PLAN · A

TERRITORIOS RESILIENTES

ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

CANTÓN ACOSTA

Producto 2. Diagnóstico

Febrero de 2022

COSTA RICA

MINAE Ministerio de Ambiente y Energía

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

ONU programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

Fundecooperación

El presente documento fue elaborado para la Municipalidad de Acosta 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.

Febrero 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 Naranjo, Turrialba, Belén y Acosta (NAP Costa Rica Región Central)

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 proyecto Plan-A

Contenidos

Abreviaciones **6**
Figuras **8**
Tablas **9**
1 Glosario **11**
2 Presentación **15**
3 Perfil local **16**
3.1 Contexto geográfico 16
3.2 Caracterización socioeconómica 21
3.3 Planificación territorial y sectorial 24
3.4 Acciones climáticas en el cantón 27
4 Perfil climático **30**
4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima 31
4.2 Proyecciones climáticas 36
4.3 Amenazas a considerar 38
4.4 Categorización de la peligrosidad 41
4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto 52
4.6 Exposición y vulnerabilidad 60
4.7 Caracterización de riesgos climáticos 67
4.8 Capacidad adaptativa actual 79
5 Lineamientos estratégicos **81**
5.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática 81
5.2 Análisis DAFO 83
5.3 Elementos estructuradores de la propuesta de adaptación 85
6 Avances en el proceso participativo **87**
6.1 Avances hasta la fecha 87
6.2 Mapeo de actores 90
7 Siguientes pasos **93**
8 Conclusiones y recomendaciones **96**
9 Referencias **98**
10 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos **100**
10.1 Peligrosidad 100
10.2 Exposición y vulnerabilidad 109
10.3 Cálculo del riesgo 114
11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica **116**
12 Anexo 3. Análisis DAFO **119**

Abreviaciones

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)
FODA Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
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
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

Figuras

Figura 1. Localización 17
Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos 20
Figura 3. Usos del suelo 2020 24
Figura 4. Conceptualización del riesgo climático 30
Figura 5. Precipitación media anual en Acosta 32
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Acosta 33
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Acosta 34
Figura 8. Climodiagrama 35
Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas 39
Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones 43
Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos 46
Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías 49
Figura 13. Mapa de vulnerabilidad de la población 64
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano 65
Figura 15. Composición espacial del riesgo climático 67
Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano 71
Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías 72
Figura 18. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano 75
Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y áreas naturales 77
Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano 78
Figura 21. Matriz de relevancia de actores 91
Figura 22. Índice de aridez promedio 105

Tablas

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo 21
Tabla 2. Población activa por tipo de actividad diferenciado por sexo 22
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo 23
Tabla 4. Eventos asociados al clima (1988-2019) 36
Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Acosta 37
Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Acosta 38
Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Acosta 38
Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p 42
Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD 50
Tabla 10. Receptores sensibles 52
Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones 53
Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos 54
Tabla 13. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019 55
Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías 56
Tabla 15. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019 57
Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor 58
Tabla 17. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático 59
Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas 61
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 70
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 74
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 76
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 78
Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC 81
Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO 83
Tabla 25. Esquema de actividades previsto 87
Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1 88
Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2 88
Tabla 28. Personas asistentes al Taller 1 89
Tabla 29. Relevancia de actores identificados 91
Tabla 30. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas 101
Tabla 31. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones 102
Tabla 32. Peligrosidad a inundaciones 102
Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones 103

Tabla 34. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos 103
Tabla 35. Peligrosidad a deslizamientos 104
Tabla 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos 104
Tabla 37. Categorización de la aridez 106
Tabla 38. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias 107
Tabla 39. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias 107
Tabla 40. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor 109
Tabla 41. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características.. 117
Tabla 42. Resumen de las debilidades identificadas 120
Tabla 43. Resumen de las amenazas identificadas 121
Tabla 44. Resumen de las fortalezas identificadas 122
Tabla 45. Resumen de las oportunidades identificadas 123

1 Glosario

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.

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.
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.

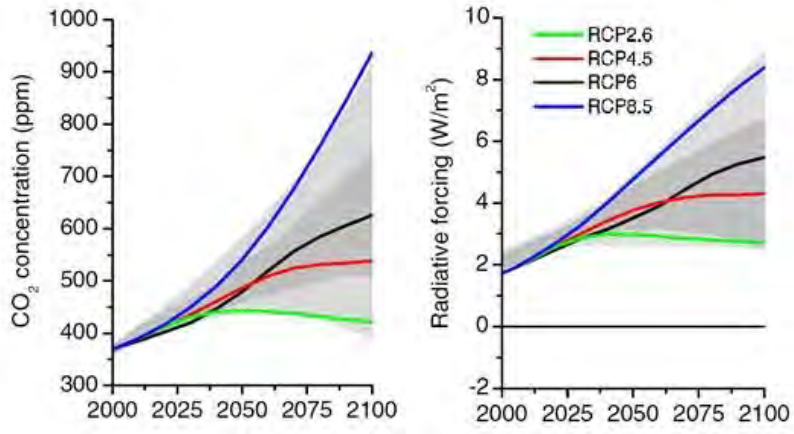


Figura 1. Escenarios de trayectorias de concentración representativas (van Vuuren et al. 2011)

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.

2 Presentación

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 el 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 Naranjo, Turrialba, Belén y Acosta (NAP Costa Rica Región Central)”.

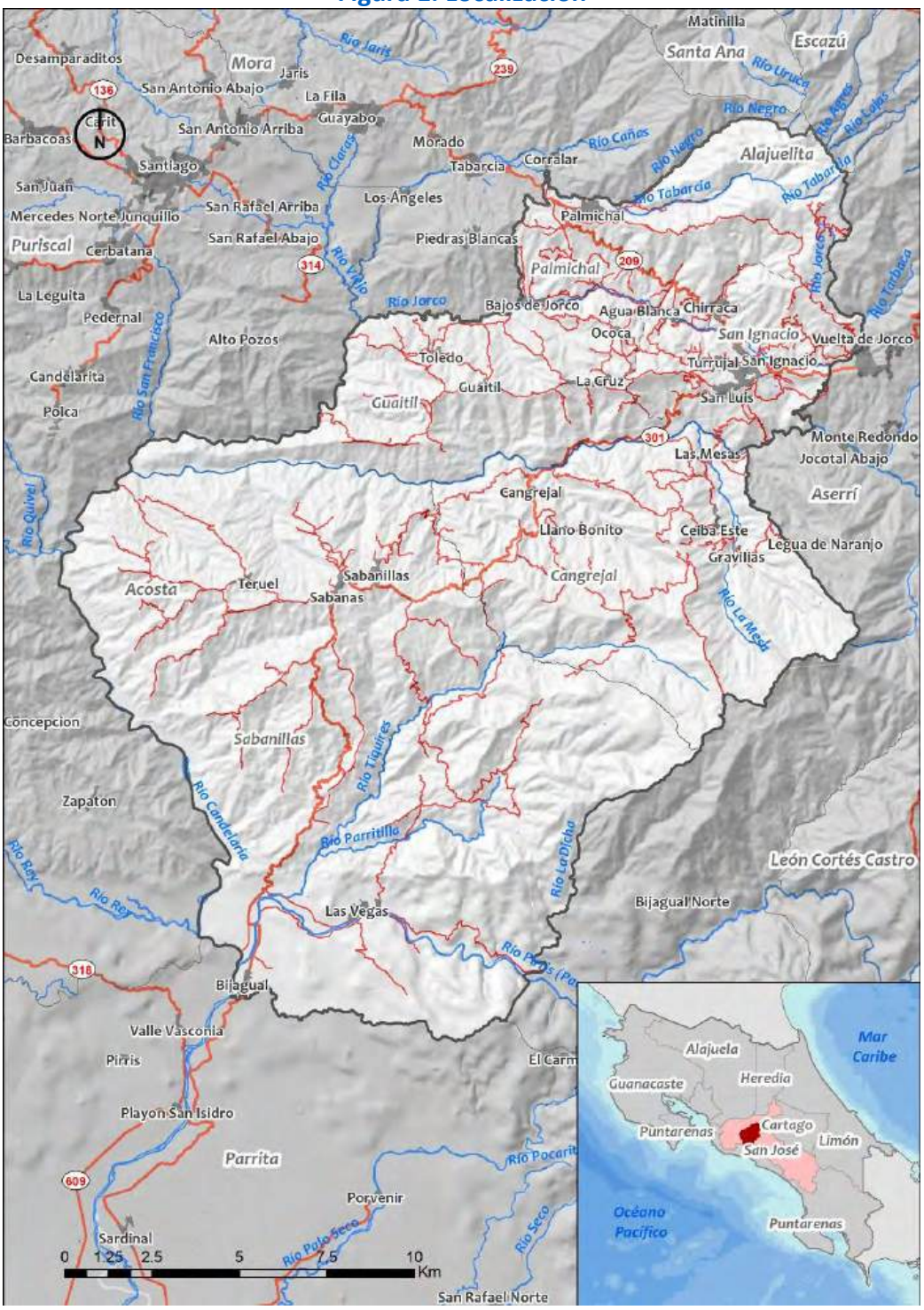
El presente documento recoge el segundo de los productos asociados a este apoyo técnico, a saber, el Informe de Diagnóstico dirigido a evaluar tanto las necesidades de adaptación al cambio climático como las oportunidades para la integración de medidas de adaptación en la planificación y gestión del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

3 Perfil local

3.1 Contexto geográfico

Acosta es el cantón número doce de la provincia de San José. Su extensión aproximada es de 342,24 km^2 y se encuentra limitado al norte con el cantón Mora, al oeste con el cantón Puriscal, al sur con el cantón Parrita, al este con el cantón Aserrí y al noreste con los cantones Alajuelita y Escazú. Este cantón está conformado por cinco distritos: Cangrejal, Guaitil, Palmichal, Sabanillas de Acosta y San Ignacio de Acosta, como se identifica en la Figura 1. Localización.

Figura 1. Localización



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

3.1.1 Topografía, geología y geomorfología

Se caracteriza por ser un territorio montañoso, siendo uno de los que cuentan con una orografía más irregular en el país.

Está compuesto por materiales de los períodos Cretácico, Terciario y Cuaternario. Las rocas sedimentarias del Terciario predominan en la región, y también se encuentran rocas de origen volcánico y sedimentario del Cretácico (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021a).

Presenta cinco unidades geomórficas:

- **Origen tectónico y erosivo**: representada por la fila Brunqueña al sur del cantón, a partir de la margen sur del río Grande de Candelaria.

- **Origen volcánico**: se manifiesta en la serranía de laderas con fuerte pendiente, y se ubica entre la margen norte del río Jorco y la margen sur del río Grande de Candelaria.

- **Originada por acción intrusiva**: está representada por el macizo de Escazú al norte del cantón. Presenta laderas de fuerte pendiente.

- **Origen por sedimentación aluvial:** se localiza en el área de confluencia con el río Parritilla.

- **Origen estructural**: se manifiesta por la ladera tipo lomo de cerdo del cerro Caraigres configurada por una fila angosta y con una altura de 2.506 msnm.

3.1.2 Hidrología

El sistema fluvial del cantón corresponde con la vertiente del Pacífico y a la cuenca del río Pirrís. Este ámbito es drenado por el río Pirrís al que se le unen los ríos La Dicha y Grande de Candelaria. Este último cuenta con los afluentes: Parritilla Jorco, La Mesa, y las quebradas Colorado, San Jerónimo, Roblar y Grande. Algunos de estos ríos operan como frontera natural entre cantones, como es el caso del río Grande de Candelaria con los cantones de Puriscal y Aserrí, o La Dicha con el cantón de Aserrí (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021a).

3.1.3 Áreas de especial protección

En el cantón de Acosta existen zonas que presentan algún tipo de régimen de protección especial, y se conocen como Áreas Silvestres Protegidas.

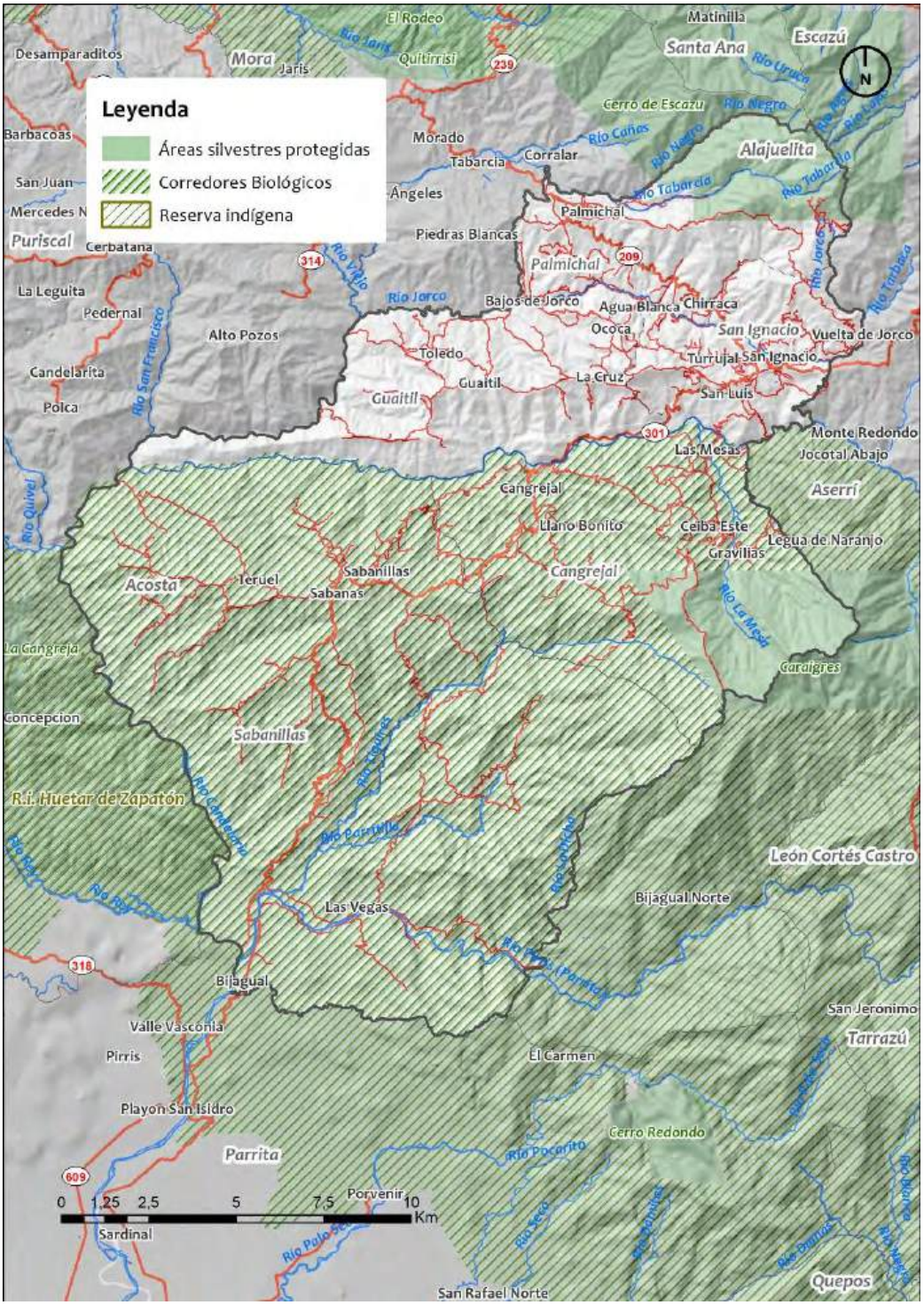
- **Áreas Silvestres Protegidas:**

El 7,9% de la superficie del cantón corresponde con Áreas Silvestres Protegidas (ASP), lo que corresponde con más de 27 km^2. Estas áreas son el Cerro de Escazu (11,96 km^2) y Caraigres (15,37 km^2).

El distrito de Palmichal es el que presenta una mayor proporción, ya que más del 35% de su área coincide con ASP. Los distritos de San Ignacio, Guatil y Sabanillas cuentan con áreas protegidas.

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 localiza el corredor C44. Los Santos.

Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos



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

3.2 Caracterización socioeconómica

3.2.1 Población

Los datos del último censo oficial publicado en 2011 indican que la población de Acosta alcanza los 20.209 habitantes, de los que 10.217 son hombres (50,5%) y 9.992 son mujeres (49,5%). Esta se distribuye por los distritos de modo que San Ignacio acapara la mayoría de la población con un 44,6%, seguido de Palmichal con un 22,7%, Guaitil con 11,9%, Sabanillas con el 11,5%, y por último Cangrejal con un 9,3% 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, solo el 12% de la población se localizaba en zonas urbanas. Cabe indicar que los distritos de Guaitil, Cangrejal y Sabanillas son eminentemente rurales, no contando con zonas urbanas. Atendiendo a los datos de densidad de población que también arroja el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la densidad en el año 2011 se situaba en los 59 hab/km^2, siendo el distrito que presenta un valor mayor San Ignacio. Esto supone que el 90% de la población del cantón, que es de mayoría rural, vive en el 51% del territorio.

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo

Distritos	Zona urbana			Zona rural		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
San Ignacio	667	710	1.377	3.788	3.851	7.639
Guaitil	-	-	-	1.243	1.163	2.406
Palmichal	570	577	1.147	1.697	1.737	3.434
Cangrejal	-	-	-	987	888	1.875
Sabanillas	-	-	-	1.265	1.066	2.331
Total	**1.237**	**1.287**	**2.524**	**8.980**	**8.705**	**17.685**

Fuente: INEC (2011).

Atendiendo a los grupos de edad, queda de relieve que casi el 80% de la población están en edad activa de trabajar, lo que favorece el desarrollo de actividades económicas del cantón.

3.2.2 Actividades productivas

En cuanto a la estructura productiva del cantón de Acosta, predomina el sector terciario con un 59% de las empresas, seguido con el sector primario (30,5%) y el sector secundario en última posición (10,5%).

El sector terciario es predominante en los distritos de San Ignacio y Palmichal, y el sector primario en Cangrejal y Sabanillas. En Guaitil existe cierto equilibrio entre sendos sectores.

Acorde con los datos del Censo Agropecuario (INEC, 2014), la actividad principal es la pecuaria con un 53,5%, la actividad agrícola le sigue con un 41% y el resto corresponde con

actividades como el turismo rural o el manejo y protección de bosques naturales. A continuación se detalla cada una de estas actividades:

- **Actividades pecuarias (sector primario)**: predomina el ganado vacuno. Este es empleado para la producción de carne (65,5%), para la producción de carne y leche (24,5%), para la producción de leche (10%); y de forma residual para trabajo (0,4%).

- **Actividades agrícolas (sector primario)**: el principal cultivo es el café, con un 50% del territorio dedicado a ello. Le sigue el cultivo de teca (13,4%), frijol (6,9%), naranja (5,2%), ciprés (4,8%), maíz (4,3%), caña (2,2%), arroz (2%) y otros cultivos.

- **Sector terciario**: las empresas se localizan principalmente en San Ignacio que cuenta con el 80% de ellas. Palmichal no cuenta con ninguna, por lo que este sector se encuentra representado de forma desigual en el cantón.

Como se puede ver, el **sector secundario**, en el que se aglutinan actividades como la industria manufacturera, la construcción, los suministros o la gestión de desechos; no se encuentra ampliamente representado en este territorio. Esto se puede ver también en el número de personas que son empleadas por cada tipo de actividad:

Tabla 2. Población activa por tipo de actividad diferenciado por sexo

Actividad	Hombres	Mujeres	Total
Sector primario	2.156	100	2.256
Sector secundario	720	124	844
Sector terciario	2.618	1.694	4.312
Total	5.494	1.918	7.412

Fuente: INEC (2011).

3.2.3 Usos del suelo

Según 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, ha habido un retroceso de la superficie cubierta por vegetación natural y semi-natural y un incremento de la superficie dedicada al cultivo y de la huella urbana. La Figura 3 muestra el mapa de usos del suelo en 2020.

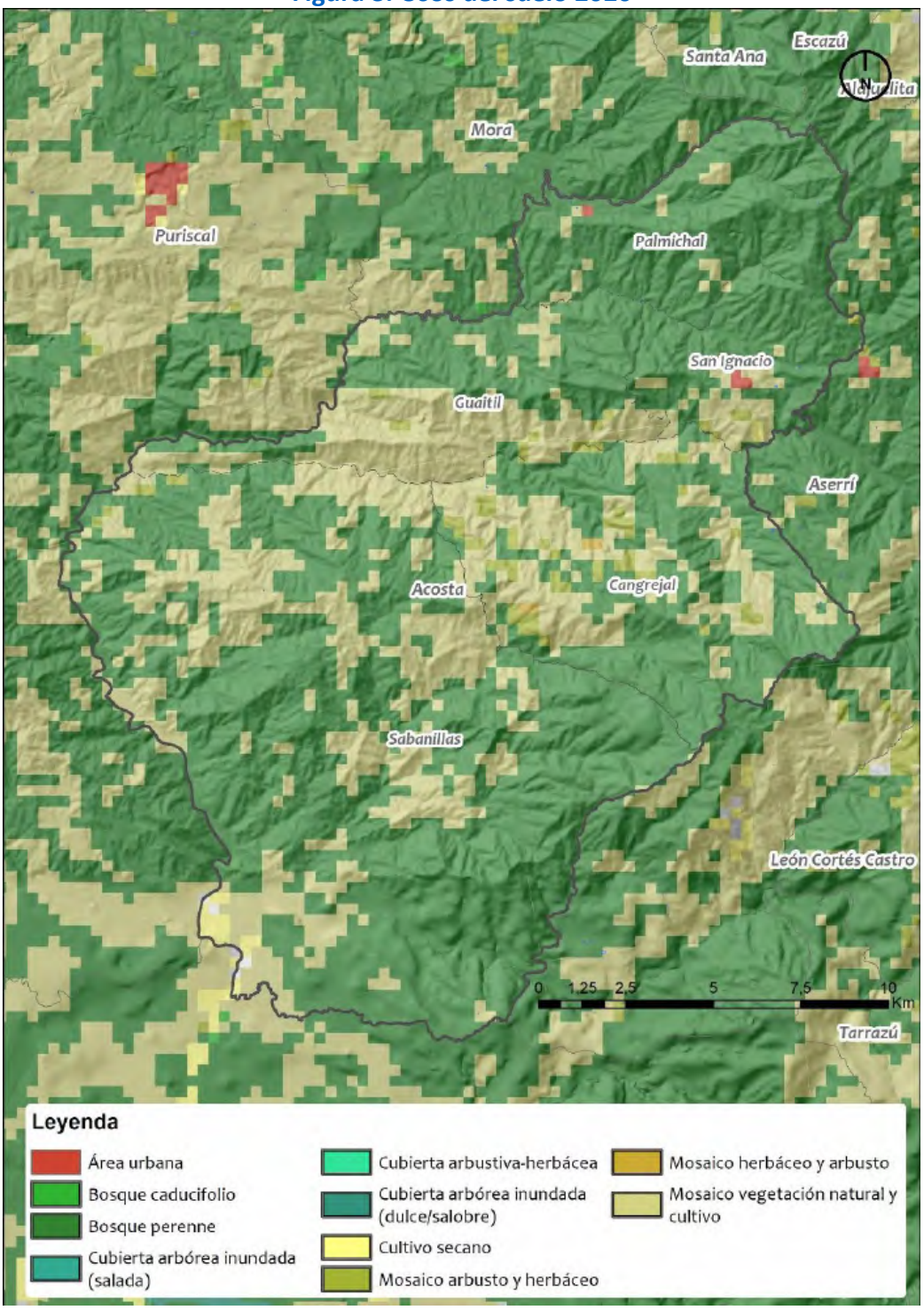
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo

Cobertura	2000 (%)	2020 (%)	Tasa de cambio (%)
Cultivos	27,27	29,38	2,11
Vegetación natural y semi-natural terrestre	72,68	70,46	-2,22
Áreas urbanas	0,05	0,16	0,11
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).

3.3 Planificación territorial y sectorial

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

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

- **Plan Cantonal de Desarrollo de Acosta 2019-2030 (2019)**

Este Plan supone la definición de la estrategia local de desarrollo cuyo punto objetivo es lograr el Acosta del año 2030 que se imaginan sus habitantes. Con la visión que definen se pretende representar la expectiva de los ciudadanos, el rumbo del cantón, que se condensa en lo siguiente: "al 2030 Acosta va a ser una comunidad resiliente que, por medio de un trabajo articulado, coordinado y efectivo entre los diferentes sectores, logra un desarrollo humano integral, sostenible que le genera progreso y oportunidades a toda su población".

Esta se vertebra sobre cinco ejes de desarrollo que suponen las líneas de acción del Plan:

- No dejar a nadie atrás
- Crecimiento económico, trabajo e innovación
- Inclusión social y desarrollo humano
- Coordinación, eficiencia público-institucional y participación ciudadana
- Medio ambiente, resiliencia y recursos naturales

Este último eje tiene entre sus acciones a largo plazo el *Proyecto para el planteamiento de soluciones innovadoras a los retos medio ambiente, resiliencia y cambio climático*.

- **Plan Estratégico Municipal 2019-2023 (2019)**

Se trata de un instrumento enfocado en el medio plazo que asume la visión de desarrollo del municipio a largo plazo definida por el Plan Cantonal de Desarrollo, así como el resto de planes y programas de escala mayor. La visión que proponen es: "Ser un gobierno local con un equipo humano motivado que ofrece servicios de calidad para un desarrollo sostenible en lo social, ambiental, económico y cultural del cantón".

Los ejes de desarrollo son comunes, por tanto, con el Plan Cantonal, y define tres objetivos estratégicos desde el punto de vista de los procesos internos de funcionamiento:

- OE1. Generar herramientas que permitan de forma eficiente y eficaz la recopilación de información requerida para la toma de decisiones en el establecimiento de metas y plazos de los objetivos institucionales.
- OE2. Crear una estrategia con la cual el gobierno local llegue a recaudar lo establecido por ley y así lograr los objetivos del Plan estratégico municipal.
- OE3. Fortalecer el departamento de tecnologías de información y comunicación de la Municipalidad de Acosta para que pueda brindar un servicio a los usuarios internos de manera oportuna, facilitando herramientas adecuadas e innovadoras para el acceso a la información.

En el eje o área estratégica de medio ambiente, resiliencia y recursos naturales fijan como una de las metas para el año 2023, realizar al menos 5 acciones al año en el marco del proyecto para el mejoramiento de soluciones innovadoras a los retos de carácter ambiental, resiliencia y cambio climático.

- **Programa de Gobierno 2020-2024**

El Programa de Gobierno constituye el marco estratégico donde se definen las prioridades, intereses y servicios del cantón. Este se encuentra alineado con la planificación cantonal y nacional.

Desde el punto de vista de la gobernanza, incluye distintos objetivos enfocados hacia:

a. Fortalecimiento al desarrollo local
    - Fortalecimiento al desarrollo socioeconómico.
    - Desarrollo humano
    - Gestión ambiental
    - Ordenamiento territorial
    - Infraestructura y espacio público

b. Fortalecimiento institucional
    - Gestión del gobierno municipal
    - Transparencia y rendición de cuentas

Desde el punto de vista del ordenamiento territorial, este Programa tiene como objetivo la implementación de un instrumento de planificación y de ordenamiento territorial acorde con las necesidades del cantón con el que esperan, en sus propias palabras, generar un plan regulador del desarrollo urbanístico para enfrentar el cambio climático.

Por último, a nivel sectorial:

- **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón 2017-2021(2016)**

El objetivo general de este Plan es contar con una herramienta técnica y administrativa que permita a la Municipalidad gestionar de forma adecuada los residuos sólidos ordinarios que se generan, mejorando de manera intrínseca la calidad de vida de la población y protegiendo los recursos naturales. Su visión en relación con la gestión de residuos es que “los pobladores del cantón de Acosta contarán en el año 2021 con un servicio líder en la gestión integral de residuos sólidos que brinde respuestas exitosas, eficientes, eficaces y oportunas para el mejoramiento de su calidad de vida”.

Desde un punto de vista estratégico, es necesario establecer el horizonte de la gestión integral de residuos sólidos donde se definan objetivos concretos y metas en una escala temporal (corto, medio y largo plazo). Estos objetivos específicos se basan en la ampliación de la cobertura de recolección de residuos en los distintos distritos, la construcción de un centro de recuperación de residuos valorizables, fortalecer la recaudación de la tasa por concepto de recolección de residuos sólidos, o la realización de campañas de recolección no tradicionales para disminuir la contaminación ambiental en el cantón.

Aunque este plan no tiene un enfoque claro hacia la adaptación al cambio climático, una gestión más eficiente de los residuos deriva en un territorio más resiliente con mayor capacidad de adaptación.

- **Plan de Conservación, Desarrollo y Seguridad Vial Cantonal 2017-2021 (2016)**

Es un instrumento de planificación que establece la guía para la intervención municipal en cuestiones viales. Define el marco para la atención y mantenimiento de la infraestructura de la red vial cantonal, en aras de mejorar el desarrollo socioeconómico del cantón. Los objetivos estratégicos que establece son:

  - Lograr que las rutas consideradas como líneas conectoras sean mejoradas y atendidas adecuadamente.
  - Mejorar la conectividad de los caminos a nivel distrital y cantonal.
  - Disminuir tiempos de viaje y utilizarlos como rutas alternas en casos de emergencia.
  - Brindar el mantenimiento rutinario y periódico a las rutas de acceso a las zonas productivas del cantón para el incentivo del desarrollo económico y social.
  - Brindar mantenimiento a todos los caminos del cantón, mejorando las condiciones de la superficie de ruedo y los sistemas de drenaje según se requieran.
  - Promover la conservación vial participativa para el enriquecimiento de los procesos de mejora vial.
  - Realizar la mejora en las condiciones de las rutas con mayor TPD, utilizando dispositivos que permita garantizar la seguridad de los usuarios.

Este Plan se escribe en consonancia con el Plan Estratégico Municipal.

3.4 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.

Desde Plan A se han monitoreado y evaluado las acciones iniciales de adaptación que la municipalidad de Acosta está llevando a cabo. Estas muestran de forma actualizada y concreta las acciones que se están desarrollando. A saber (Ministerio de Ambiente y Energía, 2020), en proceso de realización o ya ejecutadas se encuentran las mejoras en caminos debido a las amenazas climáticas. Para el futuro tienen como propósito la mejora en la regulación de construcciones, el compostaje en domicilios y la reforestación a partir de la compra de terrenos para la protección del recurso hídrico y para la compensación de GEI.

Por otro lado, el cantón ha definido algunas acciones climáticas en sus planes territoriales, lo que significa un primer acercamiento a esta cuestión de forma transversal. En la siguiente tabla se recogen algunas de estas:

Plan territorial/sectorial	Acción climática
Plan Cantonal de Desarrollo de Acosta 2019-2030 **Plan Estratégico Municipal 2019-2023**	Proyecto para el establecimiento de una política pública local para la igualdad y equidad de género
	Proyecto para la coordinación interinstitucional para el abordaje de una intervención integral a poblaciones vulnerables que viven en el cantón
	Proyecto para la construcción de la infraestructura cantonal y comunal que asegure la accesibilidad de toda la población
	Proyecto para la construcción de una iniciativa de aprovechamiento para la producción de abono orgánico a partir de lo que se produce en el cantón
	Proyecto integral para el fortalecimiento de la promoción turística del cantón
	Proyecto para la formulación de una política pública local para la generación de empleo, la inversión, innovación y emprendedurismo

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

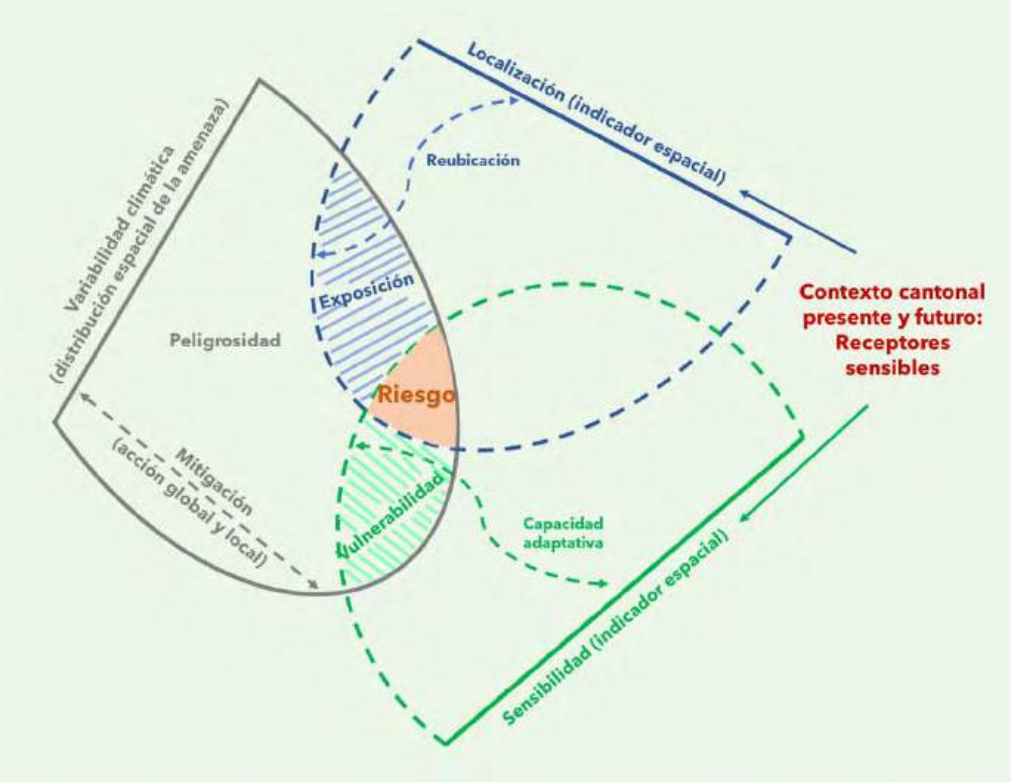
Plan territorial/sectorial	Acción climática
	Proyecto para el establecimiento de una política pública local para la participación, consulta y control ciudadano
	Proyecto para el mejoramiento en al prestación de los servicios públicos en salud
	Proyecto para el mejoramiento en la prestación del servicio de agua potable
	Proyecto para la construcción del acueducto en Bajo Bermúdez y Cárdenas
	Proyecto para el establecimiento del trabajo conjunto para el desarrollo de iniciativas por medio de alianzas público-privadas
	Proyecto para el establecimiento de una política pública local para la protección del medio ambiente, resiliencia y conservación de los recursos naturales
	Proyecto para el desarrollo de un modelo cantonal para la gestión integral del recurso hídrico
	Proyecto para la protección de las microcuencas y zonas de recarga acuífera con las que cuenta el cantón
	Proyecto para la construcción de una política cantonal de gestión de residuos valorizables
	Proyecto de coordinación interinstitucional para el reconocimiento o pago por protección ambiental
	Proyecto integral para el fortalecimiento de capacidades locales para la resiliencia y preparación ante el riesgo de desastres
	Proyecto para la formulación de un plan regulador que zonifique y ordene el uso del territorio del cantón
	Proyecto para la construcción y mantenimiento de puentes y red vial cantonal desde una perspectiva de obra pública sostenible
	Proyecto para el establecimiento de una estrategia local de eliminación y sustitución de plástico de un solo uso
	Proyecto para el planteamiento de soluciones innovadoras a los retos de medio ambiente, resiliencia y cambio climático
Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón de Acosta	Realizar acciones de educación, sensibilización y organización definidas en el Plan

Estas son un punto de partida desde el que comenzar una estrategia de mitigación y adaptación transversal a todos los ámbitos de la sociedad, para lograr un cantón adaptado en el que tanto el medio natural como el socioeconómico no se vean resentidos por el cambio climático.

4 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 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 (capacidad adaptativa).

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).

4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima

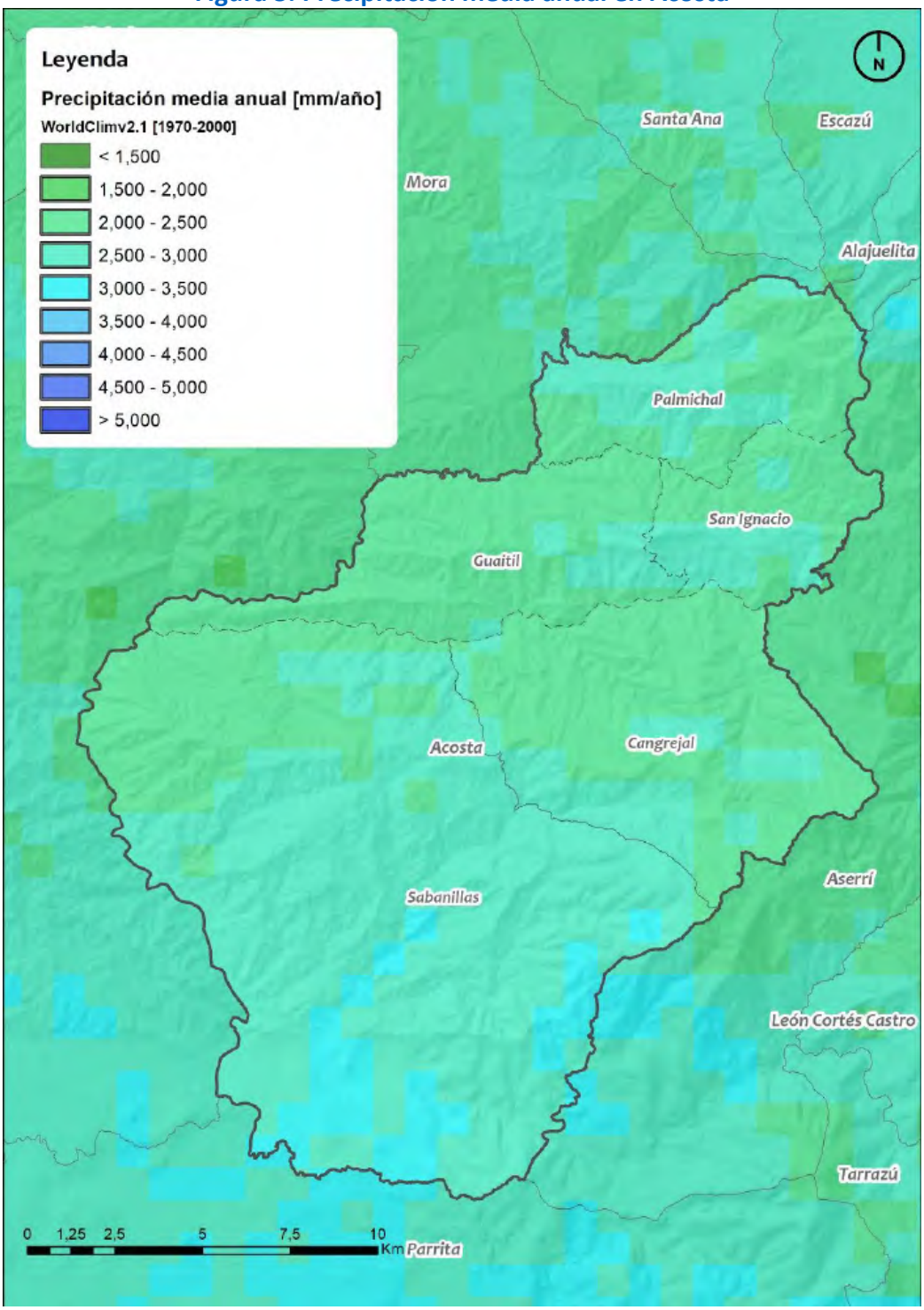
El clima en el cantón de Acosta, incluido en las regiones climáticas del Valle Central y Pacífico Central, es tropical lluvioso con un período seco corto y moderado que abarca de enero a marzo (IMN, 2021).

En la elaboración de este apartado se ha utilizado tanto información de estaciones meteorológicas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), 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.

4.1.1 Precipitación

Acosta cuenta con una precipitación media de 2.536,97 mm/año, alcanzando su máximo en 3.208 mm, mientras que el mínimo es de 2.004 mm. En base a estos resultados, el distrito de Sabanillas, al sur del cantón, es el que presenta valores más altos de precipitación media anual, disminuyendo hacia el norte.

Figura 5. Precipitación media anual en Acosta

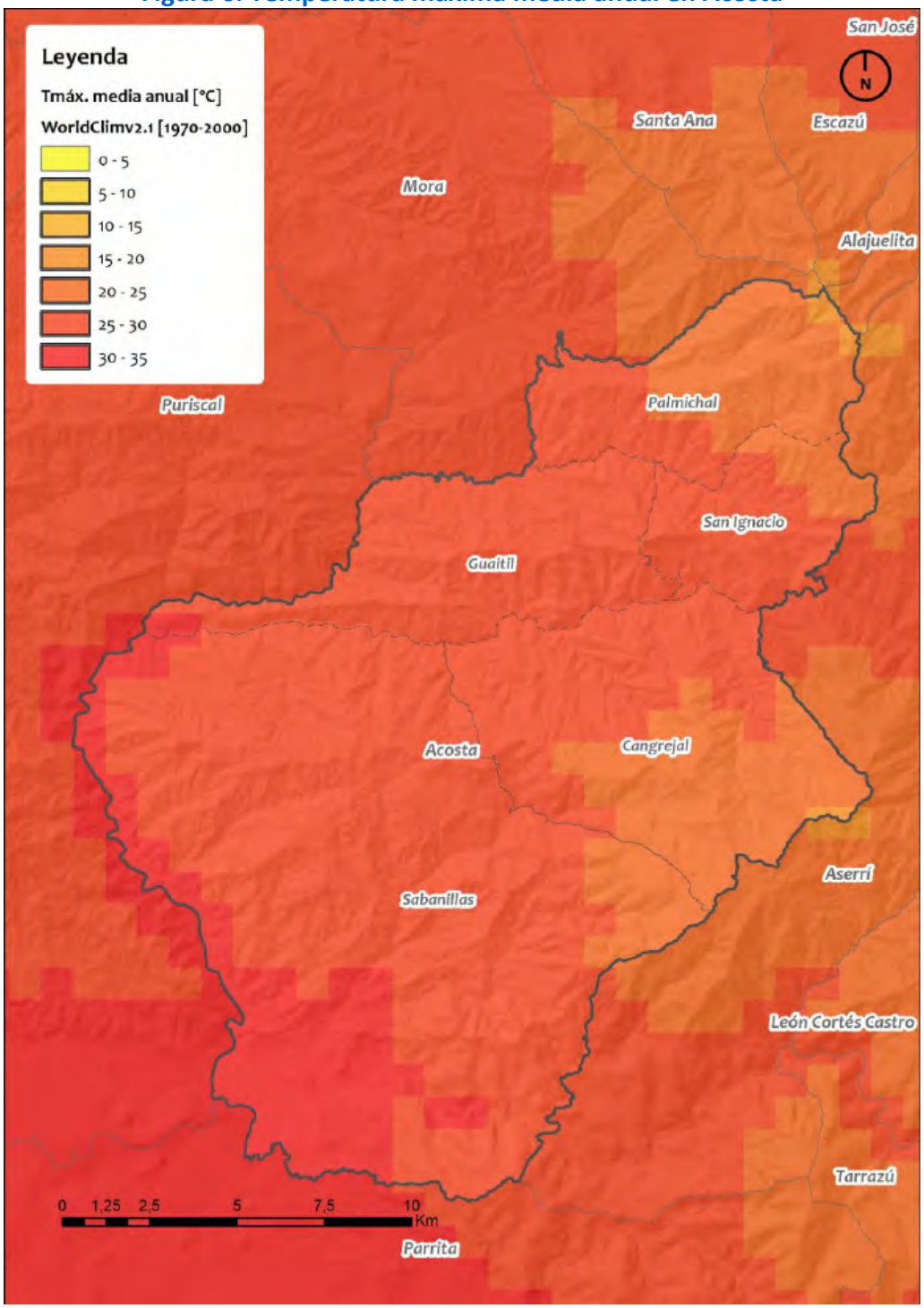


Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

4.1.2 Temperatura

En cuanto al régimen de temperaturas máximas se mantiene una media de 27,2ºC, con máximas de 31,5ºC y mínimas de 19,5ºC. De nuevo, el distrito de Sabanillas, es el que cuenta con temperaturas más elevadas.

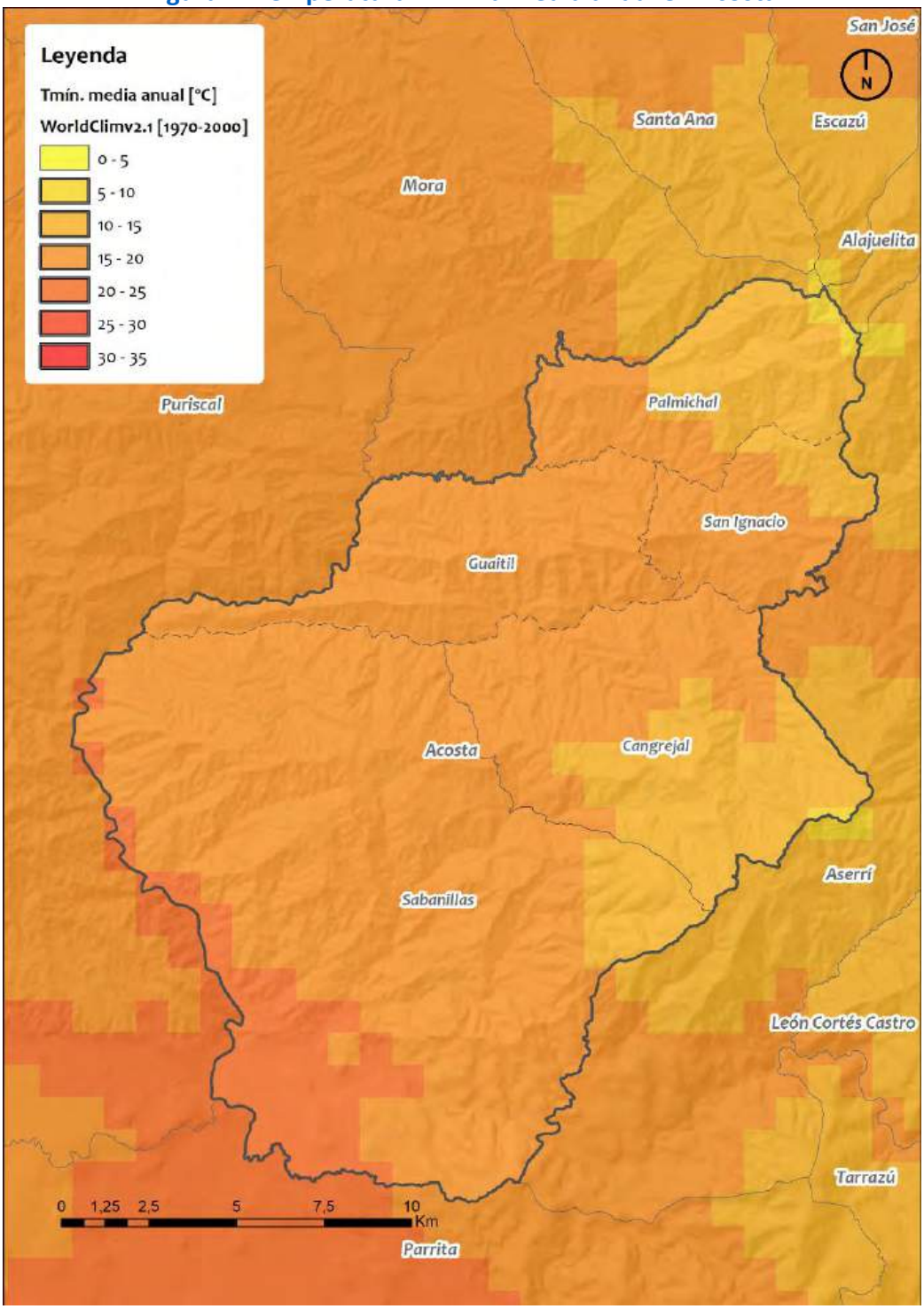
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Acosta



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

Por otro lado, la media de las temperaturas mínimas disminuye a los 17ºC, con máximas de 21ºC y mínimas de 9,8ºC, alcanzándose los valores más bajos al noreste del cantón, en concreto en el distrito de Palmichal.

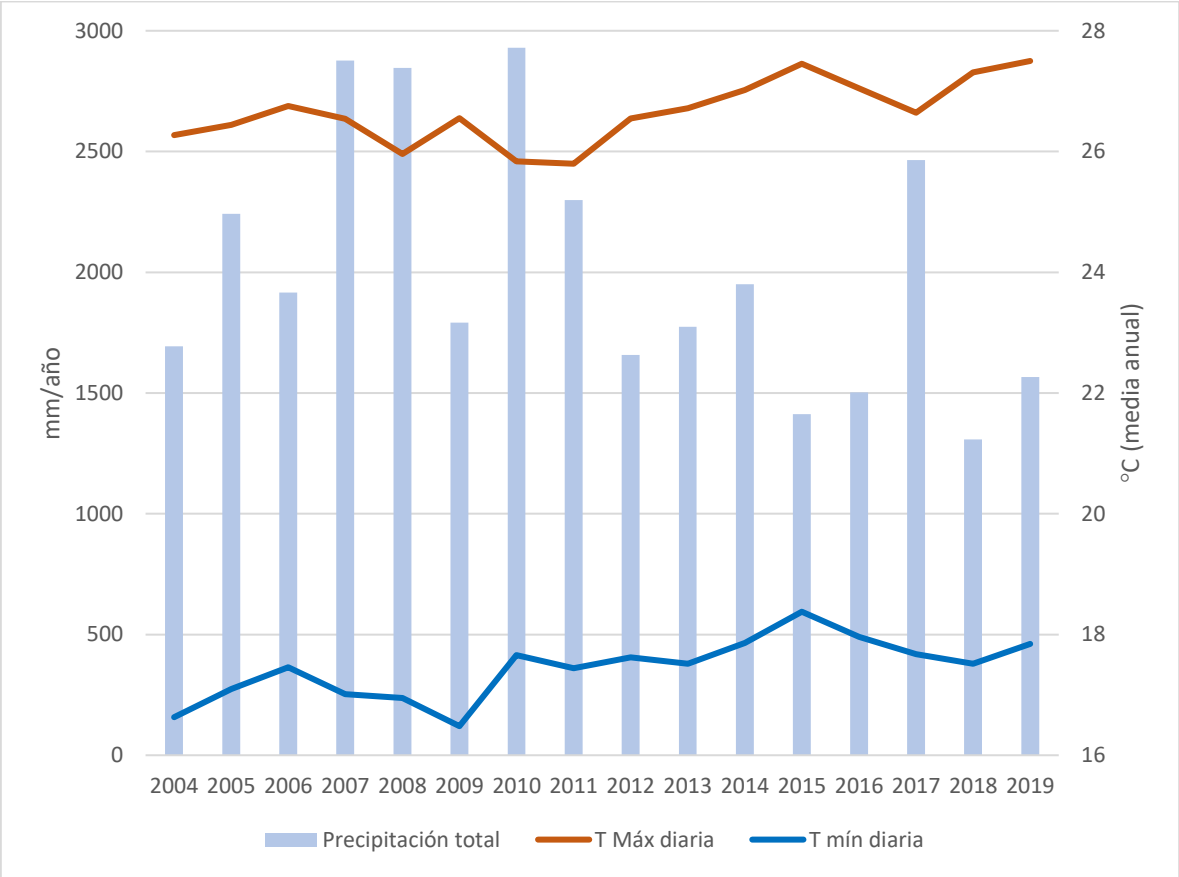
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Acosta



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

Con base en los datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), para la estación de San Ignacio, que es la más cercana al cantón, se completa el siguiente climodiagrama (Figura 8), que recoge el cómputo anual de las precipitaciones y la media de la temperatura máxima diaria y de la temperatura mínima diaria.

Figura 8. Climodiagrama



Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos del IMN (2019).

4.1.3 Eventos asociados al clima

El cantón de Acosta ha experimentado a lo largo de la historia los impactos de distintos eventos asociados al clima que han tenido consecuencias desastrosas 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 este cantón son los siguientes:

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

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
1	**Depresión tropical 12**	Lluvias intensas	Nov 1994	7 días	-
2	**Huracán César**	Lluvias intensas	Jul 1996	2 días	-
3	**ENOS**	Sequía	1997-1998	366 días	-
4	**Huracán Mitch**	Lluvias intensas	Oct-Nov 1998	18 días	San Ignacio y Sabanillas
5	**Fenómenos hidrometeorológicos**	Lluvias intensas	Ag-Oct 1999	55 días	-
6	**Onda tropical e influencia indirecta de los huracanes Rita y Vilma**	Lluvias intensas	Sept 2005	40 días	-
7	**Temporal y paso de una onda tropical en el Pacífico Central, Norte, Sur y Cordillera de Guanacaste**	Lluvias intensas	Oct 2007	12 días	San Ignacio, Guaitil, Palmichal, Sabanillas y Cangrejal
8	**Tormenta tropical Alma**	Lluvias intensas	Mayo 2008	8 días	San Ignacio y Sabanillas
9	**Tormenta tropical Nicole**	Lluvias intensas	Ag-Sept 2010	22 días	Cangrejal y Sabanillas
10	**Huracán Tomas**	Lluvias intensas	Nov 2010	6 días	San Ignacio, Guaitil, Palmichal, Cangrejal y Sabanillas
11	**Tormenta tropical Nate**	Lluvias intensas	Oct 2017	5 días	San Ignacio, Guaitil, Palmichal, Cangrejal y Sabanillas

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 4.5 del presente documento.

4.2 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. Proyecciones climáticas en Costa Rica. En los siguientes apartados se presentan los resultados obtenidos.

4.2.1 Precipitación

La precipitación media anual muestra una tendencia variable. Para el escenario RCP4.5 hay un ligero descenso en el horizonte temporal lejano con respecto al período histórico (1975-2005).

Sin embargo, el escenario RCP8.5 muestra una tendencia dispar. Para el horizonte temporal cercano (2030) hay un aumento de un 6,95% de la precipitación media anual, sin embargo, la tendencia se revierte en el futuro lejano habiendo de nuevo una disminución de la variable cercana al 4%. Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al escenario climático RCP4.5 y RCP8.5.

Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Acosta

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación media anual (%)	RCP4.5	2030	0,64 %	0,51 %	-0,11 %	1,24 %
		2060	-0,59 %	0,55 %	-1,31 %	-0,07 %
	RCP8.5	2030	6,95 %	0,53 %	6,13 %	7,46 %
		2060	3,76 %	0,61 %	2,98 %	4,42 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.2.2 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 hasta los 1,6°C en el período temporal más lejano y para el escenario de emisiones RCP8,5 llega a superar los 2 grados de temperatura de incremento en el horizonte temporal asociado al 2060.

Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Acosta

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura máxima (°C)	RCP4.5	2030	0,95 ºC	0,01 ºC	0,93 ºC	0,96 ºC
		2060	1,58 ºC	0,01 ºC	1,57 ºC	1,60 ºC
	RCP8.5	2030	1,07 ºC	0,01 ºC	1,07 ºC	1,08 ºC
		2060	2,31 ºC	0,02 ºC	2,29 ºC	2,34 ºC

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Por otro lado, la temperatura mínima sigue un patrón muy similar al anterior. Para el escenario de emisiones RCP4.5 el aumento supera el grado y medio de temperatura, atendiendo a los valores medios. De nuevo, en el escenario de emisiones RCP8.5 el aumento de la temperatura mínima llega hasta los 2,29°C en el valor medio.

Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Acosta

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura mínima (°C)	RCP4.5	2030	0,91 ºC	0,01 ºC	0,90 ºC	0,92 ºC
		2060	1,55 ºC	0,01 ºC	1,54 ºC	1,57 ºC
	RCP8.5	2030	1,10 ºC	0,01 ºC	1,09 ºC	1,12 ºC
		2060	2,29 ºC	0,01 ºC	2,28 ºC	2,31 ºC

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

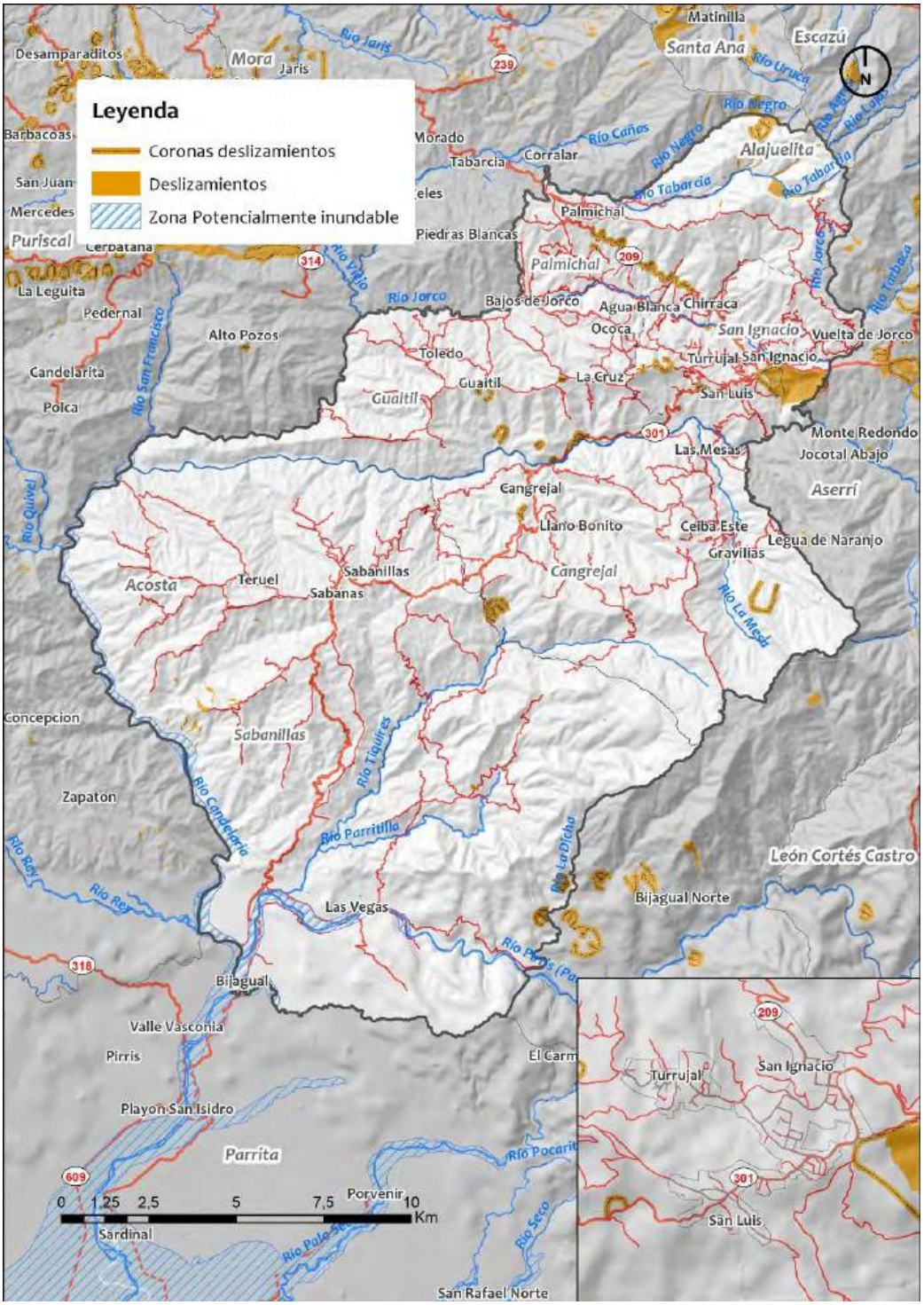
4.3 Amenazas a considerar

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 4 amenazas a evaluar en el cantón de Acosta, que son: inundaciones, deslizamientos, sequías, olas de calor.

Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas



Fuente: IDOM-CPSU (2021) a partir de la información de la CNE (2006)

4.3.1 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 desordenado, así como por la presencia de desechos sólidos a los cauces.

Como se ha comentado, el flujo de los ríos y quebradas que conforman la red fluvial de Acosta se ve limitado por el desarrollo urbano carente de planificación, que ocupa las planicies de inundación, y por la mala gestión de residuos que da espacio a que se lancen desechos sólidos hacia los cauces. Estas circunstancias amplifican las consecuencias de las inundaciones, puesto que los flujos no siguen su cauce natural.

Las zonas o barrios más afectados por las inundaciones de ríos y quebradas del cantón son Agua Blanca, Bajos de Jorco, Bajo Calvo, Palmichal y Tabarcia. En general se localizan en las áreas céntricas del distrito de Cangrejal y en la parte sur de los distritos de Guaitil, San Ignacio y Palmichal.

4.3.2 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 caso de generación de represamientos y posteriores flujos de lodo, las partes bajas aledañas a los principales ríos, como el río Jorco, Grande de Candelaria o el Tabarcia, serían las más vulnerables. Además, en la parte más meridional de la delimitación de los distritos de Palmichal, Guatil y Sabanillas, debido al relieve con fuertes declives o inclinaciones, la población puede verse también expuesta a esta situación.

En las cercanías de la comunidad de la Ortiga-Potrerillos se ha incrementado un daño muy importante por deslizamiento a lo largo de aproximadamente 200 metros de carretera de la ruta N209 donde se evidencian grietas en el asfalto y en las viviendas.

4.3.3 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 forma más contundente, afecta al normal desarrollo de las actividades del sector primario y a las áreas protegidas de este cantón, sin contar su afección a la calidad de vida de la población.

En el centro de San Ignacio hay un alto grado de exposición, y al oeste de los distritos de Palmichal, Guaitil y Sabanillas, y al norte de Cangrejal.

4.3.4 Olas de calor

Los períodos de altas temperaturas derivan en situaciones de estrés térmico, en estas condiciones surgen lo que se conoce como olas de calor.

En los ámbitos 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 (pudiendo sufrir mareos, por ejemplo).

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.

4.4 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 asociadas a los desencadenantes climáticos de lluvias intensas, déficit de lluvias y a altas temperaturas.

La amenaza es calculada en función de la evolución temporal de una serie de indicadores estadísticos seleccionados a partir de 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[4], para representar sequías, lluvias intensas, heladas y altas temperaturas. La metodología y la categorización se detallan en el Anexo 1 de este documento.

4.4.1 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 el 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).

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

En la Tabla 8 se aprecia el nivel de la amenaza correspondiente a los porcentajes de cambio previamente presentados. Como se observa, los porcentajes de cambio del escenario RCP4.5 están todos por debajo del 5%. Por otro lado, para el escenario RCP8.5 en el horizonte temporal de 2030 el indicador se encuentra por encima del 10%, disminuyendo por debajo de este para el período temporal más lejano (2060). Esto quiere decir que los episodios de lluvias intensas no aumentarán de forma significativa en los escenarios climáticos RCP4.5, ya que como se observa en la Tabla 30, si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es inferior al 10%, el nivel de amenaza es bajo lo que significa que el número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del período analizado registra un aumento de hasta un 10% con respecto al número de eventos recogidos durante el período de referencia. En el caso del escenario RCP8.5 para el período temporal 2030, puesto que supera el 10% representa un nivel de amenaza medio-bajo, lo que tampoco implica cambios significativos en la tendencia de lluvias extremas.

Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en el R95p	RCP4.5	2030	2,18 %	1,07 %	0,34 %	2,98 %
		2060	2,47 %	1,65 %	-0,05 %	3,95 %
	RCP8.5	2030	13,03 %	1,39 %	10,91 %	14,49 %
		2060	9,73 %	1,93 %	7,12 %	11,66 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

4.4.1.1 Inundaciones

Las inundaciones es uno de los potenciales efectos asociados a los episodios de lluvias intensas que se pueden esperar del análisis descrito en la Tabla 5. El estudio de la amenaza de inundación en la zona ha consistido en la realización de dos análisis.

Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) del año 2006 donde se zonifica las zonas potencialmente inundables en el cantón.

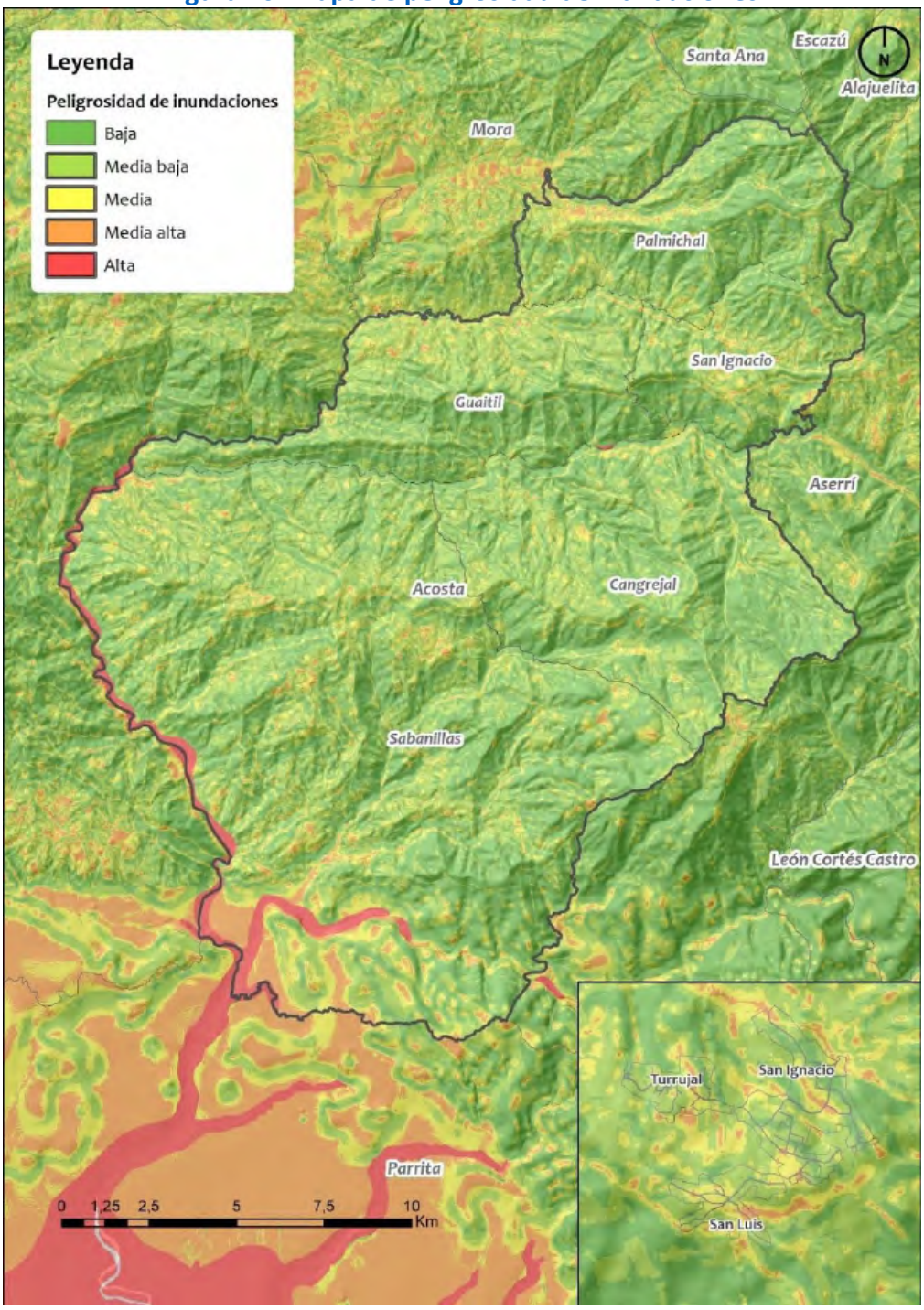
Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de susceptibilidad simplificado, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones (inferiores al 2%) son las que presentan una mayor probabilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

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

Peligrosidad actual a inundaciones

Como se ve en el zoom de la Figura 10, la zona urbana de Acosta tiene un nivel medio bajo y medio en casi toda su superficie con algunas manchas de nivel medio alto.

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 de la Tabla 8.

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.

En base a estos cruces, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075.

En este sentido, en Acosta, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8 y los rangos establecidos en la Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones, el incremento de la peligrosidad es bajo para el RCP 4.5 por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual, sin embargo, el incremento es medio-bajo para el RCP 8.5, por lo que hay un ligero aumento en la peligrosidad principalmente de las categorías bajas y medias-bajas.

4.4.1.2 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 actual 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 áreas potencialmente susceptibles a deslizamientos en el cantón.

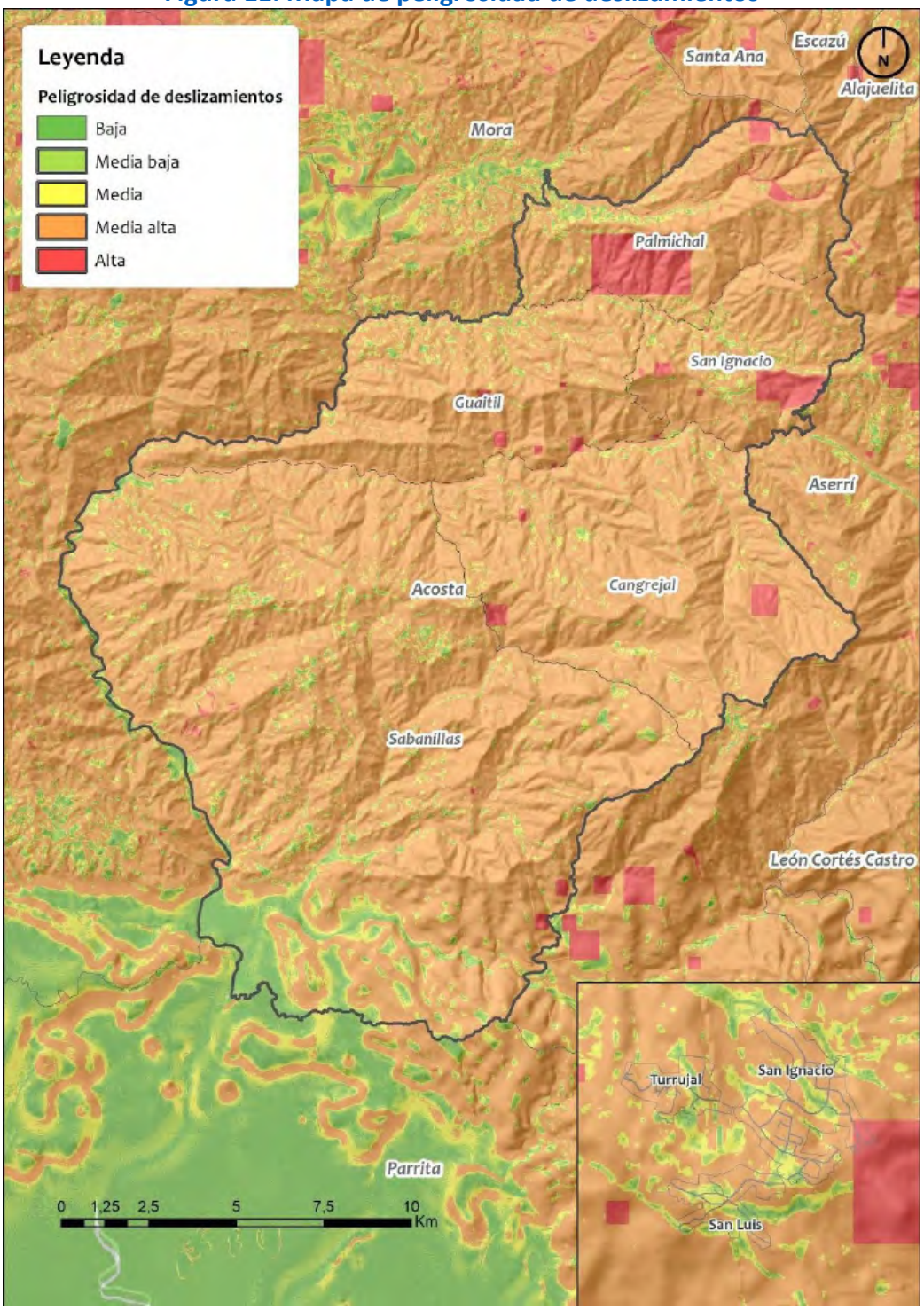
Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que, para el segundo análisis, se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan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

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 actual a deslizamientos

Este mapa de peligrosidad (Figura 11) refleja que las zonas urbanas de los distritos presentan una peligrosidad media alta ante eventos de deslizamientos. Cabe destacar las zonas de peligro alto en los distritos de Palmichal y San Ignacio.

Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos



Fuente: IDOM-CPSU

Peligrosidad futura a deslizamientos

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por deslizamientos 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 precipitaciones intensas R95P de la Tabla 8.

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.

En base a estos cruces, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por deslizamientos en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075.

En este sentido, en Acosta, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8 y los rangos establecidos en la Tabla 36, el incremento de la peligrosidad es bajo para el RCP 4.5 por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual, sin embargo, el incremento es medio-bajo para el RCP 8.5, por lo que hay un ligero aumento en la peligrosidad principalmente de las categorías bajas y medias-bajas.

4.4.2 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[5]:

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

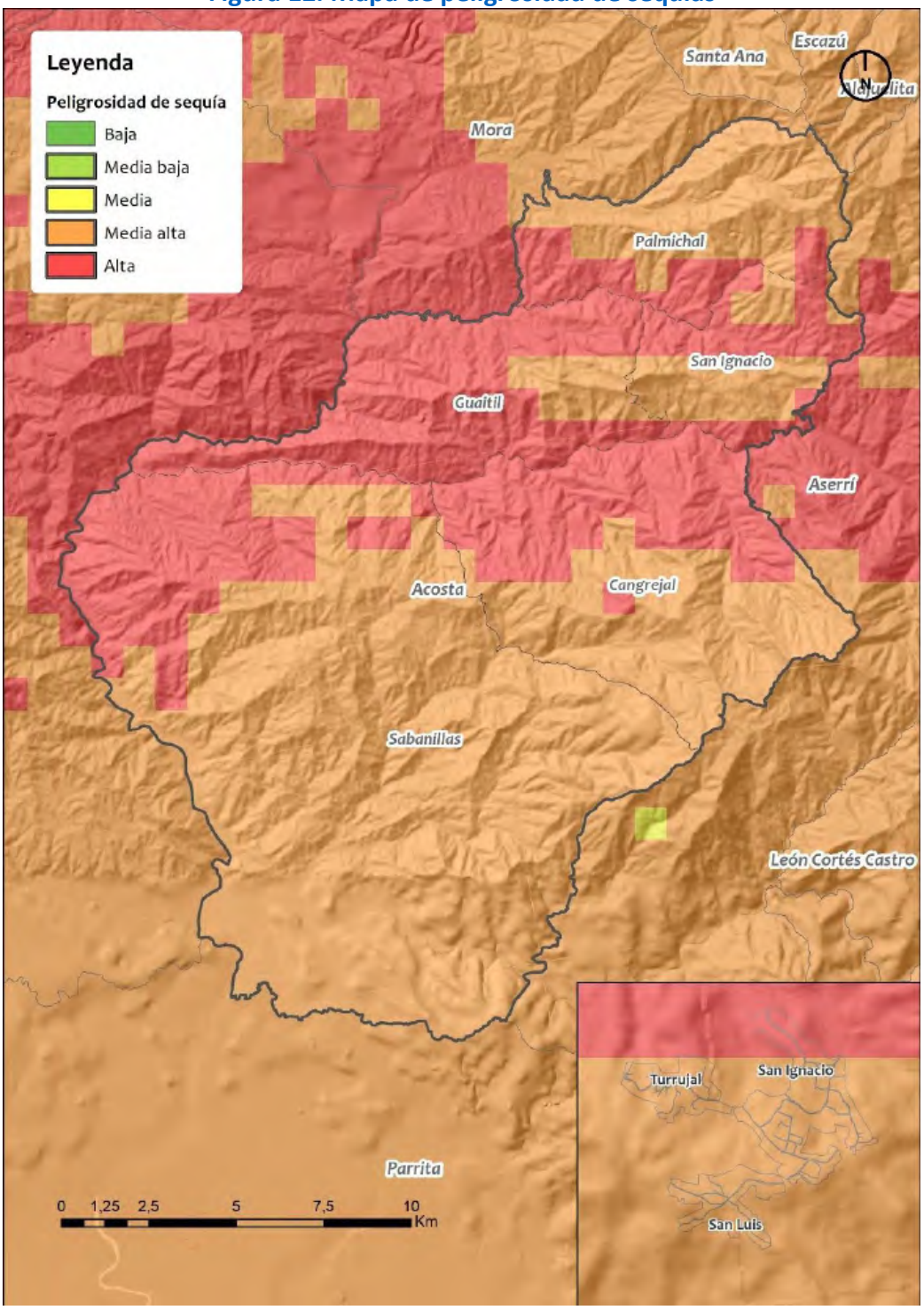
[5] (Mishra & Singh, 2010)

Peligrosidad actual a sequía

Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez global (Trabucco & Zomer, 2019), 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 mayor parte del cantón tiene un nivel de peligrosidad medio alto en cuanto a la sucesión de eventos de sequía.

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 (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.

En la Tabla 9 se presenta el porcentaje de cambio del indicador CDD bajo los dos escenarios RCP y los horizontes temporales considerados en este análisis. En general, el porcentaje de cambio del índice de los valores medios es menor al 10% 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. En el caso de los valores máximos, solo en el período temporal más alejado y en el escenario climático más desfavorable, supera este 10%.

Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
CDD	RCP4.5	2030	-0,33 %	1,75 %	-3,20 %	1,00 %
		2060	-0,69 %	2,73 %	-5,19 %	1,46 %
	RCP8.5	2030	3,99 %	1,93 %	1,17 %	6,29 %
		2060	8,33 %	3,92 %	2,32 %	12,48 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

De acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 9 y los rangos establecidos en la Tabla 39, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por sequía en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075. Sin embargo, en Acosta, el incremento de la peligrosidad es bajo (todos los casos por debajo del 25%) por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual.

Como se ha descrito anteriormente, que la peligrosidad no se vea modificada de acuerdo con los rangos establecidos en la Tabla 39, no quiere decir que el indicador de número de días secos consecutivos no vaya a cambiar, sino que va a cambiar en unos porcentajes pequeños como para que supongan un cambio significativo en la peligrosidad frente a sequías.

4.4.3 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[6] (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 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

[6] 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.

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 10).

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.

4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto

Los **receptores sensibles** se refieren 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 4.1. En este caso, se han agrupado por los sectores: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas.

Tabla 10. Receptores sensibles

Sector	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	Vías	Carreteras y caminos
	Puentes	Relacionados con la red vial
Equipamientos	Educación	Centros educativos
	Recurso hídrico	ASADAS
Áreas protegidas	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 los impactos asociados a las amenazas en relación con los receptores.

4.5.1 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 los impactos potenciales de cada una de las cadenas de impacto, así como la cuantificación de los daños económicos derivados de los eventos sucedidos en este territorio.

Este tipo de fenómeno, en general, afecta de forma negativa a la población, pudiendo llegar a generar víctimas mortales y heridos; daños directos sobre las edificaciones y otros efectos 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 asociada a las inundaciones, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre estos. Estas han sido alimentadas por los actores locales durante las reuniones técnicas acontecidas.

Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores sanitarios (dengue, chikungunya, diarrea, vómitos, etc.)
		Afectación psicosocial
		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

Sector	Receptor	Potenciales impactos
		Posible desabastecimiento de alimentos para el ganado derivados de la agricultura
Infraestructuras	Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de carreteras y caminos
		Posible colapso de los puentes más antiguos
		Posible corte en la circulación y operatividad
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas (anegamiento) e interrupción del servicio
		Imposibilidad de acceso por impacto sobre las vías y/o puentes
	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
		Afección a los acueductos rurales (tuberías)
		Posible efecto sobre la calidad del agua por contaminación

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**. Estas características tienen que ver con las fuertes pendientes, el alto grado de deforestación y la presencia de arenas y rocas volcánicas en un estado muy alterado y fracturado.

Algunos de los fenómenos que pueden darse, asociados a los deslizamientos, pueden ser la destrucción de viviendas 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

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal

Sector	Receptor	Potenciales impactos
		Enfermedades por vectores
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales sobre edificaciones
Infraestructuras	Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de carreteras, caminos y puentes
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

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Como se ha incluido en el apartado 4.1.3, los distintos desastres o eventos asociados al clima 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.

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

Tipo de evento	Daños ($)					
	Vivienda	Agropecuario	Vías	Puentes	Educación	TOTAL
Deslizamiento	-	121.591,74	2.497.980,66	-	-	**2.619.572,40**
Aumento de caudal	-	-	219.882,55	1.457.960,04	-	**1.677.842,59**
Inundación	-	19.389,27	154.431,04	-	-	**173.820,31**
-	6.816.373,02	3.869.678,39	2.832.699,44	208.095,75	3.199.949,50	**16.926.796,10**
TOTAL	**6.816.373,02**	**4.010.659,40**	**6.271.041,96**	**1.666.055,79**	**3.199.949,5**	**21.964.079,67**

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

La estimación total de los daños derivados de los eventos sucedidos en este cantón asciende a casi **veintidós millones de dólares (USD)**. Cabe señalar que las mayores cifras se dan en eventos que no se incluyen en ninguna categoría (-) y los debidos a deslizamientos,

movimientos de masa y derrumbes que se han cuantificado de forma unitaria. En cuanto a los receptores, los impactos sobre las viviendas y vías son los que mayores costes han supuesto, superando en ambos casos los seis millones de dólares (USD).

4.5.2 Déficit de lluvias

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

El sector agrícola puede sufrir las consecuencias en su producción, puesto que uno de los cultivos predominantes en el cantón, el café, requiere de un alto grado de humedad para su crecimiento. Lo mismo sucede con la ganadería, que es uno de los motores económicos de Acosta.

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.

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

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 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías

Sector	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

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Áreas protegidas	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).

En el caso de las sequías, la base de datos *DesInventar*, que es una herramienta apoyada entre otros por la UNDRR y UNDP y que cuenta con datos para el período 1968-2020, incluye una víctima asociada a esta amenaza.
Por otro lado, la base de datos de MIDEPLAN incluye ENOS de 1997-1998, o lo que es lo mismo, el fenómeno de El Niño. En esa ocasión fue uno de los más devastadores en toda América Latina. En el caso de Costa Rica, que ya venía de una situación donde las precipitaciones habían descendido en el período de lluvias, este fenómeno propició la continuación e intensificación de la sequía, que lógicamente tuvo repercusiones en todos los elementos de la sociedad (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

En la siguiente tabla se cuantifican los daños económicos asociados a este evento:

Tabla 15. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019

Tipo de evento	Daños ($)					
	Vivienda	Agropecuario	Vías	Puentes	Educación	TOTAL
El Niño	-	5.083.192,36	-	-	-	**5.083.192,36**
TOTAL-	**-**	**5.083.192,36**	**-**	**-**	**-**	**5.083.192,36**

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

Como cabe esperar de un evento de tal envergadura relacionado con períodos de sequía, la agricultura y ganadería (agropecuario) son los receptores que reciben todos los daños reportados. En este caso se ha estimado en más de **cinco millones de dólares (USD)**.

4.5.3 Altas temperaturas

Las **olas de calor** vienen propiciadas por períodos de altas temperaturas. El efecto más destacado que se puede atribuir a estas corresponde con la salud de la población. Estas 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, 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.

Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor

Sector	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 Acosta en relación con las altas temperaturas, MIDEPLAN no tiene registrado ninguno para el período 1988-2019.

4.5.4 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 con condiciones de mayor vulnerabilidad, como las mujeres y los niños. Aunque han sido históricamente excluidas debido a desigualdades sociales preexistentes, estas poblaciones cumplen 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 adaptación al 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 en consideración de vulnerabilidad identificadas en Acosta: mujeres, niñas, niños y adolescentes, personas adultas mayores, 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 a 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
Migrantes	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 de recursos
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

4.6 Exposición y vulnerabilidad

La definición previa de las cadenas de impacto asociadas a cada amenaza permite establecer **indicadores de exposición y vulnerabilidad**. Se ha buscado que estos indicadores cuenten con una representación física sobre el territorio, y que permiten más adelante poder definir de forma espacial el riesgo al que está sometido el territorio de Acosta.

En las tablas siguientes se presentan los indicadores relacionados con cada una de las amenazas abordadas en este estudio (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, es decir, la frecuencia con que se presentan los valores de los indicadores y cómo se distribuyen. En otros casos, se ha optado por otro tipo de criterio cualitativo como suceden con los indicadores asociados al sector agropecuario.

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

Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas

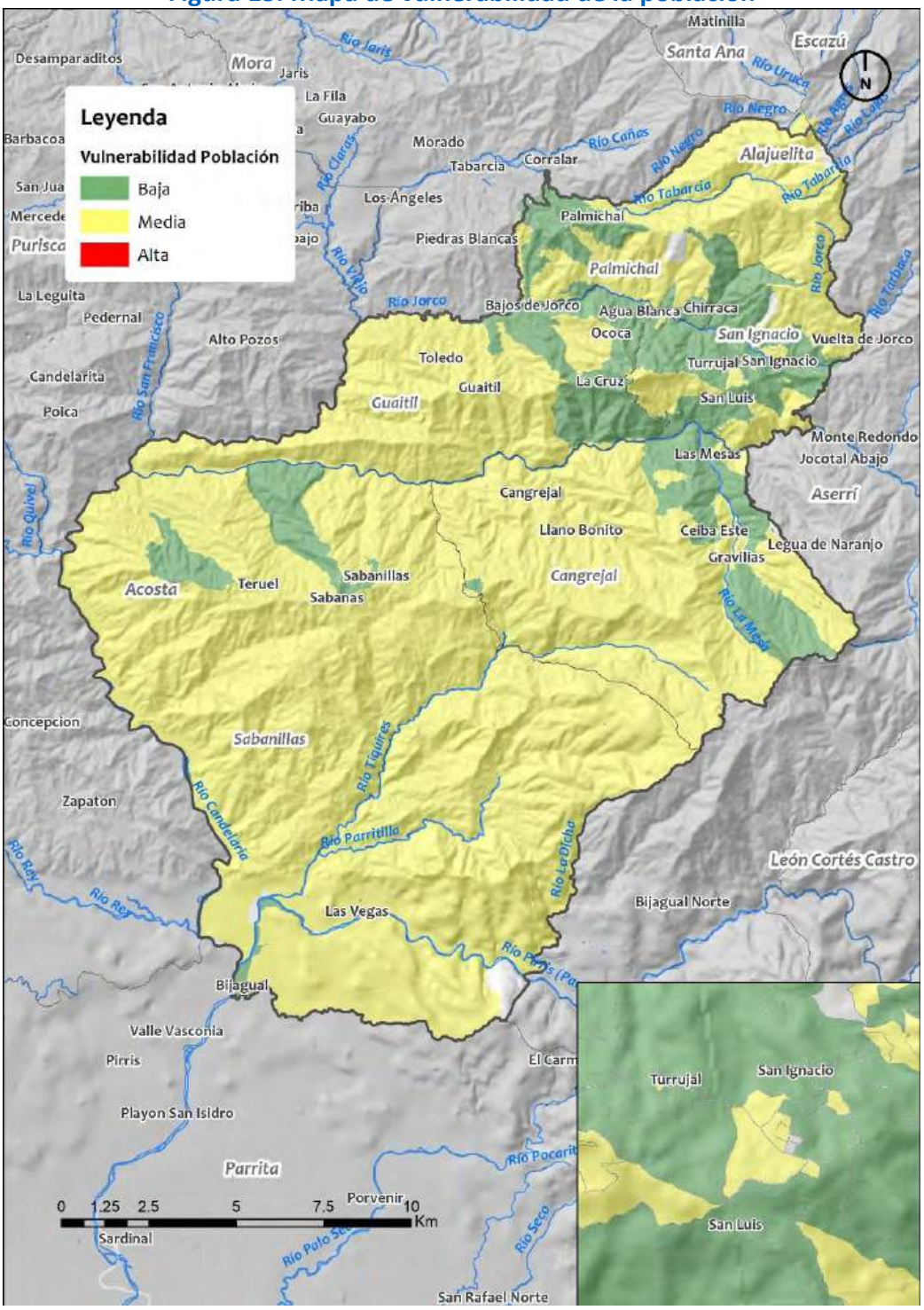
Sector	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
Población	Población	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Edificaciones	IGN	Densidad de población	INEC (UGM)	Baja	0-30 hab/ha
							Media	30-100 hab/ha
							Alta	>100 hab/ha
					Edad (<18 y >60)		Baja	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

Sector	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	Vías	Deslizamientos Inundaciones	Red Vial	MOPT	Tipo de vía	MOPT	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra
	Puentes		Puentes	IGN	Tipo de puente	IGN	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra
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
							Alta	-

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
Áreas protegidas	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

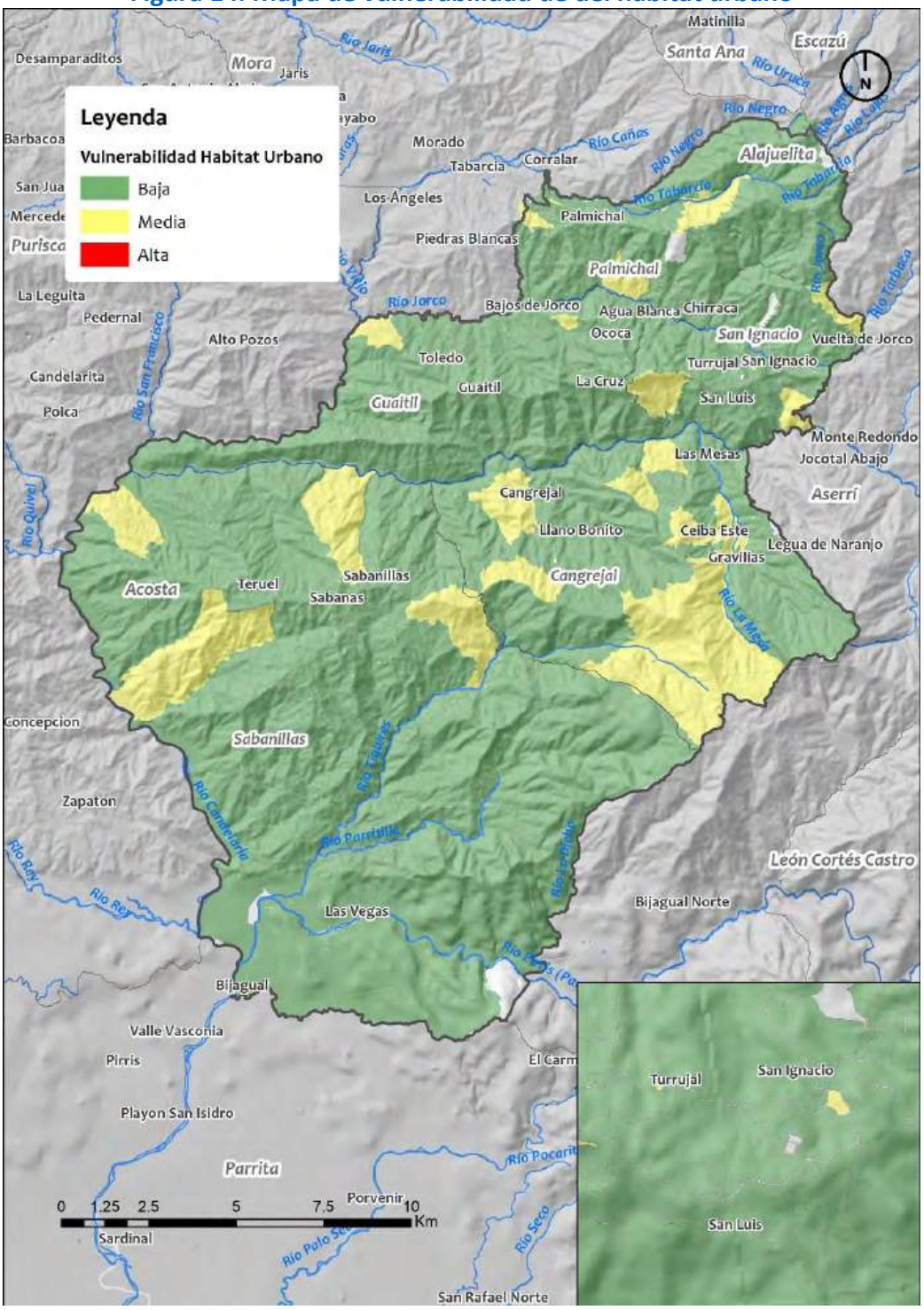
Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Figura 13. Mapa de vulnerabilidad de la población



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En general, en toda la extensión del cantón la vulnerabilidad de la población es mayoritariamente media, como se puede ver en la Figura 13, excepto algunas zonas del

norte donde el valor es bajo. También hay ciertos ámbitos donde el grado de vulnerabilidad es alto en los distritos de Cangrejal y especialmente en Sabanillas.

El cantón de Acosta cuenta con solo un 12% de su población en zonas urbanas y una densidad de 59 hab/km^2. En la zona de San Ignacio, que se puede ver en el zoom del mapa anterior, el valor es medio debido a que, aunque las densidades de población no son constantes son predominantemente medias (superiores a 30 personas por hectárea, como se indica en la Tabla 18). Además, la población vulnerable en términos de edad (inferior a 18 años y superior a 60 años) se sitúa entre el 35% y el 42%. En cuanto a la población con necesidades básicas insatisfechas hay parcelas con valores bajos y otra medios. En este ámbito concreto no se encuentran edificaciones en riesgo alto. Las zonas con valores bajos, que como se ha indicado están principalmente en la mitad norte del cantón, son el resultado de una combinación de baja densidad y poca población con necesidades básicas insatisfechas, aunque la población vulnerable respecto a la edad se encuentra en un rango medio.

En cuanto al mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano (Figura 14), la mayor parte del territorio tiene un valor bajo. Se puede apreciar que la zona rural tiene en general una vulnerabilidad media asociada a un alto porcentaje de viviendas en estado malo. Por otro lado, la zona urbana cuenta con viviendas en mejores condiciones de habitabilidad, por lo que su vulnerabilidad es en general baja. En el caso de la zona urbana de San Ignacio, las parcelas que disminuyen de categoría (de medio a bajo) entre el análisis de población y el de hábitat urbano, es como resultado de que el nivel de hacinamiento es bajo.

4.7 Caracterización de riesgos climáticos

Este capítulo recoge el trabajo acumulado para componer el análisis espacial de riesgos climáticos, atendiendo a la metodología presentada en el apartado 4. 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.

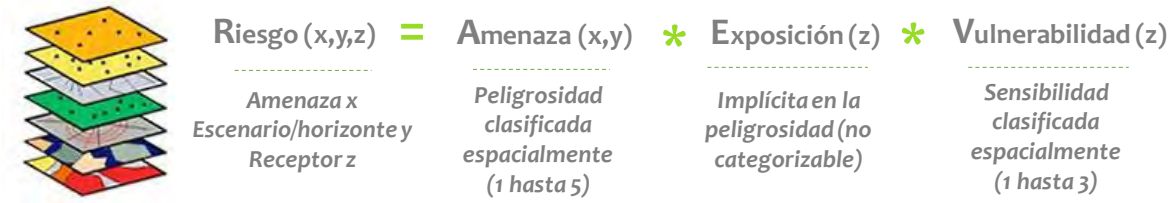
Las amenazas climáticas consideradas han sido inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor. En el apartado 4.4 se ha caracterizado su peligrosidad para los escenarios climáticos RCP 4.5 (escenario intermedio) y RCP 8.5 (escenario pesimista), y para los horizontes temporales futuros cercano (2015-2045) 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 4.6. La capacidad adaptativa se ha tratado a escala municipal (ver apartado 4.8), 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 15. Composición espacial del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2021) (2021).

Los resultados obtenidos, 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.

4.7.1 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 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano y Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías).

- **Escenario actual y escenarios RCP 4.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075)**

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. En esta se puede ver cómo los receptores de población y hábitat urbano se ven afectados principalmente por una categoría de riesgo medio bajo, superando el 46% en ambos. En el caso de la población, alrededor del 7% se encuentra en riesgo medio alto y alto.

El perfil social de la población se caracteriza por estar compuesta por más de un 45% de mujeres y alrededor del 40% en edades inferiores a los 18 años y superiores a los 65 años. En relación con la población considerada indígena, menos del 1% se encuentra en estos niveles de riesgo. Esto se traduce en que buena parte de la población que vive en zonas donde el riesgo está caracterizado por niveles medio alto y alto pertenece a grupos vulnerables. La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 4.5.4, es que los impactos sobre estos grupos de población toman mayor alcance dadas sus circunstancias desfavorables iniciales que solo se agravan debido a las consecuencias del cambio climático.

A nivel distrital, es en Sabanillas donde se concentra mayor población en los valores altos de riesgo, alrededor del 2%, respecto del total del cantón, seguido de Palmichal y San Ignacio.

Los elementos que conforman el resto de receptores se localizan en los niveles bajos y medios de riesgo de forma predominante.

- **Escenario RCP 8.5 (horizonte 2015-2045)**

Para este escenario se puede ver cómo los receptores de población y hábitat urbano se ven afectados principalmente por las categorías de riesgo medio bajo y medio, superando el 90% en ambos. En el caso de la población, alrededor del 8% se encuentra en riesgo medio alto y alto. El perfil de esta en cuanto a porcentaje de mujeres y población indígena es similar al de los escenarios anteriores.

A nivel distrital, es en Sabanillas donde se concentra de nuevo mayor población en los valores altos de riesgo, ascendiendo en esta ocasión hasta el 4%.

En sector agropecuario hay un aumento de la afectación el cual se duplica pasando de aproximadamente el 7% al 15%. Lo mismo ocurre, aunque con porcentajes más bajos con las vías, con un aumento desde aproximadamente un 4% de las vías en riesgo por inundaciones a un 11%.

Los elementos que conforman el resto de receptores se localizan en los niveles medios de riesgo de forma predominante.

- **Escenario RCP 8.5 (horizonte 2051-2075)**

En el escenario RCP8.5 para el período entre el año 2051 y el 2075, los receptores de población y hábitat urbano se ven afectados principalmente por una categoría de riesgo medio, acercándose al 50% en ambos. En el caso de la población, alrededor del 8% se encuentra en riesgo medio alto y alto. El perfil de esta es común al resto de escenarios analizados.

De nuevo es en el distrito de Sabanillas donde se concentra mayor población en los valores altos de riesgo, llegando casi al 5%.

Al igual que en el caso anterior, hay un aumento del número de fincas agropecuarias afectadas hasta aproximadamente un 22%. Los elementos que conforman el resto de receptores se localizan en los niveles medios.

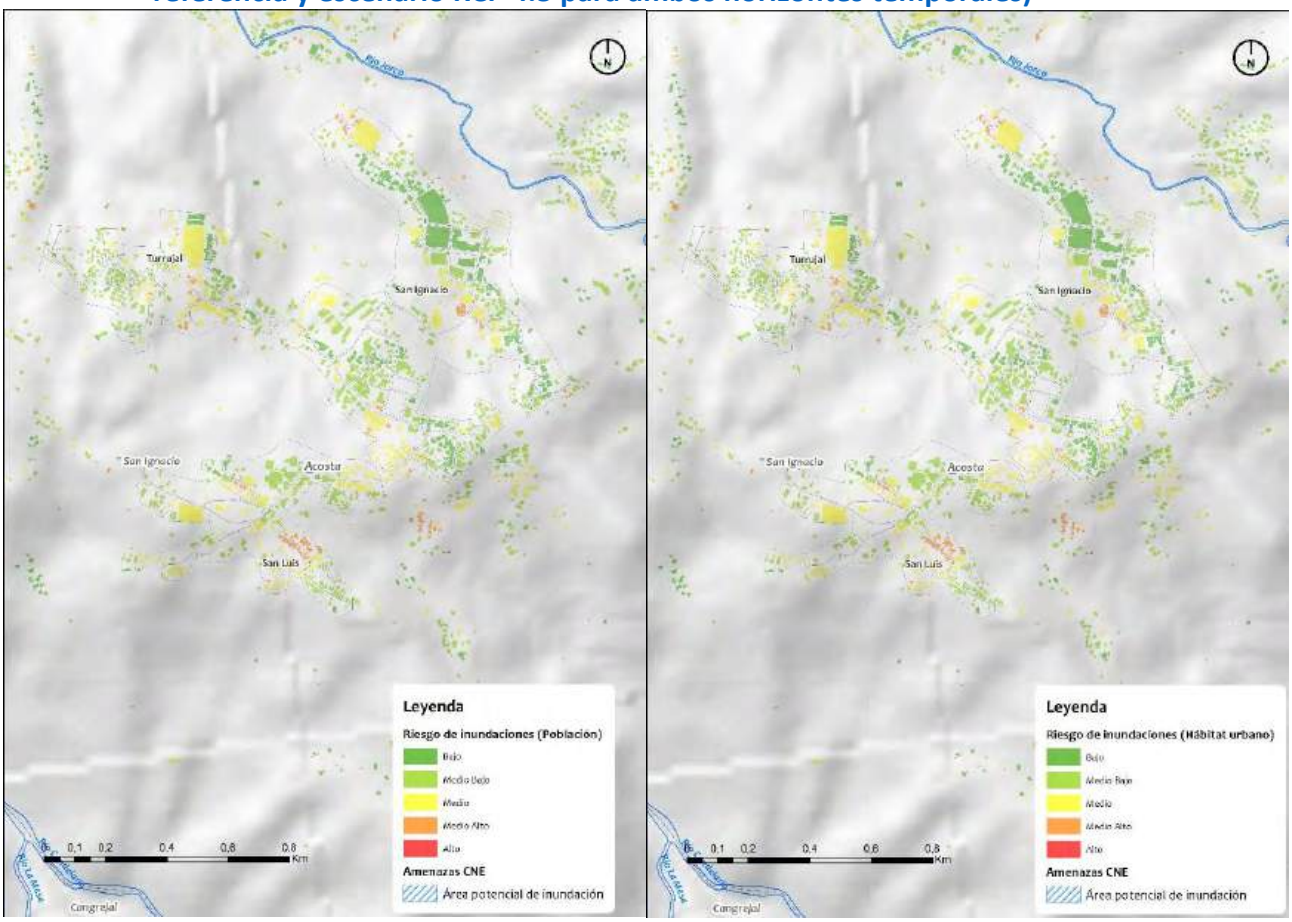
Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Agropecuario		Vías		Puentes		Educación		Recurso hídrico	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº fincas	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	2.810,00	27,10	2.840,00	27,39	440,00	27,73	119,87	16,58	31,00	31,63	14,00	23,73	10,00	37,04
	medio-bajo	4.843,00	46,71	4.914,00	47,40	743,00	46,82	190,93	26,41	45,00	45,92	32,00	54,24	12,00	44,44
	medio	1.962,00	18,92	1.885,00	18,18	289,00	18,21	86,07	11,90	21,00	21,43	12,00	20,34	4,00	14,81
	medio-alto	645,00	6,22	728,00	7,02	92,00	5,80	20,10	2,78	3,00	3,06	0,00	0,00	1,00	3,70
	alto	108,00	1,04	1,00	0,01	23,00	1,45	13,70	1,89	6,00	6,12	1,00	1,69	0,00	0,00
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	2.810,00	27,10	2.840,00	27,39	440,00	27,73	119,87	16,58	31,00	31,63	14,00	23,73	10,00	37,04
	medio-bajo	4.843,00	46,71	4.914,00	47,40	743,00	46,82	190,93	26,41	45,00	45,92	32,00	54,24	12,00	44,44
	medio	1.962,00	18,92	1.885,00	18,18	289,00	18,21	86,07	11,90	21,00	21,43	12,00	20,34	4,00	14,81
	medio-alto	645,00	6,22	728,00	7,02	92,00	5,80	20,10	2,78	3,00	3,06	0,00	0,00	1,00	3,70
	alto	108,00	1,04	1,00	0,01	23,00	1,45	13,70	1,89	6,00	6,12	1,00	1,69	0,00	0,00
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	2.810,00	27,10	2.840,00	27,39	440,00	27,73	119,87	16,58	31,00	31,63	14,00	23,73	10,00	37,04
	medio-bajo	4.843,00	46,71	4.914,00	47,40	743,00	46,82	190,93	26,41	45,00	45,92	32,00	54,24	12,00	44,44
	medio	1.962,00	18,92	1.885,00	18,18	289,00	18,21	86,07	11,90	21,00	21,43	12,00	20,34	4,00	14,81
	medio-alto	645,00	6,22	728,00	7,02	92,00	5,80	20,10	2,78	3,00	3,06	0,00	0,00	1,00	3,70
	alto	108,00	1,04	1,00	0,01	23,00	1,45	13,70	1,89	6,00	6,12	1,00	1,69	0,00	0,00
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
	medio-bajo	3.261,00	31,45	3.301,00	31,84	440,00	27,73	119,87	16,58	31,00	31,63	14,00	23,73	10,00	37,04
	medio	6.263,00	60,41	6.338,00	61,13	913,00	57,53	231,47	32,02	60,00	61,22	42,00	71,19	16,00	59,26
	medio-alto	736,00	7,10	728,00	7,02	211,00	13,30	65,62	9,08	9,00	9,18	2,00	3,39	1,00	3,70
	alto	108,00	1,04	1,00	0,01	23,00	1,45	13,70	1,89	6,00	6,12	1,00	1,69	0,00	0,00
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	781,00	7,53	799,00	7,71	0,00	0,00	25,38	3,51	1,00	1,02	4,00	6,78	4,00	14,81
	medio-bajo	3.823,00	36,87	3.852,00	37,15	81,00	5,10	141,76	19,61	35,00	35,71	20,00	33,90	8,00	29,63
	medio	5.077,00	48,97	5.125,00	49,43	1.153,00	72,65	200,54	27,74	55,00	56,12	32,00	54,24	14,00	51,85
	medio-alto	721,00	6,95	734,00	7,08	330,00	20,79	52,92	7,32	9,00	9,18	2,00	3,39	1,00	3,70
	alto	109,00	1,05	1,00	0,01	23,00	1,45	13,70	1,89	6,00	6,12	1,00	1,69	0,00	0,00

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

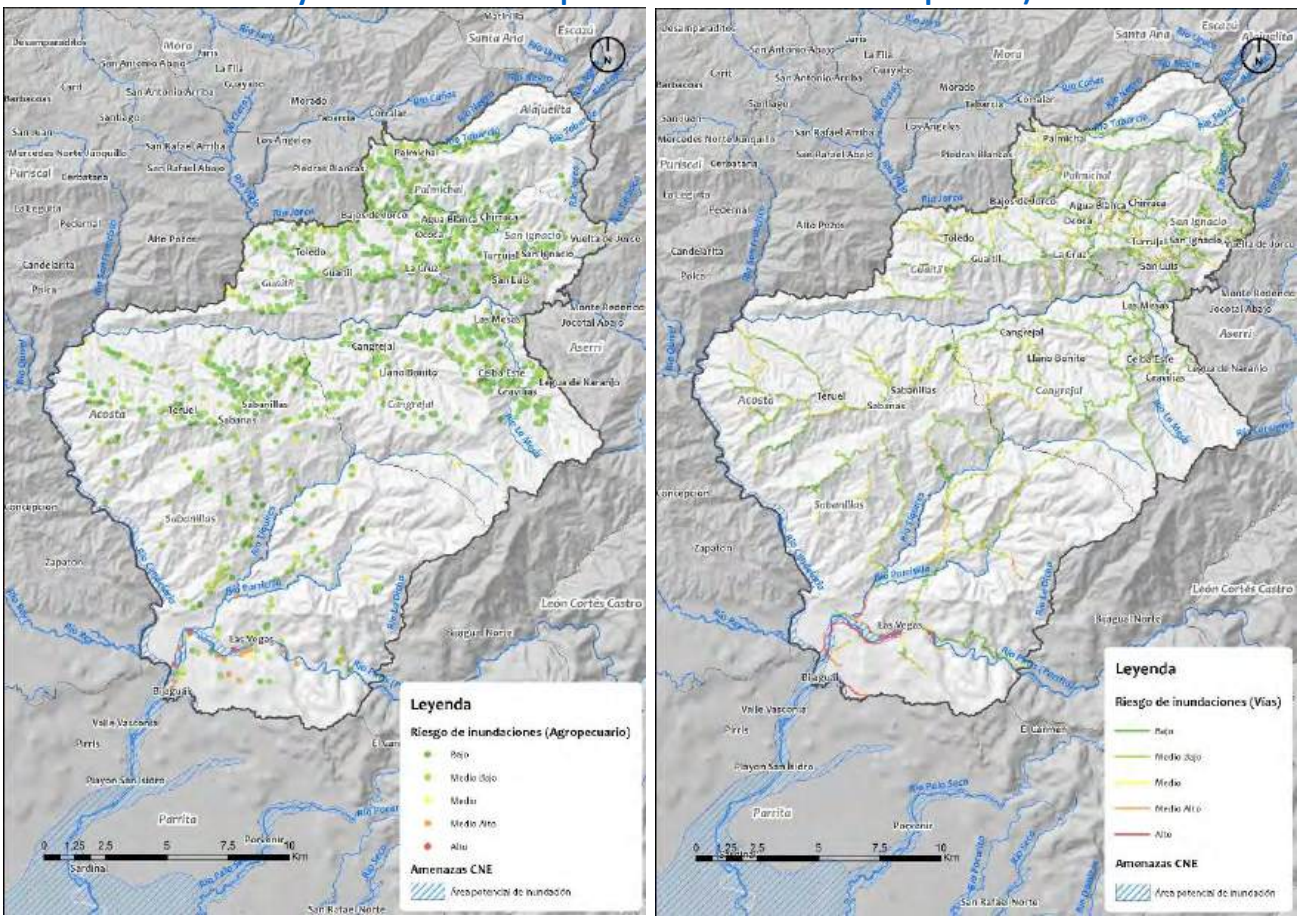
En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales:

Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

4.7.2 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 2015-2045/2045-2075):**

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. En esta se puede ver cómo todos los receptores se localizan en zonas de riesgo medio-alto principalmente. En el caso de las ASADAS, la mayoría, casi el 85%, se localiza en zonas de riesgo medio alto y alto. Respecto a los puentes, se ven afectados de forma clara por los materiales que son transportados como consecuencia de los deslizamientos hacia lugares de menor pendiente, y casi el 87% de los existentes se encuentran en las zonas de mayor riesgo.

En el caso de la población, más del 77% se encuentra en riesgo medio alto y alto. A nivel distrital, la población que se encuentra en zonas de riesgo medio alto y alto se encuentra en su mayoría en San Ignacio (24%), seguido de Palmichal (16%), Sabanillas (14%), Guaitil (13%) y Cangrejal (10%).

De la población que vive en zonas de riesgo medio alto y alto, más del 45% son mujeres y menos del 1% población considerada indígena. Esto se traduce en que buena parte de la población que vive en zonas donde el riesgo está caracterizado por niveles medio alto y alto pertenece a grupos vulnerables. La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 4.5.4, es que los impactos sobre estos grupos de población toman mayor alcance dadas sus circunstancias desfavorables iniciales que solo se agravan debido a las consecuencias del cambio climático.

- **Escenario RCP 8.5 (horizonte 2015-2045):**

En este escenario se pueden ver valores muy similares, y en algunos puntos iguales, debido a que en las zonas de riesgo más altos no hay grandes diferencias entre escenarios, ya que se parte de una situación de partida de riesgo notable.

En el caso de la población, alrededor del 77% se encuentra en riesgo medio alto y alto. A nivel distrital, la población que se encuentra en zonas de riesgo medio alto y alto se encuentra en su mayoría en San Ignacio (25%), seguido de Palmichal (16%), Sabanillas (14%), Guaitil (13%) y Cangrejal (10%).

El perfil de la población que vive en zonas de riesgo medio alto y alto son similares a la de los escenarios anteriores (“escenario actual y ambos escenarios RCP 4.5).

- **Escenario RCP 8.5 (horizonte 2051-2075):**

Sucede algo parecido en esta ocasión, puesto que, de nuevo, los valores más altos son comunes a todos los escenarios.

De la población que vive en zonas de riesgo medio alto y alto, casi el 47% son mujeres, lo que implica un aumento de un 2% respecto al número de mujeres afectadas en los otros escenarios analizados.

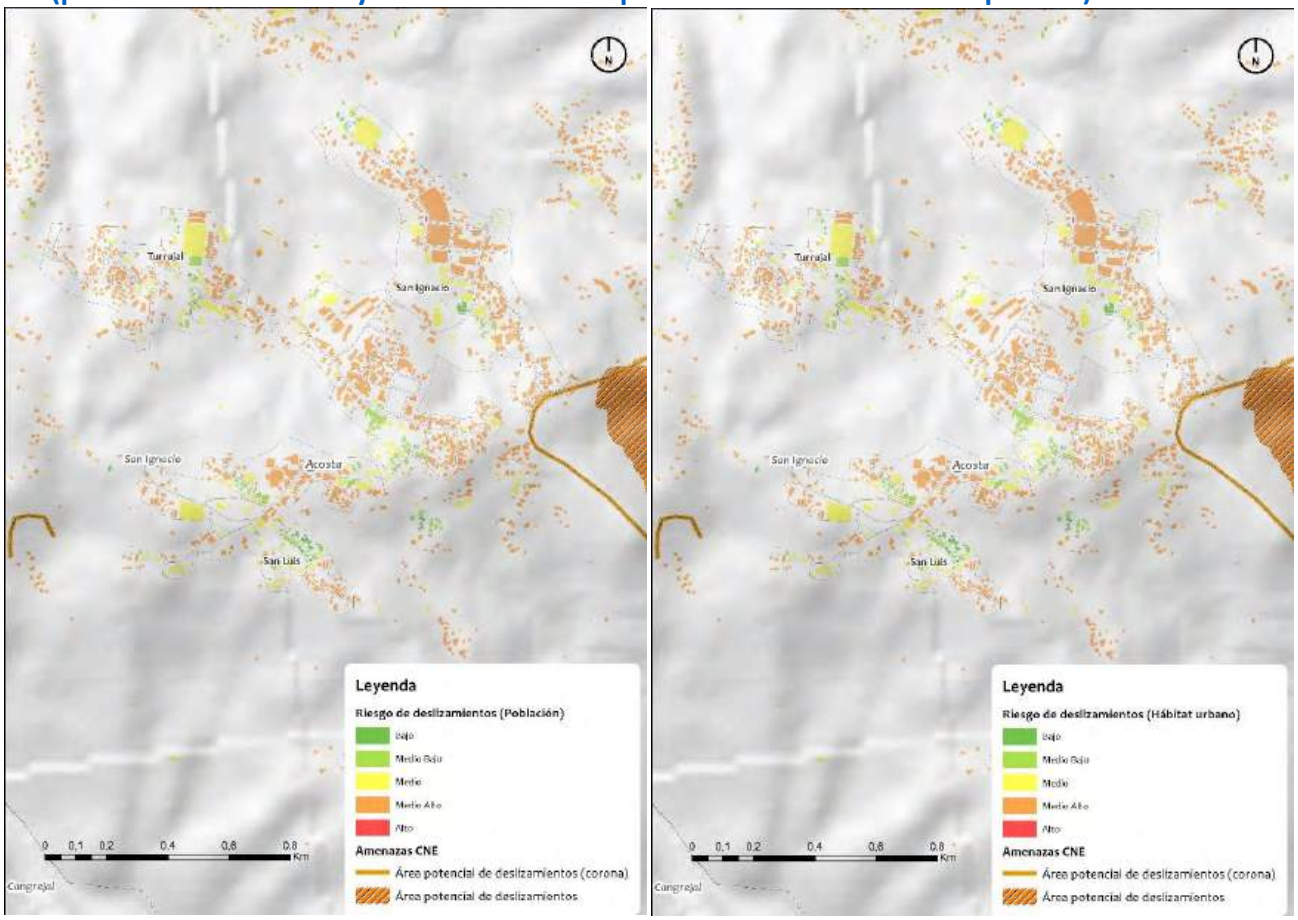
Tabla 20. Riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Vías		Puentes		Educación		Recurso hídrico	
		nº edificios	%	nº edificios	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	298,00	2,87	314,00	3,03	6,13	1,42	1,00	1,02	1,00	1,69	1,00	3,70
	medio-bajo	790,00	7,62	783,00	7,55	21,69	5,04	7,00	7,14	1,00	1,69	1,00	3,70
	medio	1.316,00	12,69	1.323,00	12,76	35,15	8,16	13,00	13,27	9,00	15,25	2,00	7,41
	medio-alto	7.507,00	72,41	7.825,00	75,47	269,80	62,65	69,00	70,41	45,00	76,27	21,00	77,78
	alto	457,00	4,41	123,00	1,19	97,89	22,73	16,00	16,33	3,00	5,08	2,00	7,41
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	298,00	2,87	314,00	3,03	6,13	1,42	1,00	1,02	1,00	1,69	1,00	3,70
	medio-bajo	790,00	7,62	783,00	7,55	21,69	5,04	7,00	7,14	1,00	1,69	1,00	3,70
	medio	1.316,00	12,69	1.323,00	12,76	35,15	8,16	13,00	13,27	9,00	15,25	2,00	7,41
	medio-alto	7.507,00	72,41	7.825,00	75,47	269,80	62,65	69,00	70,41	45,00	76,27	21,00	77,78
	alto	457,00	4,41	123,00	1,19	97,89	22,73	16,00	16,33	3,00	5,08	2,00	7,41
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	298,00	2,87	314,00	3,03	6,13	1,42	1,00	1,02	1,00	1,69	1,00	3,70
	medio-bajo	790,00	7,62	783,00	7,55	21,69	5,04	7,00	7,14	1,00	1,69	1,00	3,70
	medio	1.316,00	12,69	1.323,00	12,76	35,15	8,16	13,00	13,27	9,00	15,25	2,00	7,41
	medio-alto	7.507,00	72,41	7.825,00	75,47	269,80	62,65	69,00	70,41	45,00	76,27	21,00	77,78
	alto	457,00	4,41	123,00	1,19	97,89	22,73	16,00	16,33	3,00	5,08	2,00	7,41
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
	medio-bajo	509,00	4,91	526,00	5,07	6,13	1,42	1,00	1,02	1,00	1,69	1,00	3,70
	medio	1.887,00	18,20	1.894,00	18,27	51,97	12,07	19,00	19,39	10,00	16,95	3,00	11,11
	medio-alto	7.515,00	72,48	7.825,00	75,47	274,67	63,78	70,00	71,43	45,00	76,27	21,00	77,78
	alto	457,00	4,41	123,00	1,19	97,89	22,73	16,00	16,33	3,00	5,08	2,00	7,41
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	245,00	2,33	261,00	2,48	3,87	0,87	1,00	1,02	1,00	1,69	0,00	0,00
	medio-bajo	579,00	5,51	572,00	5,44	12,65	2,84	3,00	3,06	0,00	0,00	2,00	7,41
	medio	1.607,00	15,29	1.617,00	15,38	45,19	10,14	17,00	17,35	10,00	16,95	2,00	7,41
	medio-alto	7.618,00	72,48	7.938,00	75,52	284,89	63,90	69,00	70,41	45,00	76,27	21,00	77,78
	alto	462,00	4,40	123,00	1,17	99,26	22,26	16,00	16,33	3,00	5,08	2,00	7,41

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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

Figura 18. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

4.7.3 Sequía

Como se ha comentado en el apartado 4.1.3, el cantón ha registrado varios eventos de sequías en las últimas décadas.

Tanto las explotaciones agropecuarias como las áreas naturales se encuentran en su totalidad bajo una categoría de riesgo medio alta y alta. En el caso de las explotaciones agropecuarias, destacan en número, en zonas de riesgo alto, la explotaciones de café y de ganado vacuno, por encima de los cultivos de caña de azúcar, maíz o banano.

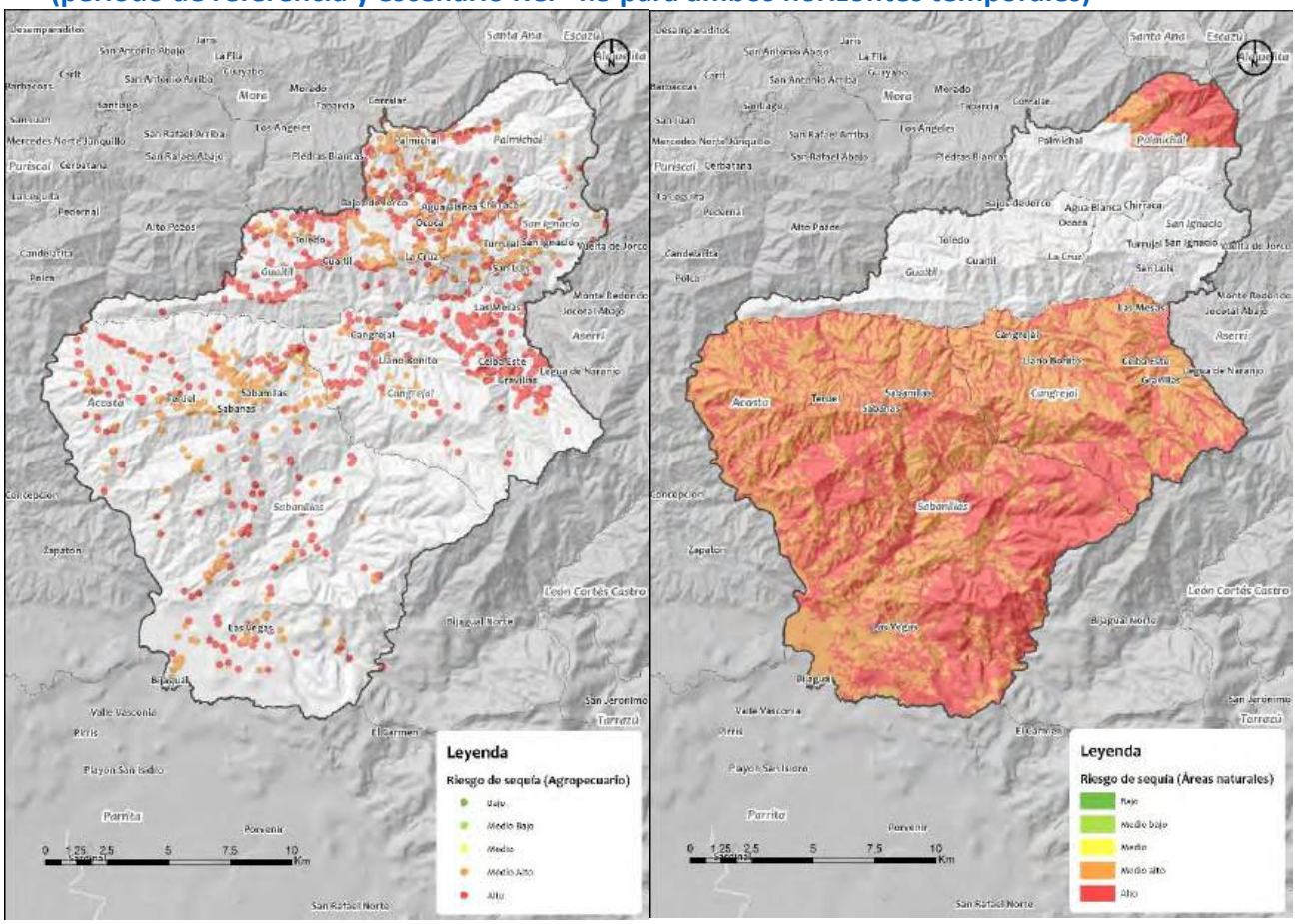
Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Agropecuario		Áreas naturales	
		nº fincas	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005 ---------- 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	645,00	40,64	12.690,00	49,88
	alto	942,00	59,36	12.751,33	50,12

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales, donde se aprecia gran parte de las fincas agropecuarias afectadas en la zona central del cantón. Por el contrario, el riesgo de sequía frente a las zonas naturales es mucho más uniforme a lo largo de todo el cantón.

Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y áreas naturales (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

4.7.4 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.

Los dos receptores analizados en el caso de las olas de calor, población y hábitat urbano, se encuentran en su totalidad en las categorías de riesgo medio alto y alto. Destaca que más del 52% de la población se encuentra en zonas de riesgo alto, pero menos del 9% de las edificaciones. Esto se debe a la implicación que tiene esta amenaza en la salud y bienestar directa sobre la población y que no afecta de forma tan grave a las edificaciones.

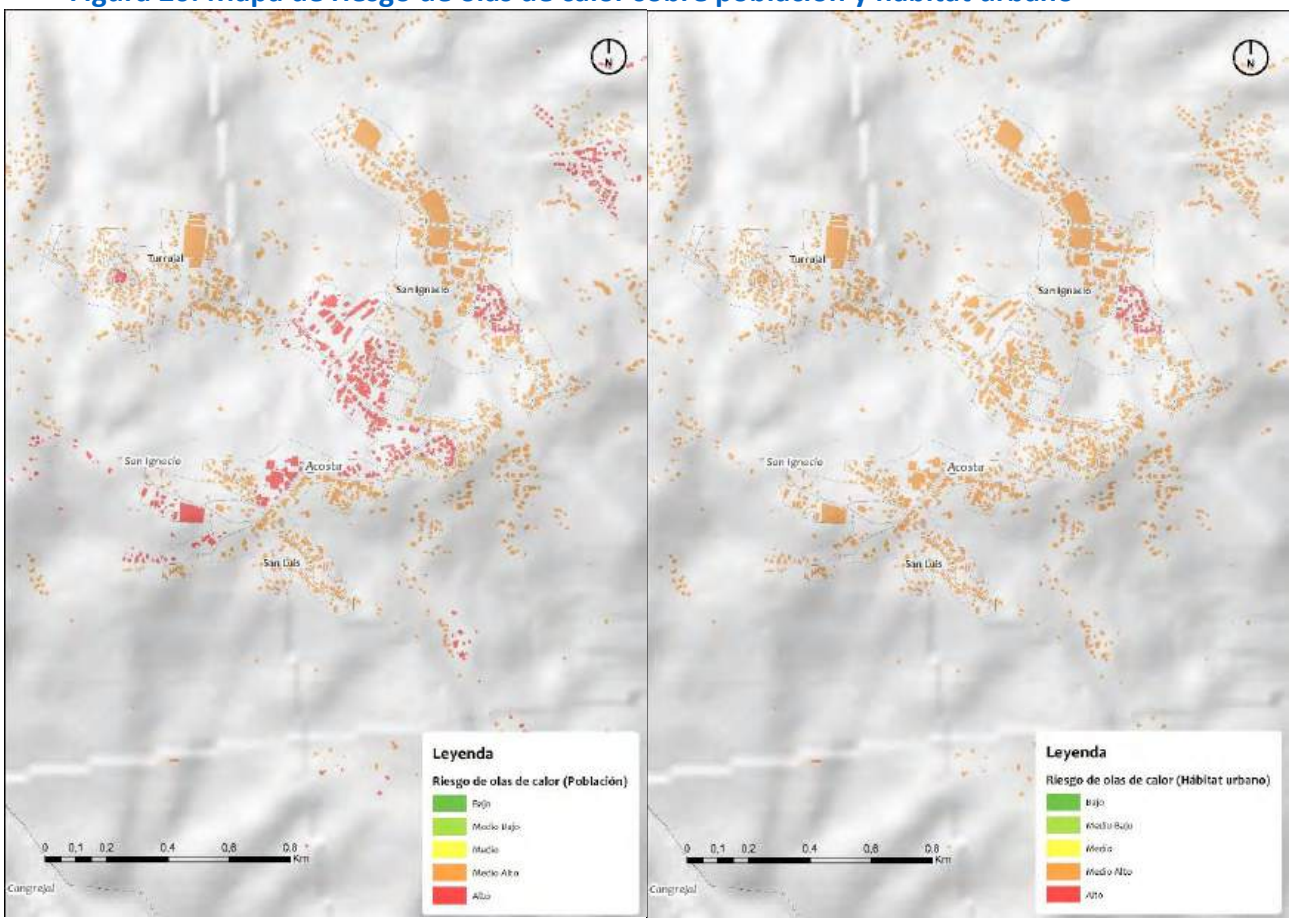
Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

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	4.983,00	48,06	9.470,00	91,34
	alto	5.385,00	51,94	898,00	8,66

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras (Figura 20. 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, donde la afectación al distrito de Acosta es generalizada.

Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

4.8 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 (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021d).

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. En este análisis de la capacidad se integran ejes transversales como la equidad de género o la participación ciudadana.

Adicionalmente, también en el marco de desarrollo del Plan A, se ha completado un análisis de vulnerabilidad previo, diferenciando por dimensiones: base de activos y gestión municipal, instituciones y derechos, conocimiento e información, innovación, y gobernanza y toma de decisiones (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2021c). A continuación se detalla cada una de ellas:

- **Base de activos y gestión municipal**

Para poder analizar la disponibilidad de activos clave con los que cuenta el cantón y que permitirían una respuesta del propio sistema ante situaciones cambiantes, es necesario conocer el balance de empleos formales y la ejecución de los presupuestos.
En cuanto a la primera variable, que se relaciona con el Índice de Progreso Social, parece favorable (puntuación de 0,97 sobre 1,00). Con la segunda variable sucede algo similar, obteniéndose en el Índice de Gestión Municipal (IGM) un resultado de 94,8% en el año 2018.

- **Instituciones y derechos**

Esta dimensión está relacionada con el agua y el saneamiento, los derechos personales, la inclusión en escuelas, paridad de género o esperanza de vida, entre otros. Conocer la situación actual de estos factores permite analizar el entorno institucional presente, su pertinencia y evolución para el acceso justo a activos y capitales clave.
A pesar de que los niveles de escolaridad y el acceso a agua y saneamiento no son del 100% de la población, Acosta presenta un buen punto de partida. En relación con la paridad en el gobierno local, tiene una valoración alta.

- **Conocimiento e información**

Casi el 80% de su población tiene acceso a información y comunicaciones, aunque en los colegios y escuelas existe un porcentaje muy bajo de acceso a computadoras con internet.

- **Innovación**

La relación entre capacidad adaptativa y grado de innovación se basa en la capacidad del cantón para fomentarla, así como la experimentación y la búsqueda de soluciones nicho para el aprovechamiento de nuevas oportunidades. En este sentido, los datos de

cobertura 4G pueden arrojar información sobre la situación presente, que no es muy positiva al tener un porcentaje bajo con esta cobertura.

- **Gobernanza y toma de decisiones**

Se hace referencia a la libertad de acceso a información, instrumentos de participación ciudadana, mecanismos de rendición de cuentas y conectividad vial. De este modo se puede perfilar la capacidad del sistema para anticipar, incorporar y responder ante los cambios internos de sus estructuras de gobierno y planificación.
Sobre estos elementos destacan de forma positiva la existencia de instrumentos de participación. De forma más intermedia, la conectividad vial y los mecanismos de rendición de cuentas dan espacio a la mejora. Cabe señalar que la libertad de acceso a la información, según los datos del Índice de Progreso Social (2019), es nula.

También resulta de interés resaltar en este punto el Índice de Desarrollo Humano Cantonal (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 Acosta tiene un valor de 0,774, lo que lo sitúa en la posición 59 de un total de 81 cantones de Costa Rica, según el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2020[7]. Este resultado es moderadamente positivo.

Desde una perspectiva de la planificación territorial y sectorial, como se ha comentado en el apartado anterior, definen objetivos e incluso acciones climáticas a implementar en un marco temporal acotado. Esta integración del cambio climático en planes estratégicos indica una vocación del cantón por resolver y aportar recursos. Además, se ha comprometido a la integración de los riesgos y las medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en la planificación del desarrollo local del cantón, a través de un acuerdo firmado.

De todo ello se desprende que la capacidad adaptativa actual del cantón de Acosta es aceptable, teniendo en cuenta que hay todavía un camino por recorrer en aras de mejorar algunos aspectos relevantes como el acceso a la información, mejorar el acceso a servicios básicos (agua, electricidad, alcantarillado e internet) en algunas comunidades.

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

5 Lineamientos estratégicos

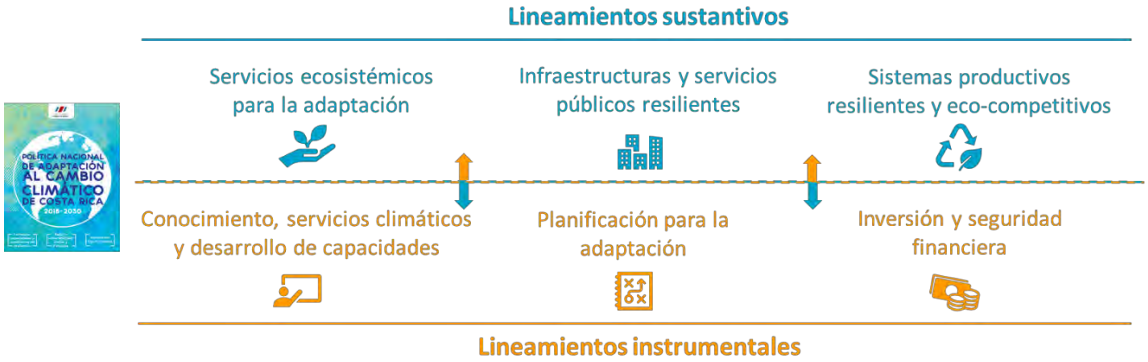
Una vez definidos los perfiles locales y climáticos, este capítulo tiene como propósito establecer las bases que deberán estructurar la propuesta de medidas de adaptación municipal en la siguiente etapa del proceso de construcción conjunta del PAAC. En primer lugar, se rescatan las principales propuestas 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.

5.1 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 Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC, 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.

Tabla 23. 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 1.5 ºC, 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 éstos puedan incorporar las necesarias medidas de adaptación.

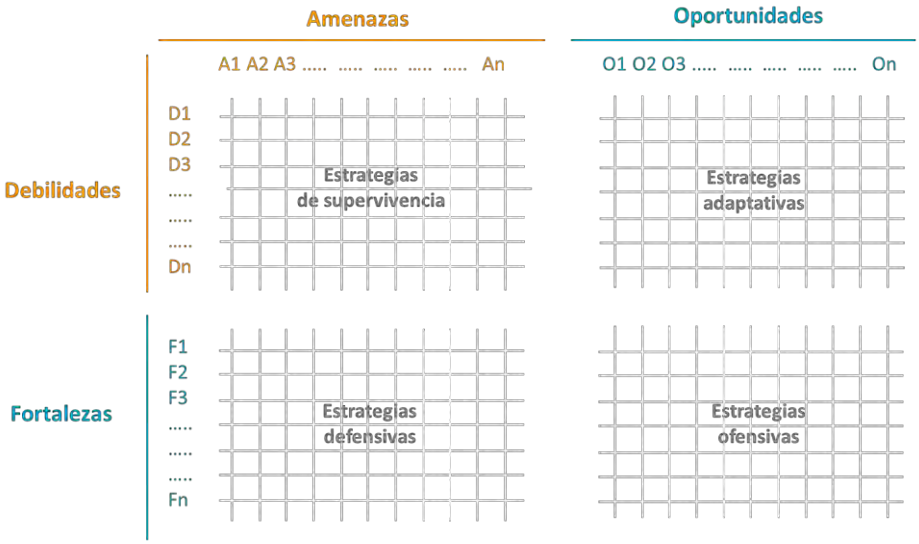
5.2 Análisis DAFO

Para facilitar la tarea de diagnóstico cantonal en materia de adaptación climática se ha generado un análisis 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 en la adaptación climática cantonal, 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 Tabla 24. 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.

Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Este trabajo fue desarrollado durante el taller 1 con todos los actores locales relevantes para el proceso. El análisis FODA se realizó tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos. En el Anexo 3. Análisis DAFO se detallan todos los resultados obtenidos durante el trabajo. Igualmente, a continuación se hace un resumen de los resultados más destacados.

Principales debilidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Se destaca una falta de conciencia ambiental de la población asociada a una carencia en la planificación estratégica para la participación ciudadana en los procesos relevantes del cantón como una de las principales debilidades. Igualmente, existe una falta de información técnica para caracterizar las amenazas climáticas, así como un acceso a herramientas tecnológicas deficiente.

Desde la perspectiva económica los recortes presupuestarios a nivel nacional hacen que afecte a las instituciones de carácter ambiental y por lo tanto se cuenta con un presupuesto bajo para la planificación estratégica ambiental.

Por último, a nivel político se destaca el incumplimiento de las leyes existentes o el desconocimiento de instrumentos legales del eje ambiental.

Principales amenazas en la adaptación al cambio climático del cantón

Una de las principales amenazas identificas es la resistencia al cambio de la sociedad por un lado y la falta de interés político, cuya combinación resulta en la inacción en este ámbito. A nivel técnico, se destaca la necesidad de aplicar la normativa de protección del ambiente o la propia tramitología para ejecutar el Plan.

Desde la perspectiva económica una amenaza latente es la disminución de oferta laboral que puede conllevar a un aumento en la condición de pobreza de la población. Por último, se destacan otros puntos transversales a todos los ejes de las amenazas, como el aceleramiento del cambio climático o la sucesión de eventos hidrometeorológicos.

Principales fortalezas en la adaptación al cambio climático del cantón

Las principales fortalezas del cantón se enfocan en la presencia institucional y en la participación ciudadana. A nivel técnico, en el cantón se cuenta con el Plan de Emergencias actualizado y un sistema de tecnología para la toma de decisiones.

Desde la perspectiva económica, se trata de un cantón que debido a la diversidad altitudinal es posible la diversificación productiva.

Por último, se pone en valor un gobierno que incluye la variable de cambio climático en la gestión municipal, así como la existencia de iniciativas para realizar mapeos geológicos.

Principales oportunidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra la búsqueda de sinergias con otras instituciones para desarrollar proyectos de conservación de la biodiversidad, así como el empoderamiento de Asociaciones de Desarrollo del cantón en temas de cambio climático.

A nivel técnico se identifica como una oportunidad clave contar con un Sistema de Información Georreferenciada y la estandarización del manejo de la información. Desde

la perspectiva económica, se deben diversificar los sectores productivos y gestionar recursos de forma sostenible en los proyectos.

Por último, se plantea como una oportunidad para el cantón la actualización de la normativa ambiental en el cantón con un enfoque participativo de la comunidad.

5.3 Elementos estructuradores de la propuesta de adaptación

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.

- **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.

6 Avances en el 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 (Tabla 25. Esquema de actividades previsto) se muestra el grado de avance en el esquema de actividades previsto.

Tabla 25. Esquema de actividades previsto

Actividad	Objetivos / Propuesta de agenda
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 presentación final (Presencial)	Presentación final del plan

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

6.1 Avances hasta la fecha

Como se evidencia en el recurso anterior, hasta el momento se han llevado a cabo la reunión técnica 1 y 2.

En la reunión técnica 1 se realizó el día de septiembre del 2021. Contando con la participación de personas de la municipalidad y de personas de la comunidad. En el siguiente recurso (Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1) se brinda la información de quienes participaron.

Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Asier Rodríguez	IDOM
Alberto de Tomás	IDOM
Alberto de Tomás	IDOM
Natalia Gómez	Plan A/UNEP
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Wálter Flores	Planificación Urbana y Control Constructivo, Municipalidad
Felipe Moreno	Departamento de Gestión Ambiental, Municipalidad
Dilana Umaña	Encargada de la Oficina de la Mujer, Municipalidad
Andreína Vásquez	Departamento de Catastro, Municipalidad

El objetivo de esta reunión fue discutir y validar el plan de trabajo, para alinear expectativas, y además revisar la información disponible en la Caja de Herramientas de la municipalidad.
Durante esta reunión el equipo de la Municipalidad de Acosta validó el Plan de Trabajo. En relación con las principales amenazas del cantón se señalaron los deslizamientos. La Municipalidad tiene identificadas aquellas áreas que sufren afectaciones por inundaciones y deslizamientos dentro del cantón. También han identificado las áreas más afectadas como la infraestructura y el área agropecuaria.
Sobre la Caja de Herramientas para este momento se encontraba en elaboración y el equipo municipal se comprometió a concluir el documento y aportar aquella información adicional que consideraron relevante.
Además se acordaron los próximos pasos y la fecha para la segunda reunión técnica.

La reunión técnica 2 se realizó el día 15 de octubre del 2021. Contando con la participación de personas de la municipalidad y de personas de la comunidad. En el siguiente recurso (Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2) se brinda la información de quienes participaron.

Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Natalia Gómez	Plan A/UNEP
Jessie Vega	CPSU

Carla Quesada	CPSU
Wálter Flores	Planificación Urbana y Control Constructivo
Felipe Moreno	Departamento de Gestión Ambiental
Dilana Umaña	Encargada de la Oficina de la Mujer
Andreína Vásquez	Departamento de Catastro
Nelson Castro	Unidad Vial
Juan Pedro Jiménez	SINAC

El objetivo de esta reunión fue definir las principales amenazas climáticas a analizar, validar la metodología propuesta para el análisis de la información, verificar en el mapa las zonas de vulnerabilidad ambiental. Además se acordaron próximos pasos.

Durante esta reunión el equipo municipal indagó sobre el producto final del proceso, a lo cual se les indicó que es la generación del Plan de Adaptación Climática que la Municipalidad adoptará e implementará. Un elemento de preocupación para el equipo municipal es la ausencia de un elemento legal vinculante que garantice esta implementación, a lo cual se plantea la posibilidad de alinear el proceso con proyectos o planes municipales ya existentes, para garantizar su implementación y posteriormente generar un mecanismo más vinculante.

Se valida la metodología así como las amenazas a investigar. En cuanto a la información disponible el equipo señala algunos documentos que se comprometieron a compartir.

Por último, se logró verificar la información disponible en el mapa de vulnerabilidad, así como incorporar zonas que no estaban presentes.

El taller 1 se realizó el miércoles 19 de enero contando con la presencia de las personas detalladas en la Tabla 28.

Tabla 28. Personas asistentes al Taller 1

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Gabriel Arias Mora	Cruz Roja
Juan Pedro Jiménez	SINAC – ACC – OP
Roy Arias Durán	SINAC – ACC – OP
Mariana Granados Lizano	Municipalidad de Acosta
Verónica Ortega Vega	Fuerza Pública
Julio Madrigal	CNE
Mónica Valverde	Plan A
Natalia Gómez Solano	Plan A
Susana Fallas G	AyA

Nelson Castro Meza	Municipalidad de Acosta
Felipe Moreno Monge	Municipalidad de Acosta
Walter Flores Blanco	Municipalidad de Acosta
Daniela Gutiérrez	Municipalidad de Acosta

Los objetivos del taller 1 fueron los siguientes:

1. Validar los resultados de los diagnósticos cantonales para recopilar las observaciones finales que serán incorporadas en las versiones finales de los documentos.
2. Elaborar participativamente el análisis de fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades para integrar la adaptación al cambio climático, que presenta cada cantón.
3. Construir de forma participativa la visión, los ejes estratégicos y los objetivos que tendrá el Plan de Acción para la Adaptación Climática en cada cantón.

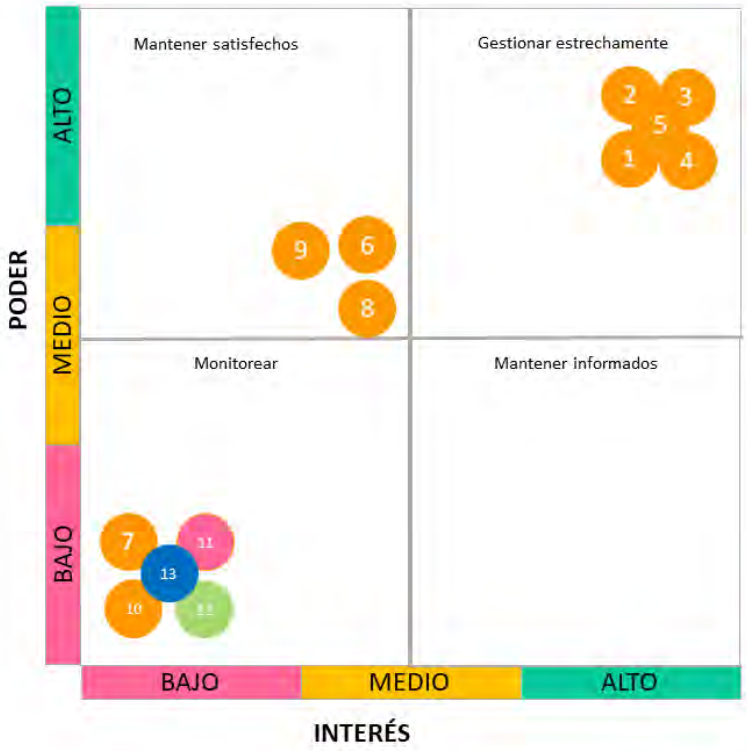
Como resultados del diagnóstico, se plantearon algunos ajustes en relación con aclarar conceptos (como susceptibilidad y peligrosidad) o incidir en aspectos como la relación entre los puentes y el riesgo de deslizamiento, por ejemplo. Igualmente, se desarrolló un análisis DAFO con la Metodología World Café tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos. Los resultados de este análisis se han presentado previamente en el apartado 5.2.

Por último, se trabajó de forma participativa en la definición de la visión, ejes estratégicos y objetivos del Plan de Acción para la Adaptación Climática, cuyos insumos se han utilizado para construir estos aspectos en gabinete y que serán presentados en su formato final en el taller 2.

6.2 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 21. Matriz de relevancia de actores y la Tabla 29. Relevancia de actores identificados.

Figura 21. Matriz de relevancia de actores



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Tabla 29. Relevancia de actores identificados

Categoría de Actor	#	Nombre	Poder	Interés
Sector Público	1	Alcaldía Municipal	1	1
Sector Público	2	Concejo Municipal	1	1
Sector Público	3	Equipo Municipal	1	1
Sector Público	4	Comité Local de Emergencias	1	1
Sector Público	5	Oficina de la Mujer	1	1
Sector Público	6	Sistema Nacional de Áreas de Conservación	2	2
Sector Público	7	Ministerio de Salud	3	3
Sector Público	8	Comisión Nacional de Emergencias	2	2
Sector Público	9	Ministerio de Agricultura y Ganadería	2	2
Sector Público	10	Ministerio de Educación Pública	3	3
Sector Privado	11	Empresas del cantón	3	3
Sociedad Civil	12	Asociaciones de Desarrollo	3	3
Academia	13	Universidad Estatal a Distancia	3	3
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).

7 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 implementaciones 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.

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 recoge el conjunto de fechas propuesto para cada uno de los hitos que componen el proceso definido para completar la elaboración del PAAC.

Hito	Fecha propuesta
Entrega Plan de trabajo	Semana del 23 de agosto de 2021
Reunión técnica 1 (Virtual)	Semana del 6 de septiembre de 2021
Entrega Plan de trabajo consolidado	Semana del 13 de septiembre de 2021
Plan de trabajo aprobado	Semana del 27 de septiembre de 2021
Reunión técnica 2 (Presencial)	Semana del 11 de octubre de 2021
Entrega Diagnóstico	Semana del 13 de diciembre de 2021
Reunión técnica 3 (Virtual)	Semana del 13 de diciembre de 2021
Primer taller de validación (Presencial)	Semana del 17 de enero de 2022

Hito	Fecha propuesta
Entrega Diagnóstico consolidado	Semana del 14 de febrero de 2022
Diagnóstico aprobado	Semana del 21 de febrero de 2022
Segundo taller de validación (Presencial)	Semana del 07 de marzo de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación	Semana del 04 de abril de 2022
Reunión técnica 4 (Virtual)	Semana del 25 de abril de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación consolidado	Semana del 02 de mayo de 2022
Plan de Acción para la Adaptación aprobado	Semana del 02 de mayo de 2022
Tercer taller de presentación final (Presencial)	Semana del 09 de mayo de 2022

8 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 de Acosta.

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 los deslizamientos, sequía y olas de calor son las tres amenazas más recurrentes en el cantón. 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. 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.

Analizando los receptores del impacto, se deberá prestar especial atención a las actividades agropecuarias y a las áreas naturales. Aproximadamente un 60% de las fincas dedicadas a estas actividades y un 50% de las áreas naturales podrían verse

afectadas por episodios de sequía con un riesgo alto, así como gran parte de la población sufrirá el aumento de las temperaturas en forma de olas de calor.

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.

Igualmente, los lineamientos estratégicos definidos en el apartado 5, permiten conocer las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades para facilitar la definición de la visión, ejes estratégicos y los objetivos de adaptación del PAAC.

Una de las debilidades más relevantes es la limitación de información disponible para caracterizar las amenazas y la vulnerabilidad del territorio. En este sentido, cabe recomendar en primer lugar destinar los recursos necesarios para realizar tanto un completo análisis de la peligrosidad asociada a cada amenaza (especialmente en el caso de las sequías, estructurando modelos matemáticos adecuadamente alimentados y calibrados), como una regionalización de proyecciones climáticas con mejor resolución espacial, adaptado a las particularidades geográficas cada cantón. De esta forma, los resultados que puedan arrojar nuevas revisiones del análisis de riesgos climático podrán aportar resultados más precisos, con todas las ventajas estratégicas que esto conlleva a la hora de definir y llevar a cabo una estrategia de adaptación.

En relación con la visión, esta debe ofrecer una imagen clara del futuro ideal que se pretende alcanzar en el largo plazo para que el cantón sea resiliente ante el cambio climático. Los ejes estratégicos consisten en los temas o sistemas prioritarios del cantón que se abordarán estratégicamente dentro del Plan. Por último, los objetivos deben de detallar cómo se va a operacionalizar la visión.

Todos ellos han sido trabajados de forma colaborativa en durante el Primer taller de validación, están alineados con lo establecido en la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático y sus resultados finales se presentarán durante el Segundo taller de validación.

Por lo tanto, 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.

9 Referencias

- 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.
- Campos-Durán, D., & Quesada-Román, A. (2017). Impacto de los eventos hidrometeorológicos en Costa Rica 2000-2015. *Geo UERJ*(30), 440-465.
- 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. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030.*
- Gobierno de Costa Rica. (2020a). *Contribución Nacionalmente Determinada.*
- 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.*
- 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
- IMN. (2021). *Estación de San Ignacio.*
- 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.
- 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 Ambiente y Energía. (2021a). *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. (2021b). *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 Ambiente y Energía de Costa Rica. (2021c). *Producto 3. Evaluación de riesgos y cartografía sobre impactos relacionados al clima en el cantón Acosta.*
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2013). *Índice de Desarrollo Social 2013.*

- Municipalidad de Acosta. (2016). *Plan de Conservación, Desarrollo y Seguridad Vial Cantonal 2017-2021.*
- Municipalidad de Acosta. (2016). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2017-2021.*
- Municipalidad de Acosta. (2018). *Plan Cantonal de Desarrollo de Acosta 2019-2030.*
- Municipalidad de Acosta. (2018). *Plan Estratégico Municipal 2019-2023.*
- Municipalidad de Acosta. (2019). *Programa de Gobierno 2020-2024.*
- 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.
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Fenómeno El Niño 1997-1998.*
- Universidad de Costa Rica. (2017). *Índice de Competitividad Cantonal 2006-2016.*

10 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:

Riesgo climático = Peligrosidad * Exposición * Vulnerabilidad

Para diferentes escenarios y horizontes temporales — *Para cada receptor*

10.1 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.

10.1.1 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 (WMO, 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).

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

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 30. 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)

10.1.1.1 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 31. 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 32. Peligrosidad a inundaciones

		Zonas potenciales de la CNE	
		No inundable - CNE	Potencialmente inundable - 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)

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 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones

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

10.1.1.2 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 34. El mapa de pendientes obtenido es el que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 34. 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)

<u>Peligrosidad actual a deslizamientos</u>

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 35. 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 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos

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

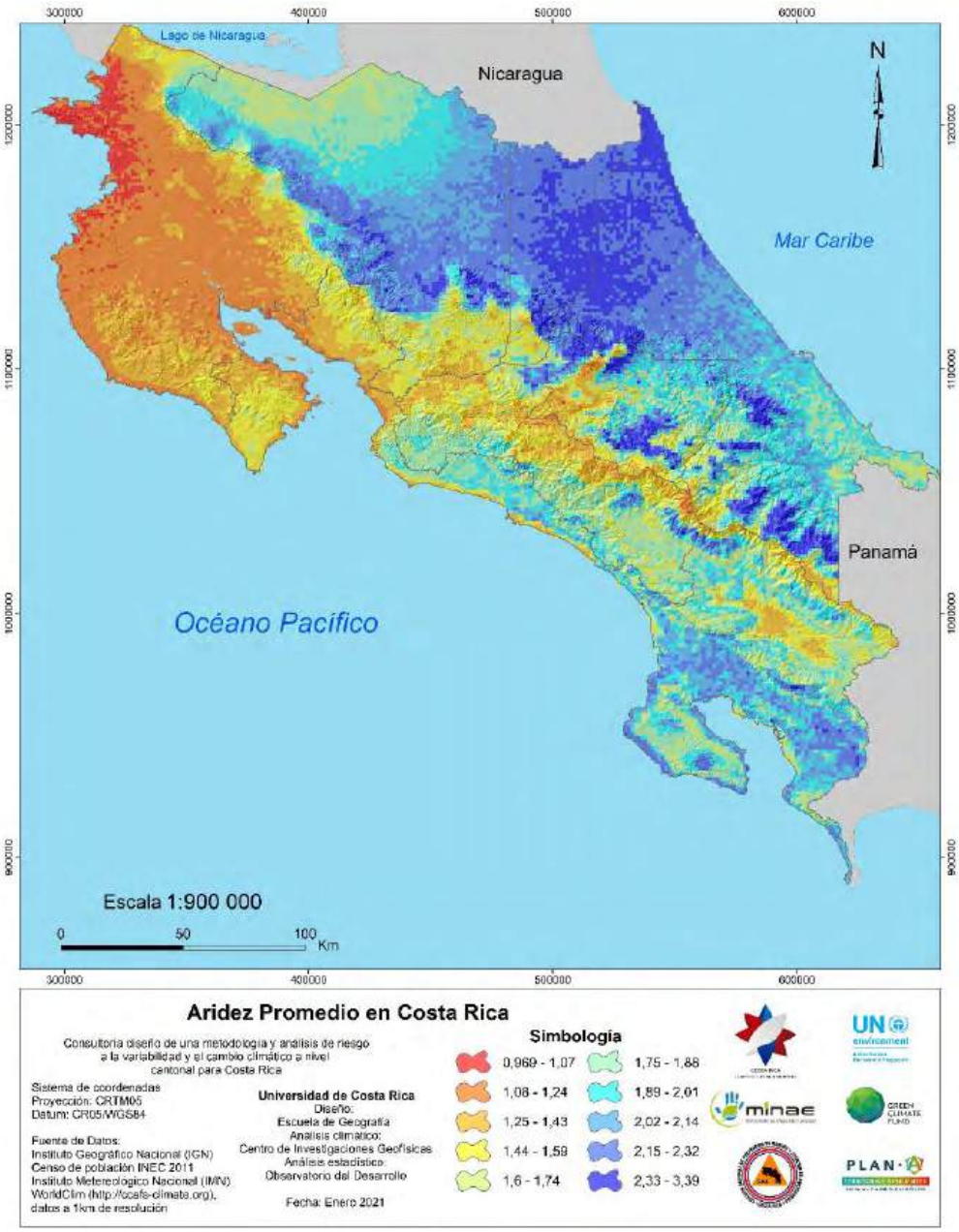
10.1.2 Déficit de lluvias - Sequía

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[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).

Figura 22. Índice de aridez promedio



Fuente: Plan-A (2020)

[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

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 37. 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 38. 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 39. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias

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

10.1.3 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 40. 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:

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

10.2 Exposición y vulnerabilidad

Los indicadores de exposición y vulnerabilidad se han elaborado para cada receptor considerado, agrupados en seis áreas de acción 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 4.5), 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 4.6).

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:

Sector	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	

Sector	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	
Infraestructura	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	
	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	
Equipamientos	Educación	Deslizamientos		Baja	Colegio virtual	

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
		Inundaciones	Tipo de centro educativo	Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria	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.
				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	-	
Áreas protegidas	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.
				Media	Pasto en Área Silvestre Protegida	
				Alta	Forestal en corredor biológico/Forestal en Área Silvestre Protegida	

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:

Grado de vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Escala numérica	1	2	3

10.3 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.

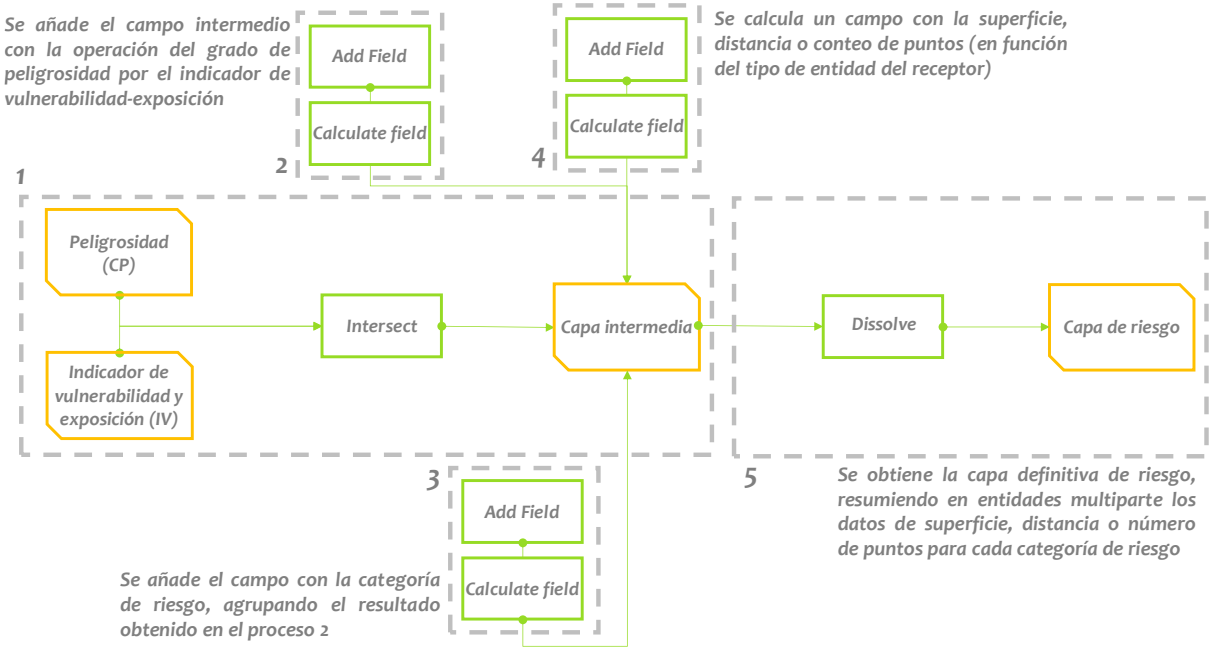
1. Se realiza el proceso de intersección (herramienta *Intersect*) de la capa de Peligrosidad junto con la capa del indicador de Exposición y Vulnerabilidad, de manera que se obtiene una capa única con la información de ambos insumos combinada.
2. Se agrega un nuevo campo que contendrá la categoría de riesgo del receptor para la amenaza en cuestión. En ese campo se categoriza el resultado de la operación anterior (punto 2); de acuerdo con la siguiente matriz:

		Peligrosidad				
		Baja	Media Baja	Media	Media Alta	Alta
Vulnerabilidad y exposición	Baja	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Medio Alto
	Media	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
	Alta	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	Alto

3. Una vez obtenida la categorización del riesgo, dependiendo del tipo de entidad -polígono, línea o punto- se agrega un nuevo campo (*Add Field*) y se calcula (*Calculate Field*) la superficie, distancia o conteo de puntos del resultado, respectivamente.
4. 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.



11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica

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 40 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 41. 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[9].

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.

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

- 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 periodo futuro simulado (2015-2045 y 2045-2075) y el periodo histórico simulado (1975-2005), y después aplicándolo sobre el periodo histórico observado.

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

12 Anexo 3. Análisis DAFO

A continuación, se muestran los principales resultados derivados del análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO), desarrollado durante el taller 1. Los resultados se analizaron tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos.

Tabla 42. Resumen de las debilidades identificadas

Debilidades

Sociales

- Falta de empatía de la población con temas de cambio climático.
- Accesibilidad a la información.
- Falta de acciones de capacitación y sensibilización para la sociedad civil y otros actores desde la municipalidad.
- No existe una buena comunicación sobre cambio climático a la población general.
- Índices de desarrollo social bajos.
- No hay suficiente cobertura en centros de salud y acceso dificultoso.

Técnicas

- Falta de recurso profesional.
- Falta de plan regulador.
- Contar con mecanismos para mejorar recaudación de impuestos.
- Información desactualizada.
- Pocas herramientas tecnológicas.
- Recursos hídricos son gestionados en otros cantones.
- Falta de unificación de la información institucional en todos los niveles e instituciones.

Económicas

- Ejecución de presupuesto y plazas.
- Reducción de presupuestos.
- Ruta 301: Falta de accesibilidad y mantenimiento.
- Aprovechamiento incorrecto de los servicios económicos generados en la áreas silvestres protegidas.
- Suelos degradados representan un reto para una eficiente producción agropecuaria.
- Falta de oportunidades económicas como falta de industrias en el cantón.
- Asignación de cargas tributarias acorde al valor de los terrenos para mejorar recaudación.

Políticas

- Actualización de normativa.
- Cumplimiento de las leyes existentes.
- Desconocimiento de instrumentos legales del eje ambiental.
- Cortar continuidad a los procesos de manejo al cambio climático.
- Amarrar el cumplimiento del plan entre gobiernos locales, sin importar que cambie el alcalde.
- El plan regulador está en proceso e integra la variable de cambio climático.
- Seguimiento y apoyo para el CCI.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 43. Resumen de las amenazas identificadas

Amenazas

Sociales

- Resistencia al cambio.
- Comunicación e información entre todas las instituciones públicas y organizaciones.
- Falta de educación del tema para sociedad civil.
- Falta de capacitación para la sociedad civil en el tema.
- Desempleo.
- Falta de recursos como infraestructura para la atención de emergencias.

Técnicas

- Instituciones públicas no comparten la información.
- Tramitología para ejecutar el plan.
- No aplicación de normas internas en protección del ambiente.
- Falta de coordinación interinstitucional.
- Negligencia de los funcionarios.

Económicas

- Falta de recursos.
- Desconocimiento de posibilidades de recursos en las otras instituciones, por ejemplo: IMAS.
- Desempleo.

Políticas

- Falta de interés.
- Afectación de intereses.
- Falta de apoyo del gobierno central al cantón.
- No se gestionan los recursos necesarios para el ordenamiento territorial.
- Falta de apoyo de otras isntituiones para mejorar servicios brindados al cantón.
- Falta de presupuestos institucionales y municipales para la atención de emergencias.

Transversales

- Eventos hidrometereológicos.
- Aceleramiento en el proceso del cambio climático.
- Disminución de la biodiversidad.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 44. Resumen de las fortalezas identificadas

Fortalezas

Sociales

- Presencia institucional (Ministerios, universidades, CNE, Bomberos, Cruz Roja y AyA).
- Participación ciudadana.
- Estructuras institucionales y comunales.

Técnicas

- Por medio del Comité Municipal está el Plan de Emergencias actualizado.
- Capacidad para gestionar recursos provenientes de otras instituciones.
- Sistema de tecnología para toma de decisiones.
- Incorporación de diversos profesionales en la gestión administrativa.

Económicas

- Aporte económico de organizaciones internacionales y nacionales.
- Diversidad altitudinal permite diversificación productiva (cítricos, ganado, café, aguacate).

Políticas

- Incorporación de la variable cambio climático en la gestión municipal.
- Existe la visión y preocupación entorno al tema de cambio climático.
- Existen iniciativas de concejos de distrito para realizar estudios de mapeo geológicos en el distrito de Cangrejal.
- Existencia de varios planes institucionales.
- Proyecto de involucrar a la población joven para inciativas económicas, sociales, comunales, ambientales y artísticas.
- PCD 2019-2030.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 45. Resumen de las oportunidades identificadas

Oportunidades

Sociales

- Buscar incentivos por buenas prácticas ambientales "grupal o individual".
- Proceso de capacitación en la población de niños y jóvenes.
- Coordinación con todas las instituciones sociales que pueden aprovechar las acciones para la atención del cambio climático.
- Fortalecer la educación agropecuaria del cantón en otras zonas del mismo.
- Empoderar a las Asociaciones de Desarrollo del cantón en temas de cambio climático.
- Integrar al MEP en estos procesos.
- Respaldo de organizaciones internacionales y nacionales para la atención del cambio climático.

Técnicas

- Proyectos para siembras, asesoría técnica del MAG para el uso del suelo.
- Coordinación y aprobación de proyecto a nivel interistitucional "CCCI eje ambiental".
- Aprovechar y contactar a organizaciones internacionales para proyectos de biodiversidad.
- Control y estabilización de taludes.
- Sistema de información georreferenciada.
- Estandarizar el manejo de la información para poder ser utilizado por las diferentes instituciones.

Económicas

- Gestionar recursos de acuerdo a normas técnicas sostenibles "proyectos".
- Búsqueda de recursos para estudios hídricos.
- Elaborar un plan a largo plazo y darle contenido presupuestario.
- Potenciar gestión vial: más información con rutas y mejores condiciones.
- Diversificar sectores prodcutivos. Ejemplo: sector turismo.

Políticas

- Aprovechamiento y fortalecemiento del Consejo Cantonal de Coordinación Interinstitucional.
- Actualizar la normativa.
- Establecer un marco legal para la explotación de recursos naturales.

Fuente: IDOM-CPSU