacionalmente Determinada.*

Gobierno de Costa Rica. (2020b). *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública.*

IMN. (2021). *Clima de Costa Rica y variabilidad climática.* Obtenido de https://www.imn.ac.cr/clima-en-costa-rica

INEC. (2011). *Censo de población.*

INEC. (2014). *Censo agropecuario.*

IPCC. (2014). *Quinto Informe de Evaluación del IPCC.*

Mideplan. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos.* San José de Costa Rica.

MIDEPLAN. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos.* San José de Costa Rica.

Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático.* San José, Costa Rica.

Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático.* San José, Costa Rica.

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2013). *Índice de Desarrollo Social 2013.*

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (204). *PLAN DE Desarrollo Cantonal de Talamanca.*

Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2013). *Diagnóstico base para determinar las características generales de la población y su entorno, de la zona afectada por el Corredor Fronterizo con Panamá.* Obtenido de https://foro.mivah.go.cr/Documentos%5Cinvestigaciones_diagnosticos%5Cdiagnosticos_planes_intervencion%5C2013%5CTALAMANCA%5CDIAGNOSTICO_TALAMANCA_FRONTERA.pdf

Municipalidad de Talamanca. (2014). *Plan de Desarrollo Humano Cantonal de Talamanca 2014-2024.*

BORRADOR

O´Neill, M. S., & Ebi, K. L. (2009). Temperature Extremes and Health: Impacts o Climate Variability and Change in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 51*(1), 13-25.

Universidad de Costa Rica. (2017). *Índice de Competitividad Cantonal 2006-2016.*

WHO. (2009). *WHO statement on the status of the global climate in 2009.*

WHO. (2015). *Heatwaves and Health: Guidance on Warning System Development.* Obtenido de https://www.who.int/globalchange/publications/WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015.pdf?ua=1

BORRADOR

8 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos

En el presente Anexo se presenta la metodología utilizada para la obtención de la información geográfica relativa a los análisis de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo aportados a lo largo del documento. A modo de síntesis, conviene recordar que la base para la obtención de los resultados de Riesgo para cada receptor responde a la metodología que se resumen con la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo climático} = \underbrace{\text{Peligrosidad}}_{\text{Para diferentes escenarios y horizontes temporales}} * \underbrace{\text{Exposición} * \text{Vulnerabilidad}}_{\text{Para cada receptor}}$$

8.1 Peligrosidad

Tal y como se describe en el capítulo de Amenazas a considerar, los mapas de peligrosidad se han obtenido para cuatro potenciales peligros identificados (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor), los cuales se encuentran asociados a las amenazas de episodios de lluvia intensa, ausencia prolongada de precipitaciones y periodos de altas temperaturas. La construcción de esos mapas se ha elaborado bajo los diferentes escenarios climáticos y horizontes temporales estudiados.

Para las cuatro amenazas se han obtenido mapas de peligrosidad clasificados en 5 categorías dependiendo de su nivel de amenaza.

8.1.1 Lluvias intensas

Las lluvias intensas se analizan mediante el índice de número de días muy húmedos (R95p). Este índice es representativo para la caracterización de los potenciales impactos, en comparación con otros índices extremos disponibles, que puedan reflejar un valor de pluviometría global, de carácter diario, mensual o anual. El R95P representa de número de días muy húmedos, considerando como días húmedos aquellos en los que la precipitación es superior al percentil 95 de la serie de datos analizada (WHO, 2009)

Su cálculo se realiza bajo dos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para un escenario cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075).

Para ver su evolución en el tiempo, se calcula el porcentaje de cambio de los días de lluvia extrema superior al percentil 95 de los distintos periodos (2015-2045 y 2045-2075) y escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) con respecto al periodo histórico (1975-2005).

BORRADOR

$$Porcentaje\ de\ cambio\ R95p\ (\%) = \frac{(R95p_{periodo\ futuro} - R95p_{periodo\ histórico})}{R95p_{periodo\ histórico}}\ x\ 100$$

Por último, se otorga al porcentaje de cambio una categoría de amenaza que va desde Nula hasta Muy Alta, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 24. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es…	… el nivel de amenaza es…	…lo que quiere decir que…
R95p (Precipitaciones extremas)	x <= 0	Nulo	Existe una reducción del número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 durante el periodo analizado
	0% < x <= 10%	Bajo	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado registra un aumento de hasta un 10 % con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	10%< x <= 20%	Medio-Bajo	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado registra un aumento de entre un 10% y un 20% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	20% < x <= 30%	Medio	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95del periodo analizado registra un aumento de entre un 20% y un 30% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	30% < x <= 40	Medio-Alto	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95del periodo analizado registra un aumento de entre un 30% y un 40% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	x > 40%	Alto	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95del periodo analizado es superior al 40% del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

BORRADOR

8.1.1.1 Inundaciones

Para la amenaza de inundaciones, por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las zonas potencialmente inundables en el cantón.

Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de susceptibilidad simplificado, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones son las que presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por inundación a partir de la combinación del mapa de zonas potencialmente inundables de la CNE y el mapa de pendientes (susceptibilidad).

La información de las pendientes de la zona de estudio ha sido extraída del Modelo Digital del Terreno de 10 metros de resolución (Atlas Costa Rica, 2014). Las diferentes pendientes han sido agrupadas en 5 grupos como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 25. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones

Pendiente (%)	Contribución a la inundación
<2	Alta
2-5	Media-Alta
5-12	Media
12-25	Media-Baja
>25	Baja

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad actual a inundaciones

Una vez obtenidos los mapas de pendientes y de potenciales zonas de inundaciones de la CNE, se ha procedido su combinación y operación espacial de sus valores de acuerdo a lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de inundación.

Tabla 26. Peligrosidad a inundaciones

		Zonas potenciales de la CNE	
Susceptibilidad actual		No inundable - CNE	Potencialmente inundable - CNE
	Bajo	Peligrosidad Baja	Peligrosidad Alta
	Media Baja	Peligrosidad Media Baja	Peligrosidad Alta
	Media	Peligrosidad Media	Peligrosidad Alta
	Media Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta
	Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad futura a inundaciones

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P mostrada anteriormente.

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por inundación para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Resultado de la combinación de ese mapa con el indicador climático de episodios de lluvias intensas se obtuvo la peligrosidad de inundaciones en los escenarios climáticos y horizontes planteados. Esa combinación se expresa a través de la siguiente matriz:

Tabla 27. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones

		Incremento de peligrosidad (R95p)					
Peligrosidad actual		Nulo	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
	Bajo	Baja	Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja
	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media	Media	Media	Media
	Media	Media	Media	Media	Media Alta	Media Alta	Media Alta
	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta
	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

8.1.1.2 Deslizamientos

Para la amenaza de deslizamientos, el estudio ha consistido en la realización de dos análisis. Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las áreas potencialmente susceptibles a deslizamientos en el cantón.

Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que, para el segundo análisis, se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a

través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan una mayor susceptibilidad a que le terreno sufra un deslizamiento.

La información de las pendientes de la zona de estudio ha sido extraída del Modelo Digital del Terreno de 10 metros de resolución (Atlas Costa Rica, 2014). Las diferentes pendientes han sido agrupadas en 5 grupos como se aprecia en la Tabla 28. El mapa de pendientes obtenido es el que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 28. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos

Pendiente (%)	Contribución a la inundación
>25	Alta
12-25	Media-Alta
5-12	Media
2-5	Media-Baja
<2	Baja

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad actual a deslizamientos

Una vez obtenidos los mapas de pendientes y de potenciales zonas de deslizamientos de la CNE, se ha procedido su combinación y operación espacial de sus valores de acuerdo a lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de deslizamientos.

Tabla 29. Peligrosidad a deslizamientos

		Zonas potenciales de la CNE	
		Sin deslizamientos - CNE	Con deslizamientos - CNE
Susceptibilidad actual	Bajo	Peligrosidad Baja	Peligrosidad Alta
	Media Baja	Peligrosidad Media Baja	Peligrosidad Alta
	Media	Peligrosidad Media	Peligrosidad Alta
	Media Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta
	Alta	Peligrosidad Media Alta	Peligrosidad Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Finalmente, se ha generado un mapa de peligrosidad por deslizamiento a partir de la combinación de las zonas de ocurrencia potencial de deslizamientos de la CNE y el mapa de pendientes.

Peligrosidad futura a deslizamientos

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por deslizamientos en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P.

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por deslizamientos para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Resultado de la combinación de ese mapa con el indicador climático de episodios de lluvias intensas se obtuvo la peligrosidad de deslizamientos en los escenarios climáticos y horizontes planteados. Esa combinación se expresa a través de la siguiente matriz:

Tabla 30. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos

		Incremento de peligrosidad (R95p)					
Peligrosidad actual	Nulo	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Bajo	Baja	Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja
Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media	Media	Media	Media
Media	Media	Media	Media	Media Alta	Media Alta	Media Alta
Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta
Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

8.1.2 Déficit de lluvias - Sequía

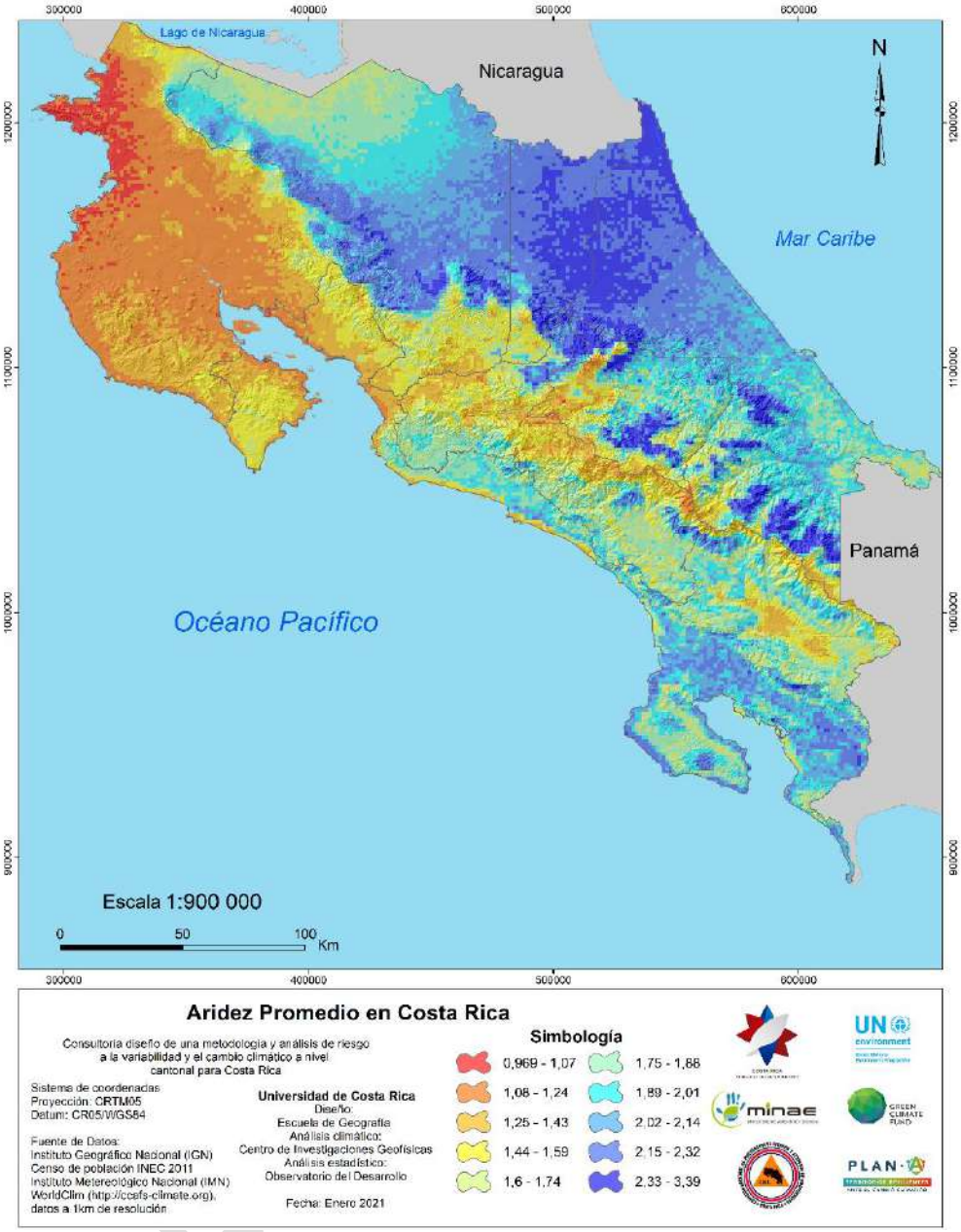
En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

Peligrosidad actual a sequía

Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez[11] global, obtenido a partir de los datos WorldClim 2.0 (1970-2000). Este índice representa la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (que a su vez depende de la temperatura), es decir, la precipitación sobre la demanda de agua para la vegetación (agregada sobre una base anual).

[11] Trabucco, Antonio; Zomer, Robert (2019): Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration (ET0) Climate Database v2. figshare. Dataset. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v3

Figura 27. Índice de aridez promedio



Fuente: Plan-A (2020)

De esta manera se ha elaborado un mapa de susceptibilidad de sequías, de acuerdo al criterio de categorización del índice de aridez que recoge la siguiente tabla. Se distingue, así, entre diferentes niveles: el nivel de susceptibilidad alto corresponde con valores del índice de aridez inferiores a 1.46, el nivel medio alto con valores comprendidos entre 1.46 y 2.19, y el nivel de susceptibilidad medio se asocia a valores entre 2.19 y 2.93, el nivel medio bajo a valores entre 2.93 y 3.66, quedando las zonas con valores superiores a 3.66 clasificadas con una susceptibilidad baja.

Tabla 31. Categorización de la aridez

Aridez promedio	Peligrosidad a sequías
>3.66	Peligrosidad baja
2.93-3.66	Peligrosidad media-baja
2.19-2.93	Peligrosidad media
1.46-2.19	Peligrosidad media-alta
<1.46	Peligrosidad alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Peligrosidad futura a sequía

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por sequía bajo los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de días secos consecutivos (*Consecutive Dry Days*, CDD), que corresponde con el mayor número de días consecutivos en los cuales la cantidad de precipitación diaria es inferior a 1 mm (WMO, 2009). Este índice climático es una medida de la escasez de precipitaciones, con valores altos que corresponden a largos períodos de escasez de precipitaciones y a condiciones potencialmente favorables a la sequía. Un aumento de este índice con el tiempo significa que la probabilidad de condiciones de sequía aumentará.

Este índice se calcula para todo el cantón, bajo dos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para un escenario cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075).

Para poder determinar su evolución en el tiempo y poder asociar un nivel de amenaza, se calcula el porcentaje de cambio del índice de los periodos futuros (2015-2045 y 2045-2075) y escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) con respecto al periodo histórico (1975-2005), a través de la siguiente fórmula:

$$Porcentaje\ de\ cambio\ de\ CDD\ (\%) = \frac{(CDD_{periodo\ futuro} - CDD_{periodo\ histórico})}{CDD_{periodo\ histórico}}\ x\ 100$$

Por último, se otorga al porcentaje de cambio una categoría de amenaza que va desde Nula hasta Muy Alta, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 32. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es…	… el nivel de amenaza es…	…lo que quiere decir que…
CDD (Sequías)	x <= 0	Nulo	Existe una reducción del número de días secos consecutivos durante el periodo analizado
	0% < x <= 25%	Bajo	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de hasta un 25 % con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	25%< x <= 50%	Medio-Bajo	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de entre un 25% y un 50% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	50% < x <= 75%	Medio	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de entre un 50% y un 75% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	75% < x <= 100	Medio-Alto	El número de días secos del periodo analizado registra un aumento de entre un 75% y un 100% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	x > 100%	Alto	El número de días secos del periodo analizado es superior al doble del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Así, se han generado los mapas de peligrosidad por inundación para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075, tomando los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Resultado de la combinación de ese mapa con el indicador climático de déficit de lluvias se obtuvo la peligrosidad de inundaciones en los escenarios climáticos y horizontes planteados. Esa combinación se expresa a través de la siguiente matriz:

Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias

		Incremento de peligrosidad (CDD)					
Peligrosidad actual	Nulo	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Bajo	Baja	Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media Baja
Media Baja	Media Baja	Media Baja	Media	Media	Media	Media
Media	Media	Media	Media	Media Alta	Media Alta	Media Alta
Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Media Alta	Alta	Alta
Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

8.1.3 Altas temperaturas – Olas de calor

Peligrosidad actual a olas de calor

En este estudio se ha considerado una predisposición homogénea de todo el territorio a sufrir olas de calor. Ciertamente el fenómeno puede agravarse en entornos urbanos por el denominado efecto isla de calor urbana, que se produce cuando espacio concreto se registra una temperatura mayor que en las áreas circundantes. En entornos urbanos esta acumulación se debe generalmente a la presencia de superficies artificiales que absorben, retienen y liberan calor lentamente y, a su vez impiden la refrigeración natural por evaporación de agua contenida en el suelo y en la vegetación; al efecto invernadero que gases y partículas contaminantes en suspensión producen a consecuencia de las emisiones del tráfico rodado, industrias o viviendas; así como a la obstrucción de los movimientos de renovación del aire por el relieve de la propias edificaciones.

No obstante, puesto que la exposición a esta amenaza para los receptores población y hábitat urbano se analiza en las propias edificaciones, se considera que este efecto queda representado en el análisis y cálculo del riesgo.

Peligrosidad futura a olas de calor

En este caso se ha tenido en cuenta para su procesamiento el indicador climático WSDI que representa el número de días al año que forman parte de una secuencia de al menos 6 días consecutivos con la temperatura máxima mayor al percentil 90 del total de registros.

Para aquellas amenazas que vienen definidas directamente por el indicador climático como olas de calor (periodos de altas temperaturas) los mapas de peligrosidad se han construido de acuerdo con la categorización de la evolución prevista respecto a la situación actual para esos indicadores.

Del mismo modo que con la amenaza anterior, su cálculo se realiza bajo dos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para un escenario cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075).

Una vez definido el índice, se calcula el porcentaje de cambio de los distintos periodos con respecto al periodo histórico de referencia, a través de la siguiente fórmula.

$$Porcentaje\ de\ cambio\ de\ WSDI\ (\%) = \frac{(WSDI_{periodo\ futuro} - WSDI_{periodo\ histórico})}{WSDI_{periodo\ histórico}}\ x\ 100$$

De nuevo, se otorga al porcentaje de cambio una categoría de amenaza que va desde Nula hasta Muy Alta, tal y como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 34. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es…	… el nivel de amenaza es…	…lo que quiere decir que…
WSDI (Olas de calor)	x <= 0	Nulo	Existe una reducción del número de días cálidos consecutivos durante el periodo analizado
	0% < x <= 25%	Bajo	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de hasta un 25 % con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	25%< x <= 50%	Medio-Bajo	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de entre un 25% y un 50% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	50% < x <= 75%	Medio	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de entre un 50% y un 75% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	75% < x <= 100	Medio-Alto	El número de días cálidos del periodo analizado registra un aumento de entre un 75% y un 100% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	x > 100%	Alto	El número de días cálidos del periodo analizado es superior al doble del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Una vez obtenidos los grados de peligrosidad para cada amenaza en cada uno de los escenarios y horizontes, las categorías se han adaptado a una escala numérica que sirva como variable en los posteriores cálculos de obtención de riesgo. La correspondencia de escala responde a la siguiente tabla:

Tabla 35. Clasificación de la vulnerabilidad.

Grado de peligrosidad futura	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Escala numérica	1	2	3	4	5

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

8.2 Exposición y vulnerabilidad

Los indicadores de exposición y vulnerabilidad se han elaborado para cada receptor considerado, agrupados en seis sectores principales: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas. Tal y como se describe en ese apartado, la consideración de uno u otro receptor para cada amenaza responde a la naturaleza de esta y a su interacción con cada receptor, entendiendo de este modo que existen receptores que no se han analizado para alguna de las amenazas en cuestión por considerarse que no se ven afectados por ella.

La justificación de esa elección queda detallada en el apartado de Cadenas de impacto (apartado 3.5), así como la fuente oficial a partir de la que se ha obtenido cada uno de ellos queda indicado en el apartado de Indicadores espaciales (apartado 3.6).

Del mismo modo, a continuación, se muestra de nuevo a la tabla de indicadores con los rangos utilizados para categorizar la vulnerabilidad, así como su justificación técnica de los criterios adoptados en cada caso.

Como se ha mencionado anteriormente, el criterio de categorización corresponde principalmente a criterios estadísticos y a criterio experto, para lo cual se han analizado los histogramas de frecuencia de las variables de estudio o indicadores. En otros casos, se ha optado por otro tipo de criterio específico como suceden con los indicadores asociados al sector agropecuario, infraestructuras o equipamientos como se aprecia en la siguiente tabla:

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
Población	Población	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Densidad de población	Baja	0-30 hab/ha	Se asocia una mayor densidad de población con una mayor vulnerabilidad.
				Media	30-100 hab/ha	
				Alta	>100 hab/ha	
			Edad (<18 y >60)	Baja	0-25%	Se asocia un mayor porcentaje de personas menores de 18 años y mayores de 60 años existentes en el cantón con una mayor vulnerabilidad.
				Media	25-50%	
				Alta	>50%	
			Población con NBI	Baja	0-30%	Se asocia un mayor porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas con una mayor vulnerabilidad.
				Media	30-60%	
				Alta	>60%	
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Densidad de viviendas	Baja	0-10 viv/ha	Se asocia una mayor densidad de viviendas con una mayor vulnerabilidad.
				Media	10-50 viv/ha	
				Alta	>50 viv/ha	
			Hacinamiento en dormitorios	Baja	0-10%	Se asocia un mayor porcentaje de hacinamiento en dormitorios con una mayor vulnerabilidad.
				Media	10-20%	
				Alta	>20%	
			Viviendas en estado malo	Baja	0-10%	Se asocia un mayor porcentaje de viviendas en mal estado con una mayor vulnerabilidad.
				Media	10-20%	
				Alta	>20%	
Sector primario	Agropecuario	Inundaciones Sequías	Actividad principal (especies cultivadas/criadas)	Baja	Cultivos con bajo requerimiento hídrico / alimentación a base de piensos	Se asocian los cultivos con un elevado coeficiente de evapotranspiración (Kc med) con una mayor vulnerabilidad, por un mayor requerimiento hídrico del cultivo. Igualmente, se asocian las cabezas de ganado con alimentación a base de pastos naturales con una mayor vulnerabilidad, por un mayor requerimiento hídrico de su fuente de alimentación principal.
				Media	Otros	
				Alta	Cultivos de elevado requerimiento hídrico / alimentación a base de pastos naturales	

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
			Divergencia uso / capacidad tierra	Baja	Concordancia uso/capacidad	Se asocia la divergencia de uso entre la capacidad real de un suelo y su uso actual con una mayor vulnerabilidad.
				Media	Concordancia restringida	
				Alta	Divergencia uso/capacidad	
			Principal fuente de agua	Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA	Se asocia la dificultad de acceso al recurso hídrico como fuente principal de agua, influenciada por la ausencia de precipitaciones, con una mayor vulnerabilidad.
				Media	Otras	
				Alta	Cosecha de agua / pozo / manantial / río	
Infraestructuras	Vías	Deslizamientos Inundaciones	Tipo de vía	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas	Se asocian las vías no pavimentadas de tierra con una mayor vulnerabilidad de la infraestructura. Se asocia el nivel jerárquico de las carreteras con el tipo de pavimento que cuentan. Igualmente, se asocia una menor redundancia de la red vial (posibilidad de usar rutas alternas) con una mayor vulnerabilidad. Se asume que las vías de menor nivel jerárquico tienen menos redundancia.
				Media	Vías cantonales / Centro urbano	
				Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra	
	Ferrovías		Tipo de ferrovía	Baja	-	Al no contarse con información específica de las ferrovías se asocian todas ellas con una vulnerabilidad media.
				Media	Ferrovías	
				Alta	-	
	Puentes		Tipo de puente	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas	Se asocia la presencia de puentes en vías no pavimentadas y con menor redundancia con una mayor vulnerabilidad.
				Media	Vías cantonales / Centro urbano	
				Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra	

BORRADOR

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
Equipamientos	Salud	Deslizamientos Inundaciones	Número de camas	Baja	0-100	Se asocia una mayor capacidad de atención del centro de salud (número de camas) con una mayor vulnerabilidad.
				Media	100-200 / ND	
				Alta	>200	
	Educación		Tipo de centro educativo	Baja	Colegio virtual	Se asocian los centros educativos presenciales con una mayor vulnerabilidad. Se asocian igualmente los centros educativos para alumnos de preescolar o con necesidades especiales con una mayor vulnerabilidad.
				Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria	
				Alta	Preescolar público / Centro especial / CAIPAD	
	Recurso hídrico		ASADAS	Baja	-	Al no contarse con información específica de las ASADAS se asocian todas ellas con una vulnerabilidad media.
				Media	ASADAS	
				Alta	-	
	Turismo		Edificaciones hoteleras	Baja		Al no contarse con información específica de las edificaciones hoteleras se asocian todas ellas con una vulnerabilidad media
				Media	Hoteles	
				Alta		
Áreas protegidas	Humedales	Sequías	Tipo de humedal	Baja	Bajos de lodo	Se asocian los tipos de humedal con una mayor necesidad de requerimientos hídricos de cada especie con una mayor vulnerabilidad.
				Media	Pantano arbustivo / Otros	
				Alta	Pantano herbáceo / manglar / lago / laguna / laguna costera / estero	
	Territorios indígenas	Deslizamientos Inundaciones Sequías	Porcentaje de población indígena dentro	Baja	<25%	Se asocia una mayor presencia de población indígena en un territorio indígena con una mayor vulnerabilidad.
				Media	25%-75%; sin de datos población por UGM	

BORRADOR

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
			del territorio indígena	Alta	>75%	
	Áreas naturales	Sequías	Tipo de área natural en función de la susceptibilidad al riesgo de incendios	Baja	Pasto en corredor biológico / otras coberturas	Se asocia un elevado factor de combustibilidad de la materia vegetal (y consecuentemente una elevada intensidad en la propagación del fuego) con una mayor vulnerabilidad. Igualmente, se asocian a las áreas silvestres protegidas con una mayor vulnerabilidad, por su importancia natural, cultural y/o socioeconómica, para cumplir con determinados objetivos de conservación y de gestión.

BORRADOR

Por último, en relación con el procesado de la información geográfica, cada una de las capas de los indicadores ha sido clasificada en 3 categorías atendiendo a su grado de vulnerabilidad, las cuales a su vez se han traducido a una escala numérica para poder ser utilizada en el cálculo de riesgo. Las categorías y correspondencia numéricas se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 36. Clasificación de la vulnerabilidad.

Grado de vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Escala numérica	1	2	3

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

8.3 Cálculo del riesgo

Una vez obtenidos y categorizados tanto los mapas de peligrosidad para las cuatro amenazas para los diferentes escenarios climáticos y horizontes, así como los indicadores de exposición y vulnerabilidad para los receptores estudiados, se procedió a la obtención del cálculo de riesgo. A continuación, se detallan de manera pormenorizada los pasos implicados en ese proceso. Para facilitar el entendimiento sobre los geoprocesos que se han efectuado con la información, se indica en cada punto la herramienta utilizada en el software que se ha empleado, en este caso ArcGIS en su versión 10.7.1.

1. Se realiza el proceso de intersección (herramienta: *Intersect*) de la capa de Peligrosidad junto con la capa del indicador de Exposición y Vulnerabilidad, de manera que se obtiene una capa única con la información de ambos insumos combinada.
2. Se agrega un nuevo campo (herramienta *Add Field)* que contendrá el valor numérico de riesgo del receptor para la amenaza en cuestión, calculándose de forma numérica mediante la siguiente fórmula:

$$Riesgo = Vulnerabilidad\ x\ 10 + Peligrosidad$$

   donde el rango de valores resultantes del riesgo es de (11-35), de la vulnerabilidad es de (1-3), de la peligrosidad es de (1-5), y la exposición viene determinada por la ubicación geográfica del receptor.
3. Seguidamente, se agrega un nuevo campo donde se categoriza el resultado de la operación anterior (punto 2); de acuerdo con la siguiente matriz:

BORRADOR

Tabla 37. Clasificación del riesgo.

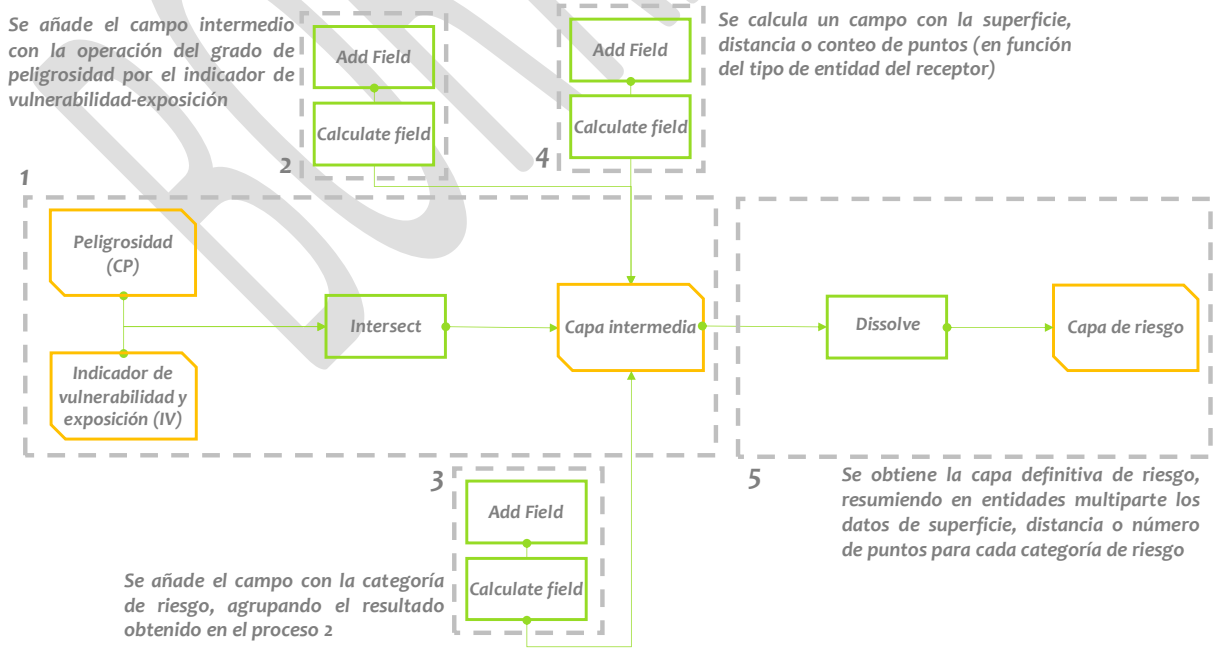
		Peligrosidad				
Vulnerabilidad y exposición		Baja (1)	Media Baja (2)	Media (3)	Media Alta (4)	Alta (5)
	Baja (1)	Bajo (11)	Medio Bajo (12)	Medio (13)	Medio Alto (14)	Medio Alto (15)
	Media (2)	Bajo (21)	Medio Bajo (22)	Medio (23)	Medio Alto (24)	Alto (25)
	Alta (3)	Medio Bajo (31)	Medio (32)	Medio Alto (33)	Alto (34)	Alto (35)

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4. Una vez obtenida la categorización del riesgo, dependiendo del tipo de entidad -polígono, línea o punto- se agrega un nuevo campo y se calcula (*Calculate Field*) la superficie, distancia o conteo de puntos del resultado, respectivamente.
5. Finalmente, sobre la capa resultante se aplica un geoproceso de disolución (*Dissolve*) en el que se resume en entidades multipartes la categoría de riesgo, obteniendo los datos totales de superficie, distancia o número de puntos, según aplique, para cada categoría de riesgo en cada uno de los receptores.

A modo de síntesis, el proceso se resume en el esquema a continuación. Cabe señalar que toda la información geográfica utilizada en los diferentes análisis de riesgos realizados para las cuatro amenazas, así como los mapas resultantes, se aportan en la geodatabase que se entrega adjunta con el informe.

Figura 28. Esquema metodológico de cálculo.



Fuente: IDOM-CPSU (2021)

9 Anexo 2. Clima histórico y Proyecciones climáticas en Costa Rica

9.1 Clima histórico

Para caracterizar el clima histórico del apartado 4.1 se ha utilizado la siguiente información:

- Estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN),
- Mapas de las principales variables climáticas (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) de la iniciativa WorldClim, para poder analizar su distribución y variabilidad espacial.

WorldClim es una base de datos meteorológicos y climáticos globales de alta resolución espacial (1km), disponible libremente (https://www.worldclim.org/data/index.html), y cuya versión 2 cuenta con datos mensuales para el periodo histórico 1970-2000.

9.2 Proyecciones climáticas

En Costa Rica, el IMN realizó los primeros escenarios regionalizados de cambio climático en 2012, y en el 2017 realizó una actualización de estos utilizando el modelo regional PRECIS. Igualmente, se realizó una tercera actualización en el año 2021 usando los escenarios de emisiones RCP2.6 y RCP8.5 en el periodo 2006-2099 para variables medias de temperatura y lluvia, poco apropiadas para caracterizar amenazas de carácter extremo. (http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/ProyeccionesEscenariosClimaticos/offline/ProyeccionesEscenariosClimaticos.pdf)

Por otro lado, se cuenta con el Visor de Escenarios de Cambio Climático de Centroamérica (https://centroamerica.aemet.es/). Estos escenarios se desarrollaron para los escenarios de cambio climático: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5, así como para tres horizontes temporales: próximo (2011-2040), medio (2041-2070) y lejano (2071-2100). La resolución espacial del conjunto de los datos es de 0,5 grados (50 km x 50 km) para la regionalización dinámica (11 modelos), y de 0,25 grados (25 km x 25 km) para las regionalizaciones estadísticas de análogos o regresión (16 ó 17 modelos, respectivamente). Sin embargo, este conjunto de datos no presenta valores diarios que permitan obtener indicadores climáticos extremos, por lo que para la elaboración de este trabajo se emplearon las proyecciones facilitadas por la iniciativa NEX-GDDP (NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections) de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), en adelante NASA-NEX. La información contenida en NASA-NEX está alineada tanto en escenarios de cambio climático como en horizontes temporales con la generada por el IMN, con la ventaja de contar con una resolución espacial de 0,25 grados (25km x 25 km), datos diarios y mayor número de modelos climáticos regionalizados, lo cual permite caracterizar con un mayor detalle la variabilidad climática cantonal de Costa Rica.

NASA-NEX es un producto consolidado, que incluye proyecciones estadísticamente regionalizadas de datos diarios de temperatura (máxima y mínima) y de precipitación para los 21 modelos climáticos del proyecto CMIP5; y para dos trayectorias de emisión de gases: RCPs 4.5 y RCP 8.5 (véase la Tabla 34 para un listado de los modelos y su origen). Se trata de información de libre acceso a la cual se puede acceder aquí.

La técnica estadística de regionalización (o escalado regional) empleada para generar NASA-NEX se basa en el método de corrección del sesgo por desagregación espacial (BCSD, en sus siglas en inglés) que, a su vez, usa datos combinados de reanálisis y observaciones históricas para la corrección (producto GMFD de la Universidad de Princeton). En conclusión, Las particularidades del conjunto de datos NASA-NEX proporcionan los datos necesarios para acotar y caracterizar las incertidumbres climáticas de la región de estudio, permitiendo generar escenarios, de precipitación y temperatura, más robustos y adecuados a los objetivos generales.

Tabla 42. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características

Modelo	Centro	País	Resolución (original)		Resolución (NASA-NEX)	
			Lat (°)	Lon (°)	Lat (°)	Lon (°)
BCC-CSM1-1	GCESS	China	2.79	2.81	0.25	0.25
BNU-ESM	NSF-DOE-NCAR	China	2.79	2.81	0.25	0.25
CanESM2	LASG-CESS	Canadá	2.79	2.81	0.25	0.25
CCSM4	NSF-DOE-NCAR	USA	0.94	1.25	0.25	0.25
CESM1-BGC	NSF-DOE-NCAR	USA	0.94	1.25	0.25	0.25
CNRM-CM5	CSIRO-QCCCE	Francia	1.40	1.41	0.25	0.25
CSIRO-MK3-6-0	CCCma	Australia	1.87	1.88	0.25	0.25
GFDL-CM3	NOAAGFDL	USA	2.00	2.50	0.25	0.25
GFDL-ESM2G	NOAAGFDL	USA	2.02	2.00	0.25	0.25
GFDL-ESM2M	NOAAGFDL	USA	2.02	2.50	0.25	0.25
INMCM4	IPSL	Rusia	1.50	2.00	0.25	0.25
IPSL-CM5A-LR	IPSL	Francia	1.89	3.75	0.25	0.25
IPSL-CM5A-MR	MIROC	Francia	1.27	2.50	0.25	0.25
MIROC5	MPI-M	Japón	1.40	1.41	0.25	0.25
MIROC-ESM	MIROC	Japón	2.79	2.81	0.25	0.25
MIROC-ESM-CHEM	MIROC	Japón	2.79	2.81	0.25	0.25
MPI-ESM-LR	MPI-M	Alemania	1.87	1.88	0.25	0.25
MPI-ESM-MR	MRI	Alemania	1.87	1.88	0.25	0.25
MRI-CGCM3	NICAM	Japón	1.12	1.13	0.25	0.25
NorESM1-M	NorESM1-M	Noruega	1.89	2.50	0.25	0.25

Fuente: iniciativa NEX-GDDP de la NASA[12].

[12] Disponible en: https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp

Como fue mencionado anteriormente, el ensamble de NASA-NEX incluye las trayectorias de emisión de gases RCPs 4.5 y RCP 8.5. El escenario RCP 4.5 representa un "escenario de estabilización", en el que las emisiones de gases de efecto invernadero alcanzan su punto máximo alrededor de 2040 y luego se reducen. El RCP 8.5, en cambio, representa un escenario más pesimista en el que las emisiones no disminuyen a lo largo del siglo. Estos escenarios se seleccionan, generalmente, para analizar el riesgo climático ya que abarcan una amplia gama de posibles cambios futuros del clima, y por tanto de temperatura y precipitación.

Habitualmente, se utilizan periodos de 30 años para analizar los cambios climáticos medios, considerando las variaciones interanuales en la temperatura y las precipitaciones. Junto con los dos escenarios RCP anteriormente citados, las proyecciones se evalúan en los siguientes horizontes temporales, con el año central indicado (1990, 2030 y 2060):

- Período de referencia [1990]: 1975 – 2005.
- Futuro cercano [2030]: 2015 – 2045.
- Futuro lejano [2060]: 2045 – 2075.

Para poder analizar su comportamiento, en este trabajo se han calculado los siguientes indicadores:

- Delta o anomalía de la temperatura: se calcula restando la medida del escenario futuro simulado (2015-2045 y 2045-2075) con la medida del periodo de referencia simulado (1979-2005).

$$Anomalía\ de\ la\ temperatura\ (ºC) = T^{a}_{periodo\ futuro} - T^{a}_{periodo\ histórico}$$

- Porcentaje de cambio de la precipitación: se obtiene calculando la diferencia del período futuro simulado (2015-2045 y 2045-2075) y el periodo histórico simulado (1975-2005), y después aplicándolo sobre el periodo histórico observado.

$$Porcentaje\ de\ cambio\ de\ las\ precipitaciones\ (\%) = \frac{(Prec_{periodo\ futuro} - Prec_{periodo\ histórico})}{Prec_{periodo\ histórico}}\ x\ 100$$

BORRADOR

10 Anexo 3. Resumen del proceso participativo

Se espera que la elaboración de este PAAC, además de apoyarse en sólidos fundamentos técnicos, sea el resultado de un proceso de aprendizaje e intercambio con el equipo municipal y el conjunto de agentes socioeconómicos vinculados y/o necesarios para desarrollar con éxito esta estrategia de resiliencia climática. Con este propósito se ha definido un conjunto de espacios participativos en los que ir compartiendo y validando avances con las partes interesadas.

A continuación, en la Tabla 38. Esquema de actividades previsto, se muestra el grado de avance en el esquema de actividades previsto.

Tabla 38. Esquema de actividades previsto

Actividad	Actividades a realizar
Reunión técnica 1 (Virtual)	Analizar conjuntamente el presente Plan de trabajo Alinear expectativas Finalizar el trabajo alrededor de la "Caja de Herramientas"
Reunión técnica 2 (Presencial)	Definir las principales amenazas climáticas a analizar Análisis inicial de exposición y vulnerabilidad Preparación del proceso participativo
Reunión técnica 3 (Virtual)	Revisión del borrador del Diagnóstico Perfil Local Perfil de Cambio Climático Construcción de cadenas de impacto
Primer taller de validación (Presencial)	Presentación general del proceso Validación del Diagnóstico Integral Construcción de matriz DAFO Propuesta de visión y objetivos principales para la adaptación
Segundo taller de validación (Presencial)	Consolidación de la lista larga de medidas planteadas Ejercicio de priorización
Reunión técnica 4 (Virtual)	Presentación del borrador del Plan de Acción
Tercer taller de validación (Presencial)	Validación del Plan de acción

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

10.1 Avances hasta la fecha

A la fecha de emisión de este documento, se han realizado la reunión técnica 1 el jueves 10 de marzo y las reuniones técnicas 2 y 3 que se fusionaron en una única reunión realizada el lunes 04 de abril.

En dichas reuniones se realizó la presentación del equipo municipal que va a acompañar el proceso de elaboración del plan integrado y el equipo consultor que acompañará técnicamente el proceso. También se realizó la revisión de los resultados preliminares del diagnóstico cantonal y se coordinaron los próximos pasos del proyecto en lo referente a la realización de los talleres participativos que tendrán lugar en el mes de mayo.

BORRADOR

En la siguiente Tabla 39 se brinda la información de quiénes participaron

Tabla 39. Personas asistentes a las reuniones técnicas

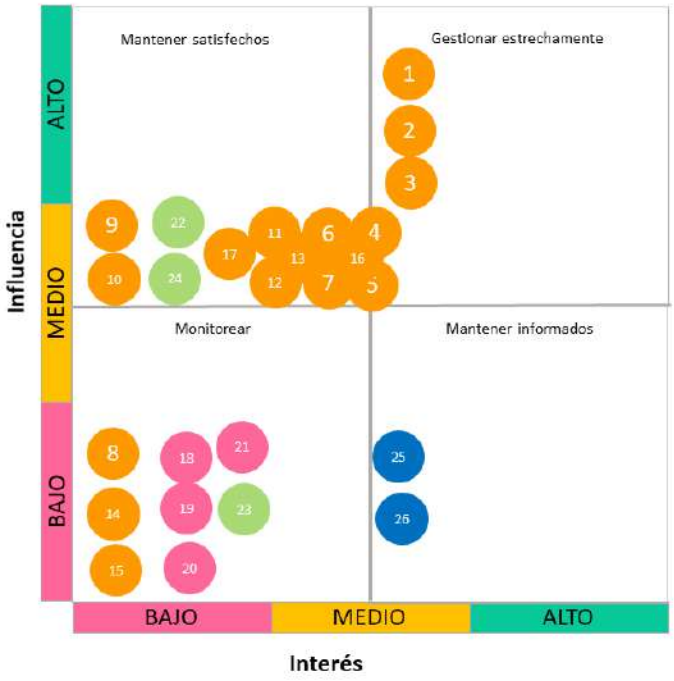
Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Noé Umaña	Asistente de Departamento administrativo Municipalidad
Enrique Joseph	Promotor social de gestión vial Municipalidad
Héctor Mc Donald	Departamento vial Municipalidad
Raquel Gómez	Plan A, Asesora técnica
Jessie Vega	CPSU
Asier Rodríguez	IDOM

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

10.2 Mapeo de actores

Con base en la información recopilada en las distintas reuniones técnicas y proporcionada por la municipalidad, se elaboró un mapeo preliminar de actores para los cuales se elaboró una matriz de relevancia de actores que analiza su poder e interés en el proyecto, la cual se muestra a continuación en la Figura 29 y la Tabla 1Tabla 40.

Figura 29.Matriz de relevancia de actores



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Tabla 40. Relevancia de actores identificados

Categoría de Actor	#	Nombre	Influencia	Interés
Sector Público	1	Alcaldía Municipal	1	2
Sector Público	2	Concejo Municipal	1	2
Sector Público	3	Equipo Municipal	1	2
Sector Público	4	Comité Municipal de Emergencias	2	2
Sector Público	5	Ministerio de Salud	2	2
Sector Público	6	Comisión Nacional de Emergencias	2	2
Sector Público	7	Ministerio de Agricultura y Ganadería	2	2
Sector Público	8	Ministerio de Educación Pública	3	3
Sector Público	9	Ministerio de Obras Públicas y Transportes	2	3
Sector Público	10	Dirección de Migración y Extranjería	2	3
Sector Público	11	Instituto De Desarrollo Rural	2	2
Sector Público	12	AyA	2	2
Sector Público	13	Asadas	2	2
Sector Público	14	Cruz Roja	3	3
Sector Público	15	Bomberos	3	3
Sector Público	16	SINAC	2	2
Sector Público	17	INCOPESCA	2	2
Sector Privado	18	Cámaras de turismo	3	3
Sector Privado	19	Cámaras de comercio	3	3
Sector Privado	20	Bancos	3	3
Sector Privado	21	Empresa del cantón	3	3
Sociedad Civil	22	Asociaciones de Desarrollo	2	3
Sociedad Civil	23	Cómite de la persona joven	3	3
Sociedad Civil	24	Colectivos de sociedad civil	2	3
Academia	25	UCR	3	2
Academia	26	Universidad Estatal a Distancia	3	2

Escala	Influencia	Interés
1	Actor con una alta influencia de causar cambios sustantivos en el proyecto	Actor comprometido e interesado con los resultados del proyecto
2	Actor con influencia para sugerir cambios en el proyecto	Actor interesado, pero no comprometido con el resultado del proyecto
3	Actor con poca o nula influencia para generar cambios en el proyecto	Actor sin compromiso ni interés sobre el proyecto

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

BORRADOR

11 Anexo 4. Glosario de términos

La resiliencia climática urbana es un concepto eminentemente transversal en el que intervienen factores diversos de naturaleza social, ambiental y económica. Completar con éxito un análisis de riesgos climáticos requiere integrar insumos y conocimientos desde diferentes disciplinas técnicas "clásicas" como la geografía, la estadística, la climatología, la ingeniería civil o la gestión de emergencias, las cuales a menudo ya manejan términos que han sido incorporados y, en algunos casos, adaptados, para estructurar el Plan de Acción para la Adaptación Climática.

Resulta oportuno por tanto definir el conjunto de elementos y criterios que requieren ser conceptualizados para ser manejados y entendibles a lo largo del perfil climático que se desarrolla en el presente documento. La práctica totalidad de las definiciones que a continuación se aportan han sido directamente extraídas del glosario que acompaña el último informe de evaluación publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático.

Adaptación

Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos por medio de intervenciones (medidas) dirigidas a moderar o evitar impactos potenciales y/o aprovechar las oportunidades que se identifiquen en el proceso.

Amenaza

Evento extremo o anómalo relacionado con el clima que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios y recursos ambientales.

Capacidad adaptativa

Habilidad del receptor expuesto de protegerse, asimilar o recuperarse ante potenciales impactos. Esta capacidad incluye los recursos disponibles, conocimientos, herramientas, políticas, así como todo lo que permita enfrentar y superar las condiciones adversas relativas a los cambios del clima en el corto y largo plazo.

Exposición

Presencia de elementos receptores en los sistemas naturales, antropogénicos y humanos (vegetación, animales, bienes, infraestructura y humano) que son potencialmente sensibles a ser afectados por una amenaza climática concreta.

BORRADOR

Desviación o anomalía

Desviación de una variable a partir de su valor promediado durante un período de referencia.

Impacto

Efecto sobre los sistemas naturales, antropogénicos y humanos expuestos, asociado a un suceso o tendencia física relacionada con el clima. Los impactos se definen por su magnitud e intensidad.

Mitigación

Intervención antropogénica (acción humana) dirigida a reducir los impactos, y por ende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (reducción del consumo de combustibles fósiles, fomento de las energías renovables, eficiencia energética) o promover los sumideros de carbono (procesos, actividades o mecanismos que eliminan un gas invernadero de la atmósfera).

Medida de adaptación

Estrategia dirigida a reducir la exposición y/o la vulnerabilidad.

Peligrosidad

Caracterización de la probabilidad y potencial incidencia asociadas a una amenaza.

Percentil

Conjunto de los valores de una partición que divide una variable (por ejemplo, temperatura o precipitación) de una distribución en partes iguales centesimales.

A modo de ejemplo, el percentil 50 el correspondiente a la mediana de la variable, y el percentil 95 es el valor de la variable que es igual o deja por debajo de sí al 95% del total de los datos.

RCP (*Representative Concentration Pathway*)

Escenarios que pronostican la evolución temporal de las emisiones y concentración de GEI en la atmósfera hasta el año 2100, indicando su forzamiento radiativo asociado (tasa de cambio de energía por unidad de superficie inducida en la parte superior de la atmósfera). A mayor forzamiento radiativo, mayor variabilidad en las condiciones climáticas respecto al periodo pre-industrial. Una nula posibilidad de cambio climático por causas antropogénicas implicaría forzamientos radiativos nulos.

BORRADOR

Para completar el último informe de análisis del IPPC fueron seleccionados estos cuatro escenarios:

- RCP2.6 Un escenario "optimista", que prevé una disminución progresiva en la concentración de GEI en la atmósfera hasta final de siglo, con un forzamiento radiativo asociado que alcanza su punto máximo a aproximadamente 3 W/m^2 a mitad de siglo y luego disminuye.
- RCP4.5 y RCP6.0 Dos vías de estabilización "intermedias" en las que el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente en 4.5 y 6.0 W/m^2.
- RCP8.5 Una vía "pesimista" que considera un ritmo de crecimiento de las emisiones análogo al registrado a lo largo de las últimas décadas y devuelve un forzamiento radiativo que alcanza más de 8,5 W/m^2 para 2100.

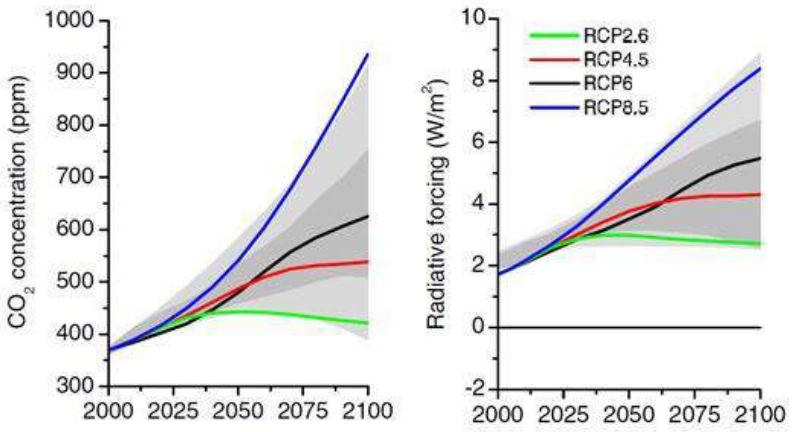


Figura 1. Escenarios de trayectorias de concentración representativas (van Vuuren et al. 2011)

Receptores sensibles

Personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos potencialmente expuestos.

Resiliencia

Capacidad de un sistema de afrontar un suceso o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantenga su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Riesgo

Resulta de la interacción de una amenaza concreta con la exposición y vulnerabilidad de un receptor.

Sensibilidad

Características intrínsecas del elemento expuesto que aumentan la probabilidad de sufrir impactos a causa de una amenaza climática, así como sus potenciales consecuencias directas o indirectas. Hace referencia a su fragilidad y a su valor (humano, económico, cultural, ambiental).

Susceptibilidad

La susceptibilidad expresa la posibilidad de que pueda ocurrir un determinado proceso dentro de un contexto físico. Ello implica la superposición de capas temáticas de parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, como son geología, geomorfología, fisiografía, entre otros (factores condicionantes), y parámetros que desencadenan el evento, como por ejemplo las lluvias intensas (factores desencadenantes).

Vulnerabilidad

Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un receptor sensible para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. Es el resultado de la consideración conjunta de sensibilidad y capacidad adaptativa.

BORRADOR