

PLAN · 

TERRITORIOS RESILIENTES
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

CANTÓN TURRIALBA

Producto 3. Plan de Acción

Junio de 2022



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

Junio 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

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 3. Plan de Acción.

Versión del documento:

Versión Final. Aprobada por los equipos municipales

Supervisión técnica:

Ximena Apéstegui Guardia, Coordinadora del proyecto Plan A

Raquel Gómez Ramírez, Asesora técnica de cambio climático, riesgo y planificación de la adaptación del proyecto Plan A

Natalia Gómez Solano, Asistente técnica del proyecto Plan-A

Agradecimientos

El proceso de formulación del presente documento contó con el valioso apoyo de las siguientes iniciativas y organizaciones de origen nacional y de cooperación internacional:



Asimismo, queremos agradecer a cada uno de los actores clave que han formado parte del proceso de construcción del Plan de Acción para la Adaptación Climática: sectores gubernamentales y gobiernos cantonales; así como a los representantes de los actores no estatales: academia, pueblos indígenas, jóvenes, mujeres, sector privado, cooperación internacional y sociedad civil organizada que participaron en la formulación de este documento por su compromiso y arduo trabajo, así como por su asistencia técnica a IDOM Consulting, Engineering, Architecture y el Centro para la Sostenibilidad Urbana.

Contenidos

Agradecimientos	4
Acrónimos y siglas	7
Figuras	9
Tablas	11
1 Prólogo	13
2 Introducción	14
3 Resumen metodológico	16
3.1 Ruta metodológica del Plan de Acción	16
3.2 Enfoques orientadores del Plan	17
4 Perfil local	20
4.1 Contexto geográfico	20
4.2 Caracterización socioeconómica	25
4.3 Planificación territorial y sectorial.....	29
4.4 Acciones climáticas en el cantón.....	31
5 Perfil climático	35
5.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima	36
5.2 Proyecciones climáticas.....	43
5.3 Amenazas por considerar	45
5.4 Categorización de la peligrosidad	48
5.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto	59
5.6 Exposición y vulnerabilidad	69
5.7 Caracterización y clasificación de riesgos climáticos	76
5.8 Capacidad adaptativa actual.....	94
6 Necesidades y oportunidades de adaptación	97
6.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática	97
6.2 Análisis de necesidades y oportunidades	99
7 Marco estratégico para la adaptación	101
7.1 Visión de adaptación del cantón.....	102
7.2 Ejes estratégicos de acción y objetivos de adaptación	102
7.3 Acciones estratégicas en adaptación climática	104
7.4 Estructura de implementación.....	124
8 Esquema de Monitoreo y Evaluación	130
8.1 Modelo de gestión	130
8.2 Indicadores de Monitoreo y Evaluación (M&E)	131
9 Opciones de financiamiento	135

10 Conclusiones y recomendaciones	138
11 Referencias bibliográficas	141
12 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos	143
12.1 Peligrosidad.....	143
12.2 Exposición y vulnerabilidad	154
12.3 Cálculo del riesgo.....	159
13 Anexo 2. Clima histórico y proyecciones climáticas en Costa Rica	161
13.1 Clima histórico	161
13.2 Proyecciones climáticas	161
14 Anexo 4. Resumen del proceso participativo	164
14.1 Mapeo de actores.....	167
15 Anexo 5. Análisis DAFO	170
16 Anexo 6. Fichas de Monitoreo y Evaluación.	175
17 Anexo 7. Fuentes de financiamiento en Costa Rica	190
17.1 Fondos Multilaterales	190
17.2 Fondos bilaterales	192
17.3 Fuentes nacionales de financiamiento	193
18 Anexo 8. Glosario de términos	196

Acrónimos y siglas

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

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. Ruta metodológica del Plan de Acción para la Adaptación Climática	16
Figura 2. Localización	21
Figura 3. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos	24
Figura 4. Usos del suelo 2020	28
Figura 5. Conceptualización del riesgo climático	35
Figura 6. Climodiagrama	37
Figura 7. Precipitación media anual en Turrialba	38
Figura 8. Temperatura máxima media anual en Turrialba	40
Figura 9. Temperatura mínima media anual en Turrialba	41
Figura 10. Mapa de amenazas de la CNE	46
Figura 11. Mapa de peligrosidad de inundaciones	51
Figura 12. Mapa de peligrosidad de deslizamientos	54
Figura 13. Mapa de peligrosidad de sequías	56
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de la población	74
Figura 15. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano	75
Figura 16. Composición espacial del riesgo climático	76
Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)	80
Figura 18. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)	81
Figura 19. Mapa de riesgo de inundaciones sobre vías (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)	82
Figura 20. Mapa de riesgo de inundaciones sobre ferrovías (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)	83
Figura 21. Mapa de riesgo de inundaciones sobre acueducto municipal (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)	84
Figura 22. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)	87
Figura 23. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre hábitat urbano (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)	88
Figura 24. Mapa de riesgo de sequías sobre fincas agropecuarias	90
Figura 25. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población	92
Figura 26. Mapa de riesgo de olas de calor sobre hábitat urbano	93
Figura 27. Lineamientos contenidos en la PNACC	97
Figura 28. Fundamentos del análisis DAFO	99
Figura 29. Planteamiento del Marco Estratégico	101
Figura 30. Desglose de los flujos de financiación climática mundial por agentes públicos y privados, 2013-2018 (media de dos años, miles de millones de USD).	135
Figura 31. Diagrama de la arquitectura financiera de la adaptación climática.	136

Figura 32. Índice de aridez promedio	149
Figura 33. Esquema metodológico de cálculo.	160
Figura 34. Imágenes de los procesos participativos realizados	166
Figura 35. Matriz de relevancia de actores	168

Tablas

Tabla 1. Distribución de la población por distrito, sexo y zona.....	25
Tabla 2. Población activa por tipo de actividad.....	26
Tabla 3. Cobertura del suelo.....	27
Tabla 4. Cambios en el uso del suelo.....	27
Tabla 5. Acciones climáticas contenidas en los instrumentos de planificación	33
Tabla 6. Eventos asociados al clima (1988-2019).....	42
Tabla 7. Porcentaje de cambio en la precipitación con respecto al periodo histórico en Turrialba.....	44
Tabla 8. Porcentaje de cambio en la temperatura máxima con respecto al periodo histórico en Turrialba.....	44
Tabla 9. Porcentaje de cambio en la temperatura mínima con respecto al periodo histórico en Turrialba.....	45
Tabla 10. Porcentajes de cambio de la variable R95p en Turrialba	49
Tabla 11. Porcentajes de cambio de la variable CDD en Turrialba	57
Tabla 12. Receptores sensibles.....	60
Tabla 13. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones.....	61
Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos	63
Tabla 15. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019	64
Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las sequías	66
Tabla 17. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor	67
Tabla 18. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático.....	68
Tabla 19. Indicadores de análisis de las amenazas	70
Tabla 20. 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	79
Tabla 21. 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	86
Tabla 22. 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	89
Tabla 23. 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	91
Tabla 24. Listado de medidas de adaptación priorizadas. Riesgos y áreas de acción asociados.	105
Tabla 25. Estimación de rangos de costes de las medidas.....	107
Tabla 26. Listado e indicadores de M&E.	132
Tabla 27. Ejemplo de ficha de indicadores de Monitoreo y Evaluación (M&E)	134
Tabla 28. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas.....	144
Tabla 29. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones.....	145

Tabla 30. Peligrosidad a inundaciones	146
Tabla 31. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones	146
Tabla 32. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos	147
Tabla 33. Peligrosidad a deslizamientos.....	147
Tabla 34. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos	148
Tabla 35. Categorización de la aridez	150
Tabla 36. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias	151
Tabla 37. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias	152
Tabla 38. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor	153
Tabla 39. Clasificación de la peligrosidad.....	154
Tabla 40. Clasificación de la vulnerabilidad.....	159
Tabla 41. Clasificación del riesgo.....	160
Tabla 42. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características..	162
Tabla 43. Esquema de actividades previsto	164
Tabla 44. Personas asistentes a los procesos participativos	165
Tabla 45. Resumen de las debilidades identificadas	171
Tabla 46. Resumen de las amenazas identificadas	172
Tabla 47. Resumen de las fortalezas identificadas.....	173
Tabla 48. Resumen de las oportunidades identificadas.....	174

1 Prólogo

El cambio climático ya es una realidad y sus impactos se muestran en todas las regiones del planeta, a través de un conjunto cada vez más amplio de señales. Los datos que aporta la observación climática son contundentes.

Aún con los esfuerzos internacionales por mantener el aumento de la temperatura promedio de la Tierra por debajo de 1.5 grados centígrados, existen impactos sobre los cuales Costa Rica tendrá que adaptarse. En este sentido, Costa Rica, a través de los compromisos adquiridos en su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) y su reciente publicación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (NAP), se compromete con la acción climática y con la implementación efectiva del Acuerdo de París, así como con el bienestar de las personas y de la naturaleza del país.

Del mismo modo, los efectos del cambio climático a nivel local afectarán de forma significativa a los sistemas económicos y servicios educativos y de salud, y, en consecuencia, aumentarán la vulnerabilidad de sus comunidades e infraestructuras más relevantes.

Turrialba, debido a su situación geográfica y dinámica territorial presencial una singular vulnerabilidad climática. Esto se puede apreciar viendo los registros históricos de eventos, como la tormenta tropical Nate, que impacto al país y a Turrialba en el año 2017, ocasionando pérdidas económicas elevadas.

Ante estos retos, el presente Plan de Acción para la Adaptación Climática (PAAC) de Turrialba se presenta como el vehículo para fortalecer la resiliencia a nivel territorial y social, mediante una serie de acciones estratégicas de adaptación al cambio climático que pretenden planificar el territorio con un enfoque de equidad de género e inclusión social, resiliencia y adaptación basada en ecosistemas. A su vez, contempla aprovechar las oportunidades que ofrece el cambio climático para el desarrollo sostenible y resiliente.

Finalmente, es pertinente mencionar que el presente documento es el resultado de un proceso participativo multisectorial y multiactor, que, gracias a la participación conjunta de actores estatales y no estatales, regionales y locales se ha conseguido fortalecer el proceso y hacer una construcción conjunta del PAAC.

Luis Fernando León Alvarado
Alcalde de la Municipalidad de Turrialba

2 Introducción

La Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía (DCC MINAE) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el apoyo de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible, ejecutan 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. El proyecto es financiado por el Fondo Verde para el Clima (GCF).

El 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 serie de lineamientos metodológicos que se pretende llevar a la práctica en una serie de 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 producto final asociado a este apoyo técnico, y contiene los siguientes apartados:

- **Resumen metodológico:** describe el proceso para la construcción del plan, así como los enfoques orientadores considerados
- **Perfil local:** recoge una síntesis sobre las principales características del cantón (contexto geográfico y caracterización socioeconómica), así como una recopilación de la planificación territorial y sectorial de aplicación cantonal y las acciones climáticas recogidas en los instrumentos de planificación.

-
- **Perfil climático:** resume el contexto climático del cantón, tanto histórico como futuro, así como de las amenazas asociadas. Así mismo también recoge la caracterización de las componentes del riesgo de los principales receptores sensibles de análisis, el cálculo del riesgo en sí mismo y la capacidad adaptativa actual del cantón.
 - **Necesidades y oportunidades de adaptación:** incluye una síntesis sobre las políticas y reportes nacionales en materia de acción climática, así como un análisis de las necesidades y oportunidades en materia de adaptación al cambio climático específicas del cantón.
 - **Marco estratégico para la adaptación:** define la visión del cantón en materia de adaptación, desarrollada en una serie de ejes estratégicos de acción y objetivos de adaptación, instrumentalizados mediante un conjunto priorizado de medidas de adaptación, así como su estructura de implementación.
 - **Esquema de Monitoreo y Evaluación:** detalla el seguimiento y reporte del nivel de avance en la implementación de las medidas de adaptación.
 - **Opciones de financiamiento:** recoge una revisión global, nacional y local de la arquitectura del financiamiento climático aplicable en Costa Rica en el marco de la adaptación, con el objetivo de contribuir a la efectiva implementación del Plan de Acción
 - **Conclusiones y recomendaciones:** sintetiza los principales hallazgos del proceso de elaboración del documento y define una serie de recomendaciones para la correcta implementación del Plan de Acción.

3 Resumen metodológico

3.1 Ruta metodológica del Plan de Acción

El proceso de elaboración de este plan de acción se realizó en cuatro principales fases, y la estructura de este documento sistematiza los resultados de cada una de ellas, como se aprecia en la ruta metodológica de la Figura 1.



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

La primera fase es el **Diagnóstico del Plan**, el cual busca analizar y estructurar los principales problemas del cantón en materia de cambio climático. En este sentido, el diagnóstico engloba dos principales análisis, un *perfil local*, donde se analiza el cantón desde una perspectiva socioeconómica, con el objetivo de conocer las dinámicas geográficas, demográficas y económicas del territorio, y el *perfil climático*, donde se analizan los principales impactos de diferentes amenazas sobre diversos receptores, generando como resultado mapas de riesgo climático como principal insumo para la etapa de definición de medidas.

La segunda fase consiste en el **Marco Estratégico para la adaptación**. Esta etapa contempla la definición de la visión del plan, así como de los ejes estratégicos y sus objetivos asociados. Igualmente, se plantean una serie de *medidas de adaptación al cambio climático* que responden a la realidad social, cultural y climática del cantón, identificada en el diagnóstico previo desarrollado. Por último, se analiza la *estructura de implementación*, así como las principales barreras que se deben superar para la efectiva implementación del Plan de Acción para la Adaptación Climática de Turrialba.

La tercera fase consiste en el **Monitoreo y Evaluación**, donde se plantea un esquema para el seguimiento y el reporte periódico del nivel de avance en la implementación de las medidas de adaptación priorizadas.

Por último, la última etapa del plan son las **Opciones de Financiamiento**. El objetivo de este capítulo es presentar un panorama del financiamiento para la adaptación, que incluya las tendencias globales, nacionales y locales en Costa Rica, los diferentes fondos y los mecanismos de financiamiento, así como las potenciales aplicaciones para Costa Rica.

De forma transversal, se identifica el **proceso participativo** y socialización del Plan de Acción para la Adaptación Climática, el cual ha sido construido de forma conjunta con todos los actores clave a nivel cantonal, regional y nacional.

3.2 Enfoques orientadores del Plan

El Plan cuenta con los siguientes enfoques orientadores, los cuales son los conceptos clave que articulan 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.

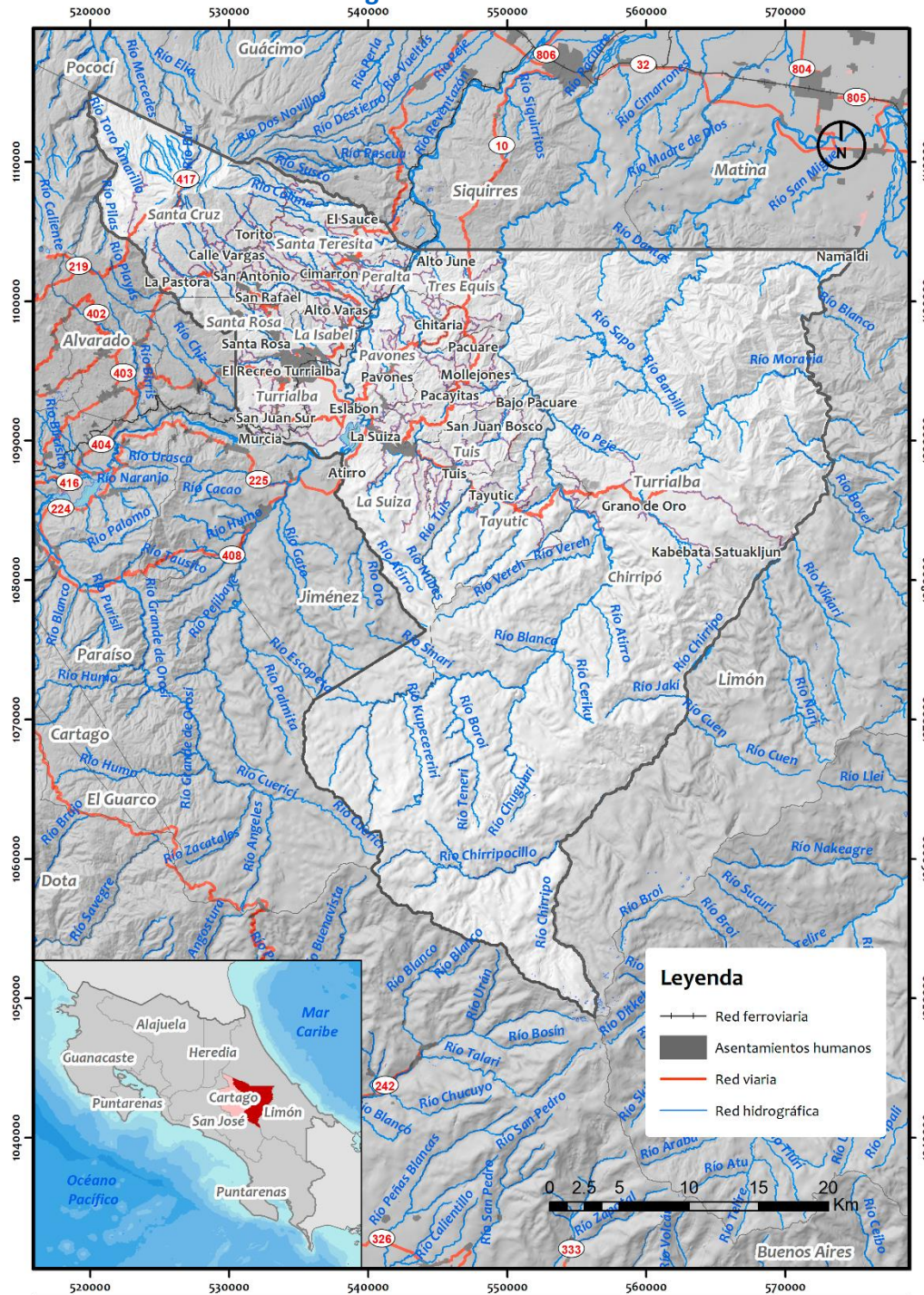
4 Perfil local

4.1 Contexto geográfico

Turrialba es el cantón número cinco de la provincia de Cartago. Su extensión aproximada de 1.657 km², por lo que es uno de los cantones más extensos del país. Limita al norte con los cantones de Pococí, Guácimo, Siquirres y Matina; al este con Limón y Talamanca; al oeste con Jiménez, Alvarado, Oreamuno y Paraíso; y al sur con el cantón de Pérez Zeledón.

Se compone por doce distritos: Turrialba, La Suiza, Peralta, Santa Cruz, Santa Teresita, Pavones, Tuis, Tayutic, Santa Rosa, Tres Equis, La Isabel y Chirripó.

Figura 2. Localización



Mapa de contexto geográfico

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Fecha: Mayo 2022

Diseño: **IDOM**

PLAN TERRITORIOS RESILIENTES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

MINA MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

ONU programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

Fundcooperación

4.1.1 Topografía, geología y geomorfología

La altitud promedio del cantón es de 1.000 msnm y en su territorio se encuentran dos de los picos más altos del país, el Volcán Turrialba a 3.340 msnm y el Cerro Chirripó a 3.820 msnm.

Presenta seis unidades geomórficas, que son:

- **Unidad de origen tectónico y erosivo:** se manifiesta en la cordillera de Talamanca, que discurre por gran parte de la región.
- **Unidad de origen volcánico:** se divide en dos unidades, volcán Turrialba y volcán Irazú.
- **Unidad originada por remoción en masa:** está representada por los deslizamientos de lajas y chitaría de Peralta, localizada al oeste de la ciudad de Turrialba, los poblados de Pavas, Roncha y parte del límite oeste del cantón.
- **Unidad de sedimentación aluvial:** se divide a su vez en las subunidades de valle de Turrialba, altiplano de Moravia de Chirripó y abanicos de los ríos Chirripó y Zent.
- **Unidad de origen estructural:** se divide en seis subunidades y se encuentran al este del cantón.
- **Unidad de origen glaciárico:** se manifiesta en las formas de erosión y depositación glaciárica, ubicada en el cerro Chirripó y la loma Encerrada.

En cuanto a sus materiales, este cantón está constituido por materiales del período Terciario y Cuaternario, siendo las predominantes las rocas sedimentarias del Terciario.

4.1.2 Hidrología

El sistema fluvial del cantón corresponde a las subvertientes Caribe y Norte de la vertiente del Caribe. A la subvertiente del Caribe pertenecen las cuencas de los ríos Pacuare, Reventazón, Parismina y Matina.

Los ríos y quebradas que componen la cuenca del río Pacuare nacen en las laderas de la cordillera de Talamanca y tienen dirección suroeste-noreste y sureste-noroeste. Algunos de los de las cuencas del río Reventazón y Parismina, nacen en las laderas del volcán Turrialba, las filas Rincón de la Esperanza y Atirro.

Por último, los ríos de la cuenca Matina nacen en las laderas de la cordillera de Talamanca.

4.1.3 Áreas de especial protección

En el cantón de Turrialba existen zonas que presentan algún tipo de régimen de protección especial, como los humedales, Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y Territorios Indígenas, y representan un 63% de la superficie cantonal. Los humedales son una categoría de manejo

incluida en las Áreas Silvestres Protegidas por la Ley de Biodiversidad (artículo 58), pero dada su entidad en la regulación y balance hídrico, en esta ocasión se ha tratado de forma separada. Además, se ha considerado necesario desagregarlo para el análisis de riesgos, como se explica en el apartado 5.5.

- **Humedales:**

La superficie total de humedales en el cantón es de 7,05 km², y se encuentran solamente en los distritos de Turrialba, La Suiza, Tres Equis y Chirripó. Estos humedales son de tipo lacustre (laguna) y palustre (pantano herbáceo). Algunos de ellos se encuentran dentro de Áreas Silvestres Protegidas (ASP), como la Morrena Central o la Laguna San Juan (dentro del Parque Nacional de Chirripó) o el Alto Pacuare (dentro de la Reserva Forestal del Río Macho)

- **Áreas Silvestres Protegidas:**

Más de 694 km² del cantón corresponde con Áreas Silvestres Protegidas (ASP). Entre estas áreas destacan la Reserva Forestal Río Macho (186 km²), el Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte (158 km²), el Parque Nacional Chirripó (124 km²) y el Parque Nacional Barbilla (105 km²). Con menor entidad en el cantón se encuentra el Monumento Nacional Guayabo, el Volcán Turrialba, las Reservas Forestales Río Pacuare y la Cordillera Volcánica Central, y la zona protectora de la Cuenca del río Tuis.

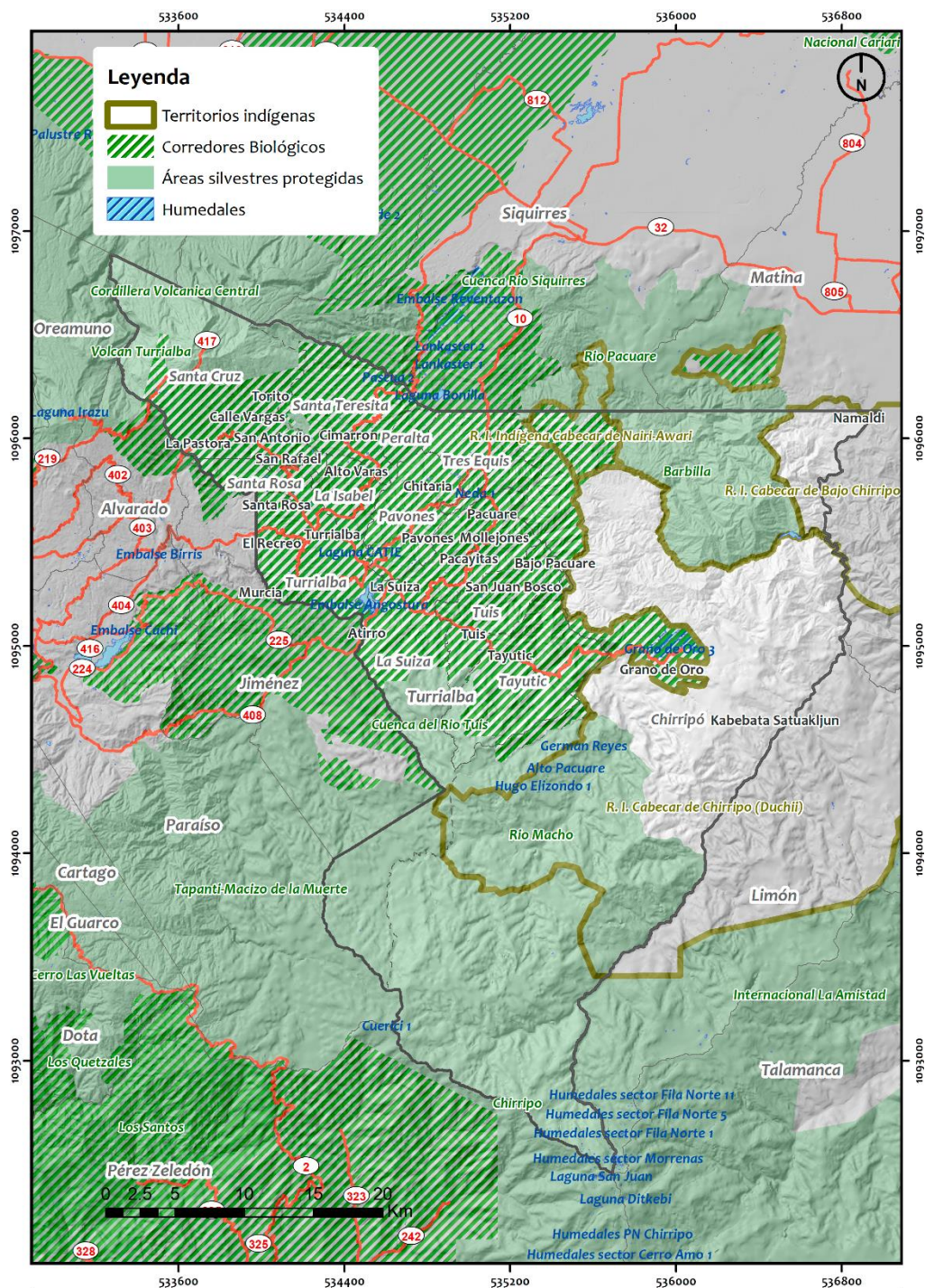
- **Territorios Indígenas:**

El Territorio Indígena en este cantón corresponde con casi el 33% de su superficie. Estas pertenecen al pueblo Cabécar y son: Nairi-Awari, Chirripó y Bajo Chirripó.

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

- C55. Volcánica Central Talamanca

Figura 3. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos



Mapa de cubierta del suelo 2020

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
European Space Agency (ESA)

Fecha: Mayo 2022

Diseño: **IDOM**

PLAN TERRITORIOS RESILIENTES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

MINAIE MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

ONU programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

Fundcooperación

4.2 Caracterización socioeconómica

4.2.1 Población

Los datos del último censo oficial publicado en 2011 por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) indican que la población total en el cantón de Turrialba es de 69.616 habitantes, de los que 34.415 son hombres (49,4%) y 35.201 mujeres (50,6%). La distribución por distritos es desigual, siendo el distrito de Turrialba el que cuenta con la mayor proporción de población (38%) y Peralta el que menos (0,7%).

En ese año, más del 57% de la población se encontraba en zonas urbanas, definidas estas por el INEC como las que se caracterizan por cuadrantes claramente definidos, calles, aceras, servicios urbanos (alumbrado público o recolección de basura) o la presencia de actividades económicas. Al respecto cabe señalar que los distritos de Peralta, Santa Cruz y Chirripó no cuentan con zonas urbanas.

Como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 1. Distribución de la población por distrito, sexo y zona), la mayor parte de la población vive en el distrito de Turrialba, con una diferencia muy significativa respecto al distrito de Peralta que es el que menor población aglutina.

Tabla 1. Distribución de la población por distrito, sexo y zona

Distrito	Total	Zona urbana		Zona rural	
		Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
Turrialba	26.680	10.372	9.468	3.416	3.424
La Suiza	7.590	2.550	2.447	1.257	1.336
Peralta	511	-	-	224	287
Santa Cruz	3.208	-	-	1.529	1.679
Santa Teresita	4.744	192	186	2.190	2.176
Pavones	4.331	1.359	1.373	778	821
Tuis	2.837	553	511	867	906
Tayutic	2.374	573	561	582	658
Santa Rosa	5.232	1.990	1.914	694	634
Tres Equis	1.808	348	349	540	571
La Isabel	6.116	2.640	2.560	441	475
Chirripó	4.185	-	-	2.106	2.079
Total	69.616	20.577	19.369	14.624	15.046

Fuente: INEC (2011).

En cuanto a la densidad de la población, el promedio en el 2011 era de 42,4 hab/km², y esta a nivel de distrito es muy diferente entre sí, encontrándose densidades superiores a los 300 hab/km² en los distritos de La Isabel y Turrialba, y por debajo de los 25 hab/km² en los distritos de Tayutic y Chirripó. Los datos del INEC también muestran que casi el 82% del territorio contiene el 90% del total de la población del cantón, lo que se perfila un cantón con una distribución desconcentrada de la población.

4.2.2 Actividades productivas

Las actividades productivas se estructuran en tres sectores: primario, secundario y terciario. En el cantón de Turrialba predomina el sector terciario con un 61% de las empresas dedicadas a éste, seguido del sector primario con un 22% y el secundario en último lugar con un 17% (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2021c).

Según los datos del Centro Agropecuario (INEC, 2014), en el sector primario la principal actividad es la agrícola, con casi el 60% de las empresas del sector. La actividad pecuaria presenta el 38% y otras actividades como el turismo rural o la protección de los bosques naturales, el 3%.

- **Sector primario:** en relación con las actividades agrícolas, el cultivo de café es el predominante con un 32% de la superficie del cantón dedicado a tal fin, seguido del cultivo de caña (20%), de banano (16%) y el cultivo de pino (8%). Así mismo, cerca del 42% de las fincas existentes se dedican a la ganadería bovina para la producción de leche y de carne.
- **Sector secundario:** este sector se encuentra especialmente representado en la zona de Sandoval y Bonilla Arriba (Santa Teresita); y en San Rafael, Guayabo y Bajos de Bonilla (Santa Cruz).
- **Sector terciario:** estas empresas se localizan principalmente en el distrito de Turrialba, la zona más urbana del cantón.

Como se ha comentado, el **sector terciario**, en el que se aglutinan actividades como el comercio, la hostelería, el transporte, las actividades inmobiliarias o la enseñanza; 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

Actividad	Trabajadores
Sector primario	1.964
Sector secundario	2.836
Sector terciario	10.118
Total	14.918

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

4.2.3 Usos del suelo

Según los datos del Censo Nacional Agropecuario de 2014, que es el más actualizado, el 60% del área productiva del cantón está dedicada a la agricultura y a los cultivos forestales y el 38% a la producción pecuaria. La cobertura y usos se distribuye del siguiente modo:

Tabla 3. Cobertura del suelo

Actividad agropecuaria y forestal	Uso actual (ha)
Agrícola	29.475
Pecuario	18.546
Forestal	-
Conservación	1.417
Total	49.438

Fuente: CENAGRO (2014).

Por otro lado, acorde con la información analizada de la Agencia Espacial Europea bajo la *Climate Change Initiative* (CCI), en los últimos veinte años la cubierta del suelo se ha visto alterada por la actividad humana puesto que, como se ve en la Tabla 4, ha habido un detrimento de la superficie de vegetación natural y seminatural que ha sido ocupada por cultivos y áreas urbanas, principalmente. La Figura 4 muestra el mapa de usos del suelo en 2020.

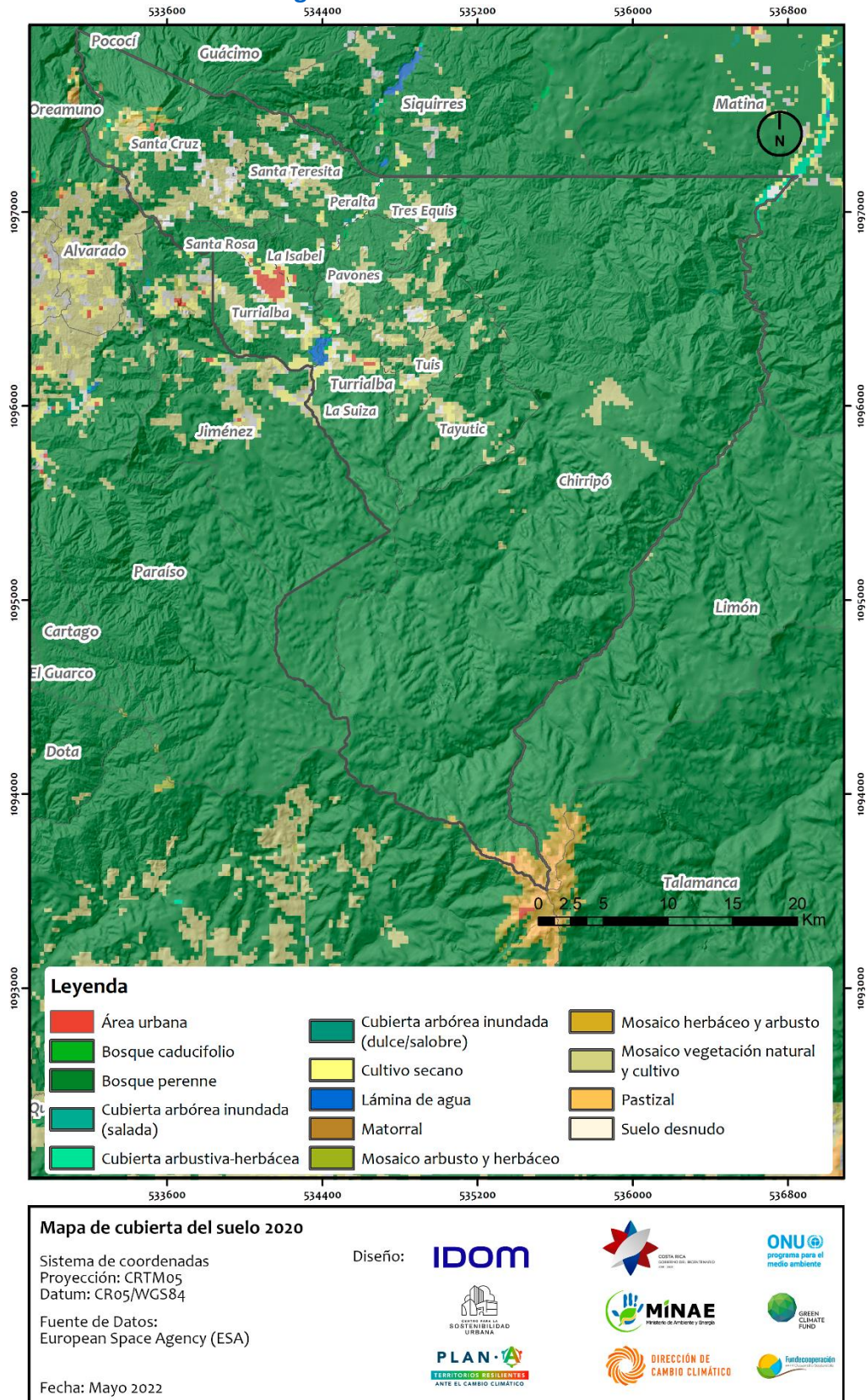
Tabla 4. Cambios en el uso del suelo

Cobertura	2000 (%)	2020 (%)	Tasa de cambio (%)
Cultivos	8,50	9,97	1,47
Vegetación natural y seminatural terrestre	90,89	89,21	-1,68
Matorral	0	0,02	0,02
Herbazal	0,22	0,26	0,04
Vegetación natural y seminatural acuática	0,06	0,09	0,03
Áreas urbanas	0,16	0,31	0,15
Suelo desnudo	0,01	0,01	0
Láminas de agua	0,14	0,14	0
Total	100	100	-

Fuente: IDOM-CPSU (2021) 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 4. Usos del suelo 2020



4.3 Planificación territorial y sectorial

El cantón de Turrialba 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 de Desarrollo Rural del Territorio Turrialba-Jiménez 2015-2020**

Es el instrumento rector de la Planeación y Gestión del Desarrollo del Territorio cuya visión es “Ser un territorio organizado, donde se cuente con una infraestructura vial, educativa, de salud y productiva de primer nivel, con acciones estructuradas y en armonía con el entorno, de capacitación y formación del recurso humano, de producción en congruencia con la sostenibilidad ambiental, y en procura de obtener una mejor calidad de vida de la población”.

El objetivo general de este Plan es estimular las potencialidades del territorio en sus distintas dimensiones donde se fomente la mejora de la calidad de vida de las personas. Las iniciativas de inversión en el territorio están estructuradas en estas dimensiones:

- Dimensión ambiental
- Dimensión social
- Dimensión político institucional
- Dimensión cultural
- Dimensión económica

Este incluye el cambio climático como una amenaza, puesto que tiene un impacto sobre las actividades productivas y humanas como la disponibilidad de agua. Para dar respuesta a esta, buscan promover de forma ordenada y responsable el uso del territorio, con el punto de vista puesto en la mejora de las capacidades de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

- **Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2016-2026 (2016)**

Este plan supone la definición de la estrategia local de desarrollo cuyo punto objetivo es lograr el territorio que se imaginan sus habitantes en este plazo de 10 años. La visión que refleja un “cantón que brinda a sus habitantes las mejores oportunidades para su desarrollo integral, con empleos de calidad, innovación, competitividad y el aprovechamiento sostenible de su patrimonio natural, paisajístico y ancestral, único en el país”.

Esta se vertebra sobre siete áreas estratégicas de desarrollo sobre los que se definen objetivos específicos:

- Desarrollo económico sostenible
- Desarrollo sociocultural
- Seguridad humana

- Educación
- Servicios públicos
- Gestión ambiental y ordenamiento territorial
- Infraestructura

Entre sus objetivos está destinar esfuerzos para reducir la vulnerabilidad en el territorio frente a la sucesión de eventos.

- **Plan Estratégico Municipal 2016-2021**

Se trata de un instrumento enfocado en el medio plazo que asume la visión de desarrollo del municipio a largo plazo definida por el resto de planes y programas de escala mayor, cuya visión sobre la municipalidad de Turrialba es que esta “será el ente líder del cantón y reconocido en la Provincia de Cartago, con personal comprometido y calificado que generará las políticas de desarrollo integral, para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, mediante la consecución de proyectos por medio de la articulación de los actores sociales públicos y privados, a nivel local, regional y nacional”.

Define áreas estratégicas sobre los que se territorializan los objetivos y acciones específicas:

- Desarrollo institucional
- Equipamiento cantonal
- Ambiente
- Ordenamiento territorial
- Política social local
- Desarrollo económico local
- Servicios públicos
- Infraestructura vial

Algunas de las propuestas van encaminadas hacia la creación de incentivos para la adaptación al cambio climático de los sectores productivos o fomentar la carbono-neutralidad.

Por último, a nivel sectorial:

- **Plan de Gestión Integral del destino turístico 2019-2022**

El objetivo de esta herramienta de planificación es impulsar una gestión integral de destinos turísticos para generar condiciones que mejoren la competitividad del destino. Se busca con este que el cantón cuente con las condiciones turísticas adecuadas y se fortalezca este sector para que Turrialba se convierta en un polo de atracción de visitantes, siempre y cuando se haga de forma sostenible con el medio. Su visión se plasma en que “Turrialba será un destino donde los turistas compartan experiencias inolvidables en turismo rural, aventura y cultura”.

El desarrollo de actividades que mejoren las circunstancias socioeconómicas de la población contribuye al refuerzo de la capacidad de adaptación del cantón.

- **Plan de Conservación y Desarrollo de la Red Vial Cantonal 2019-2023**

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. Las políticas estratégicas que establece son:

- Conservar y mejorar la infraestructura vial.
- Mejorar la conectividad de los caminos a nivel distrital y cantonal.
- Fomentar convenios con otras instituciones para la atracción de recursos.
- 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.
- Mantenimiento de puentes y alcantarillas que aseguren la conectividad de las vías.
- Establecimiento de acciones que permitan desarrollar proyectos en armonía con el medio ambiente.

En este plan se incluyen las cuestiones de eventos naturales y su afección a la red vial, así como la conservación de la biodiversidad, dos ejes básicos a los que debe atender un territorio en aras de mejorar su capacidad de adaptación frente al cambio climático.

4.4 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 clima² que los Gobiernos pueden adoptar al mismo tiempo que reconstruyen sus economías y sociedades. Éstos 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.

² Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

6. Cooperación entre países.

Desde Plan A se han identificado las acciones iniciales de adaptación que la municipalidad de Turrialba 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):

- Financiamiento de IFAS (Índices de Fragilidad Ambiental) para Plan Regulador.
- Mapeos de zonas vulnerables y nacientes de agua en coordinación con el MINAE para analizar la información y tomar decisiones.
- Gestión de residuos: composteras, reciclaje y construcción de un centro de acopio para disminuir el aporte al relleno sanitario.

También se cuenta con otras acciones definidas para un escenario futuro:

- Mapear de forma más detallada zonas frecuentes por deslizamientos, desbordamientos, fallamiento local, entre otros en coordinación con otras instituciones como el MAG y el INDER.
- Mapeos con las ASADAS para la gestión y protección del recurso hídrico.
- Turismo sostenible.
- Ciclovías.

De forma más concreta, en el cantón se están desarrollando las siguientes acciones:

- El departamento de Gestión Ambiental brinda el servicio de recolección separada de los residuos valorizables y no valorizables a toda la población del cantón y mantiene de forma permanente la realización de actividades de educación ambiental.
- La municipalidad desarrolla anualmente obras de infraestructura vial, puentes, caminos, aceras y de alcantarillado pluvial con el fin de mejorar la conectividad de las poblaciones y el manejo apropiado de las aguas pluviales.
- El Comité Municipal de Emergencias se mantiene activo en operación encargado de las acciones referentes gestión de riesgos, la atención de emergencias y recuperación post desastre.
- Mapeos de zonas vulnerables y nacientes de agua: en coordinación con el MINAE para analizar la información y tomar decisiones.
- Financiamiento para el desarrollo de los índices de fragilidad ambiental para el desarrollo a futuro del Plan Regulador del cantón.
- Diversas organizaciones públicas y privadas existentes en el cantón cuentan con el reconocimiento de Bandera Azul Ecológica en sus diferentes categorías, así como el Certificado de Sostenibilidad Turística, el Programa País de Carbono Neutralidad y el NAMMA Café.
- Las áreas de conservación del cantón y sus parques nacionales cuentan con planes de manejo para el uso responsable de los recursos naturales.

- En los territorios indígenas las personas realizan prácticas de agricultura ancestral y de protección de los recursos naturales.

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 (Tabla 5) se recogen algunas de éstas:

Tabla 5. Acciones climáticas contenidas en los instrumentos de planificación

Plan territorial/sectorial	Acción climática
Plan de Desarrollo Rural del Territorio Turrialba-Jiménez 2015-2020	Desarrollo de un Plan Territorial de Reforestación
	Fomentar la participación de las organizaciones locales
	Elaborar un Plan Maestro para el mejoramiento de las redes de acopio y distribución de agua potable
	Construcción de reservorios de agua
	Elaborar un plan de ordenamiento que tenga en cuenta las variables sociales, culturales, económicas, ambientales y políticas
	Aprovechamiento de desechos sólidos
	Plan Maestro de manejo de aguas residuales
	Compra de terrenos de protección de nacientes de las organizaciones e infraestructuras de las ASADAS
	Apoyar y asesorar a las municipalidades para realizar los índices de fragilidad ambiental
	Elaboración del Plan Regulador
	Mejorar tecnológicamente las prácticas de cultivos en ambientes que permitan disminuir los efectos nocivos del cambio climático
Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2016-2026	Posicionar la producción de la agricultura orgánica e incentivar la creación y el fortalecimiento de asociaciones agroindustriales
	Formulación de un plan para el desarrollo turístico
	Planificación estratégica y prospección del PIB Verde para involucrar a los dueños para introducir un cambio de actividad sobre el territorio
	Generar actividades económicas que se puedan desarrollar simultáneamente a la preservación del inventario de recursos naturales
	Fortalecer las instituciones y los programas de la atención a las poblaciones en interés
	Sensibilizar a la población en general acerca de la accesibilidad e inclusión
	Actualizar y adecuar los programas educativos acordes a la evolución y a las nuevas necesidades del mercado laboral
	Promover la sostenibilidad financiera, ambiental y social para la prestación de servicios públicos
	Proteger efectivamente las zonas de recarga y las nacientes y recuperar los mantos acuíferos
	Establecer un sistema eficiente de alcantarillado pluvial y sanitario
	Capacitar y sensibilizar a la comunidad en relación con la gestión de los residuos sólidos y su impacto en el ambiente
	Formular el Plan Regulador e índices de fragilidad ambiental
	Determinar el énfasis de la gestión de los recursos naturales de la cuenca considerando el proceso de desarrollo socioeconómico local

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	Promover la participación comunal mediante la inclusión de todo el tejido social y grupo de interés Determinar los efectos en relación con la parte río arriba y río abajo mediante el desarrollo sostenible de la cuenca Fortalecer la red vial cantonal Determinar el riesgo mediante el establecimiento previo de estudios de viabilidad ambiental y reducir las amenazas en los proyectos de planificación, desarrollo y levantamiento de obras e infraestructuras para no comprometer la seguridad humana Integrar la gestión de riesgo en el ordenamiento del territorio Articulación de la gestión de riesgo en cualquiera de las iniciativas de desarrollo de este Plan de Desarrollo Humano Promover la conformación de comités locales de emergencia Involucrar a las instituciones que conforman la Comisión Nacional de Emergencia mediante procesos de capacitación y asistencia técnica de manera sostenida a las comunidades y no solo cuando ocurren eventos
Plan Estratégico Municipal 2016-2021	Sensibilizar a la población para lograr la separación y recolección de residuos sólidos reciclables Continuar en la Educación Ambiental de la ciudadanía para asegurar una acción permanente del proyecto Ejecutar trabajos de mitigación en relación con los residuos Realizar campañas de reforestación y limpieza de estas áreas Mejorar los puntos de captación de agua potable Construir el sistema de alcantarillado en el casco central de la ciudad de Turrialba Incorporar programas de amplia participación ciudadana y seguimiento a los programas del PCDHL Desarrollar el Plan Regulador para el cantón Elaborar un plan de gestión de riesgos de desastres para el desarrollo de la infraestructura vial existente y futura Elaborar un plan de prevención y mitigación de riesgos para la pronta recuperación de la infraestructura vial

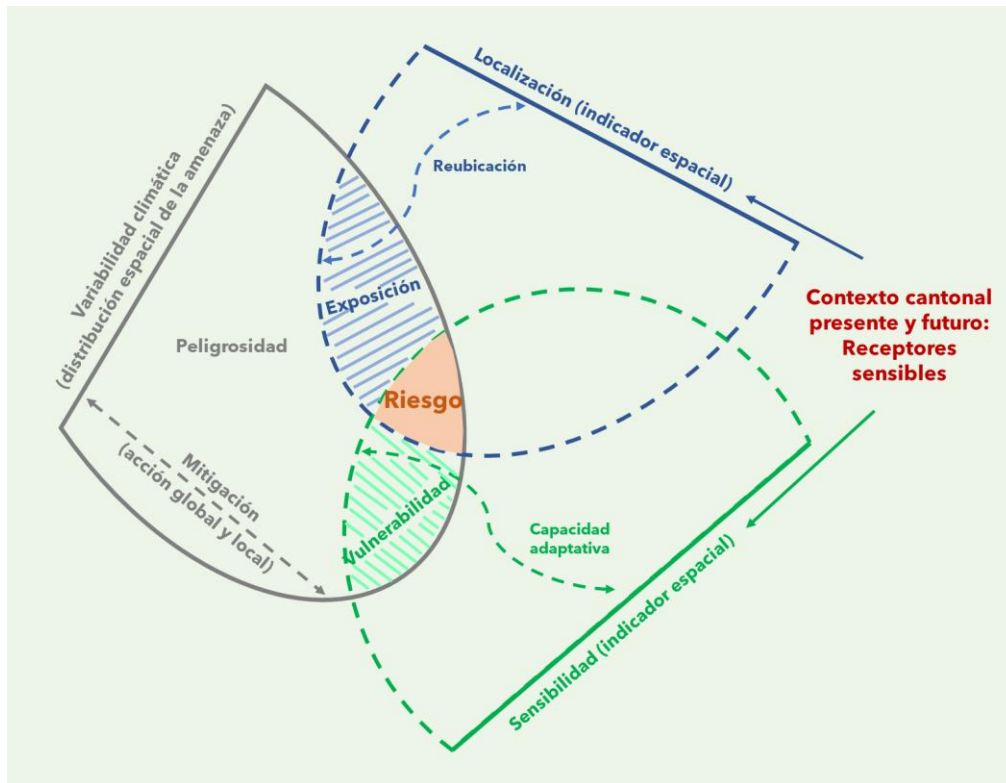
Fuente: IDOM-CPSU (2022) a partir de la información contenida en los instrumentos de planificación

Éstas 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 resiliente y adaptado en el que tanto el medio natural como el socioeconómico no se vean resentidos por el cambio climático.

5 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 5, basada en esta referencia, conceptualiza el enfoque a utilizar.

Figura 5. Conceptualización del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

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

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

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

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

El análisis se basa 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 se realiza por medio de indicadores espaciales, que son construidos exclusivamente en base a la información de partida previamente levantada y operados con un Sistema de Información Geográfica (GIS).

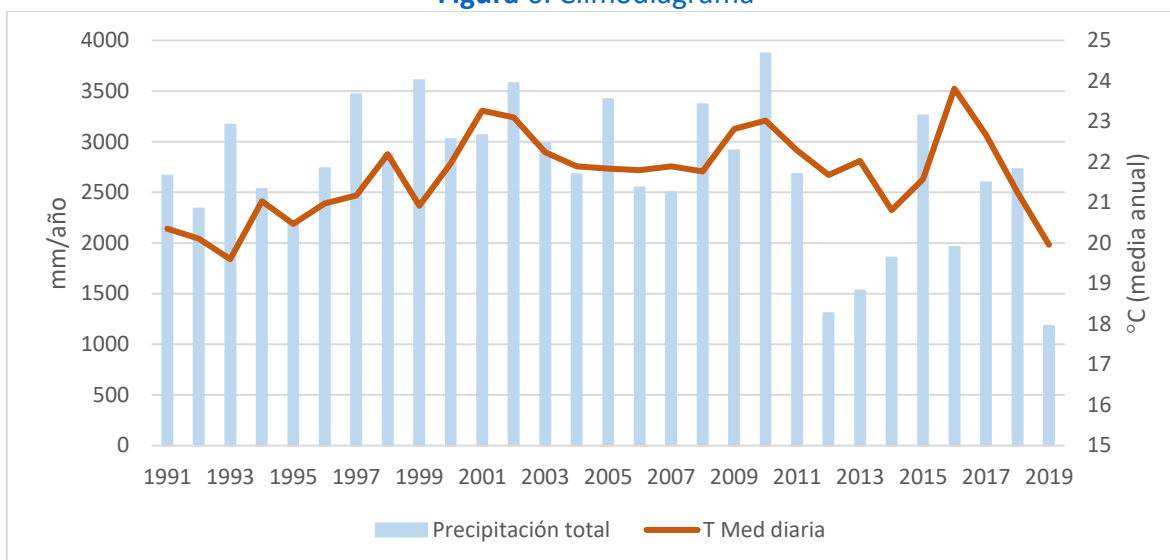
5.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima

El cantón de Turrialba presenta un tipo de clima tropical húmedo, característico de la región atlántica del país, que se caracteriza por precipitaciones elevadas por encima de los 2.500 mm al año y temperaturas elevadas. A continuación, se analizan las tendencias históricas de las precipitaciones, temperatura, así como desastres naturales. A continuación, se analizan las tendencias históricas de las precipitaciones y temperatura, así como los desastres asociados al clima.

En base a los datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), para la estación de Sitio Mata, que es la más próxima al cantón, se completa el siguiente perfil térmico y pluviométrico (Figura 9). Los datos de precipitación diaria recogidos se corresponden con el período desde el año 1991 hasta el 2018 y han sido agregados anualmente. No obstante, no todos los años contienen datos completos en todos los meses; aun así, se han considerado por tratarse de un cálculo promedio que refleja de modo aproximado la realidad.

En la misma gráfica también se representa la tendencia histórica de la temperatura promedio desde 1991 hasta 2019. En ella se observa una ligera tendencia al aumento de esta variable durante el periodo de registro, siendo el año 2017 el que registra una mayor temperatura promedio de 24°C.

Figura 6. Climodiagrama



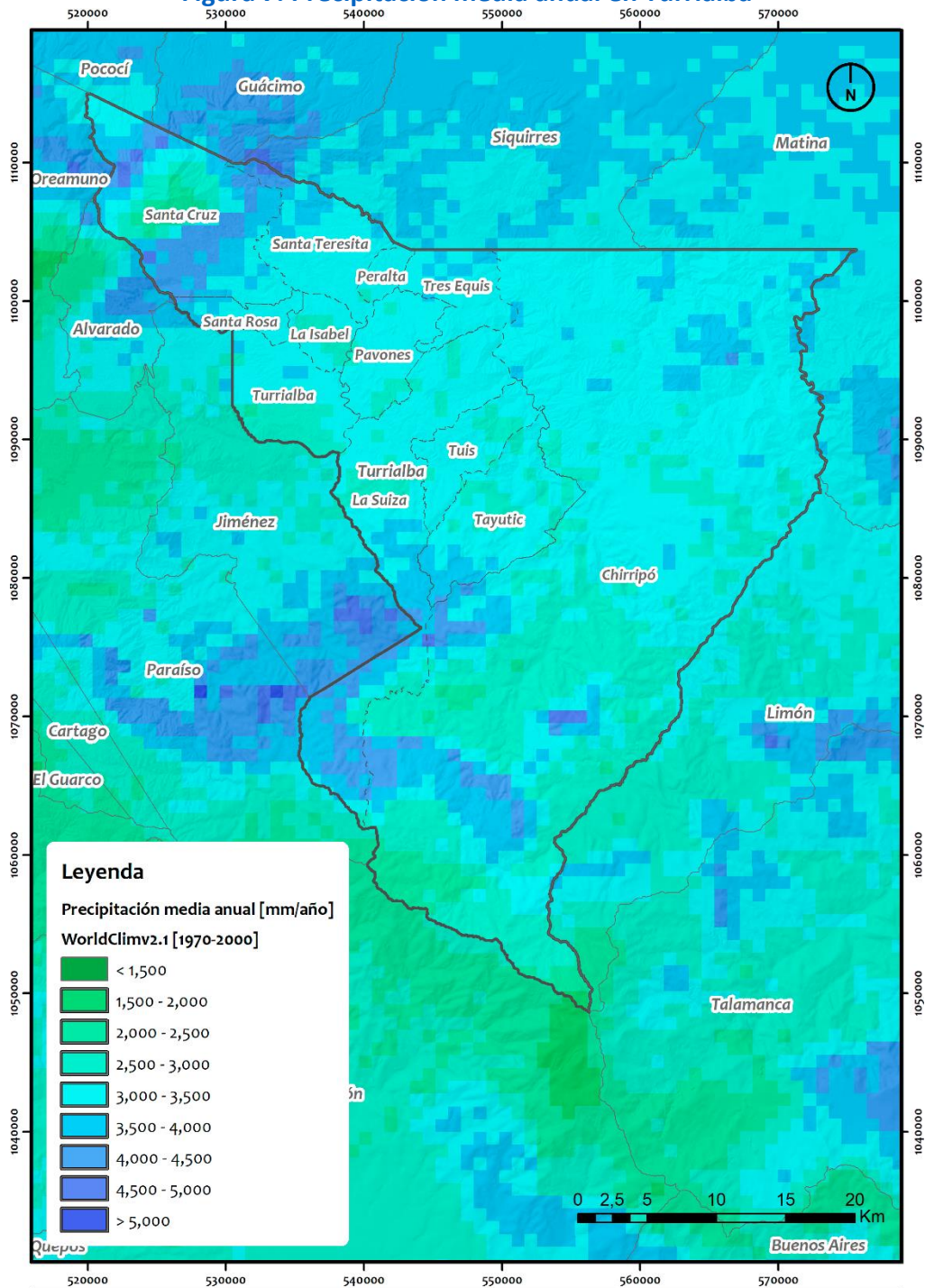
Fuente: IDOM-CPSU (2022) a partir de los datos del IMN (2019).

5.1.1 Precipitación

Las precipitaciones medias anuales en Turrialba tienen una variación de entre 2.000 mm hasta los 4.000 mm. Acorde con la información de la Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria, la menor cantidad de lluvia ocurre en marzo, dentro del período seco que va de enero a abril. La mayor cantidad de precipitaciones se registra en el mes de junio, siendo el período lluvioso de mayo a diciembre.

La Figura 7 muestra la variabilidad espacial en el cantón de Turrialba. Se aprecia como, las lluvias más abundantes de aproximadamente a 4.000 mm anuales se registran en la zona noroccidental del cantón, en el distrito de Santa Cruz alrededor del Volcán Turrialba, así como en la zona sur en parte del distrito de Chirripó y La Suiza. El resto del territorio cantonal tiene un promedio de precipitación más o menos uniforme, de aproximadamente 3.000 mm anuales.

Figura 7. Precipitación media anual en Turrialba



Mapa de precipitación media anual

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño: **IDOM**



ONU
programa para el
medio ambiente



5.1.2 Temperatura

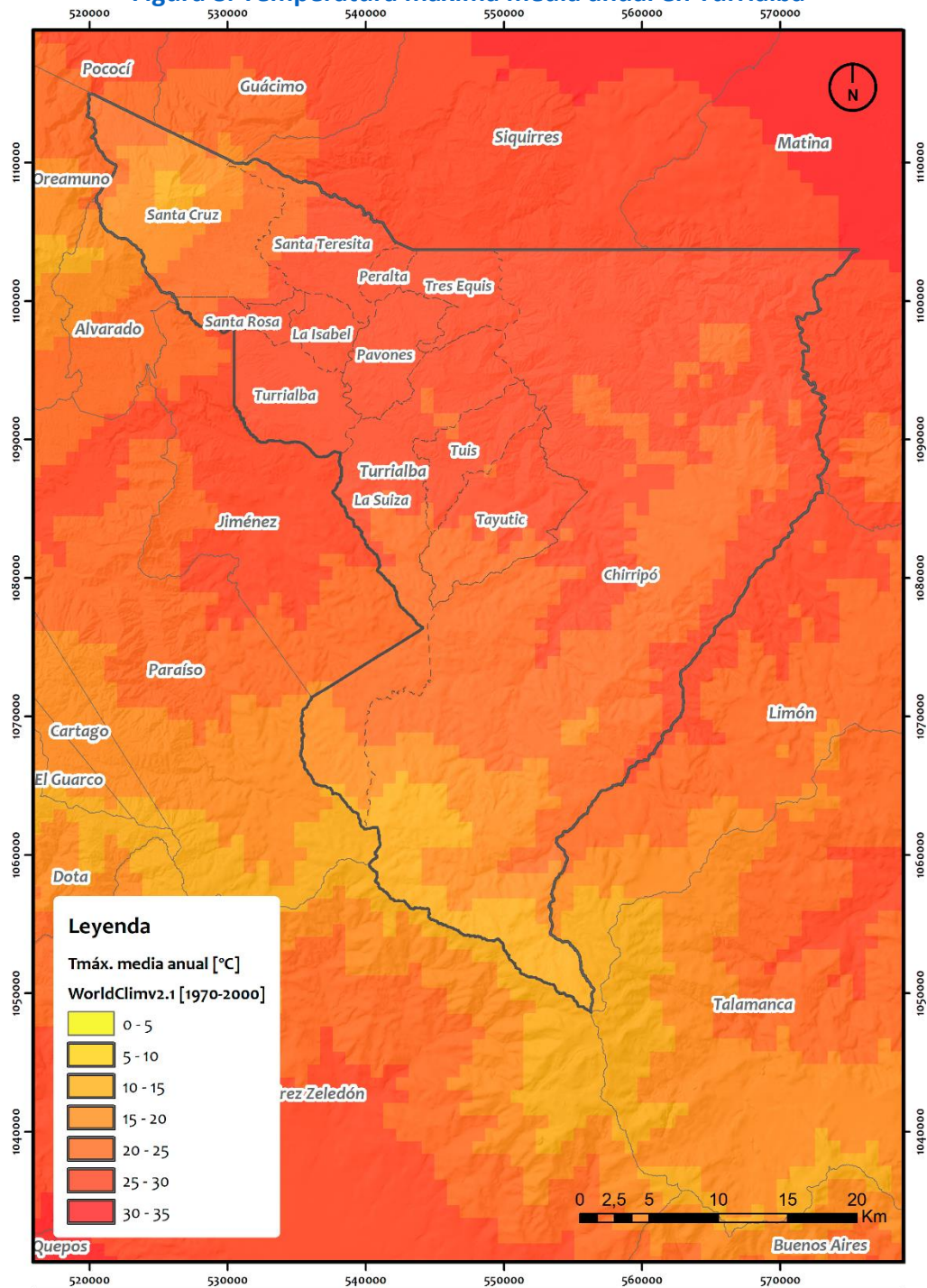
Según la Agencia de Servicios Agropecuarios de Turrialba (2009), la temperatura del cantón es de 27,1°C como máximo y de 17,9°C como mínimo, con un promedio de 21,7°C. Los promedios más bajos de temperaturas se dan entre los meses de enero y abril, y los mayores promedios entre mayo y diciembre.

Por otro lado, las siguientes gráficas (Figura 8 y Figura 9) muestran la variabilidad espacial de las temperaturas máximas medias anuales en el cantón de Turrialba.

Las temperaturas máximas presentan una gran variabilidad entre los distintos ambientes que componen el cantón de Turrialba. La temperatura máxima media en general se encuentra por encima de los 25°C en todo el cantón, con máximos de hasta 29°C en la zona norte de los distritos de Peralta y Tres Equis. Sin embargo, hay dos zonas del cantón, en el Volcán de Turrialba al noroeste del cantón, y en la Cordillera de Talamanca al sur del cantón, donde las temperaturas máximas descienden hasta los 12-13°C.

Del mismo modo, las temperaturas mínimas medias anuales siguen un patrón similar a las máximas, con una media de 14°C en la zona más central, hasta 19°C en la zona norte del cantón. Por otro lado, las zonas mencionadas anteriormente como el Volcán de Turrialba y la Cordillera de Talamanca las temperaturas mínimas son relativamente más bajas descendiendo hasta los 3-5°C.

Figura 8. Temperatura máxima media anual en Turrialba



Mapa de temperatura máx. media anual

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
WorldClim

Fecha: Mayo 2022

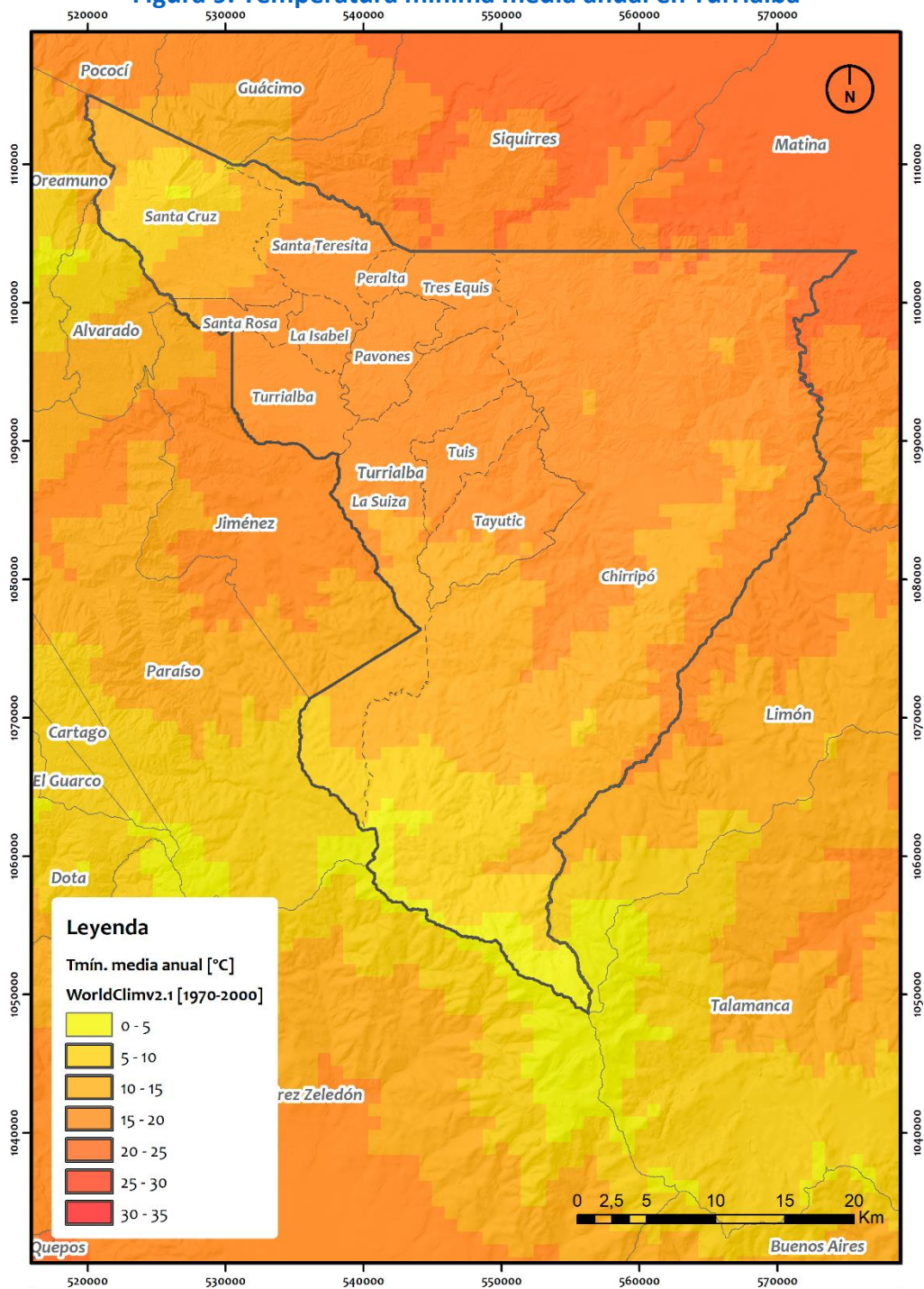
Diseño: **IDOM**



ONU
programa para el
medio ambiente



Figura 9. Temperatura mínima media anual en Turrialba



Mapa de temperatura mín. media anual

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
 WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño: **IDOM**

PLAN
 TERRITORIOS RESILIENTES
 ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

MINA E
 MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

ONU
 programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

Fundcooperación

5.1.3 Eventos asociados al clima

En este cantón se han vivido a lo largo de la historia distintos eventos naturales que han tenido impactos en términos sociales y económicos, principalmente. El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), a partir de datos de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), cuenta con información sobre estos desde el año 1988 (MIDEPLAN, 2019), y en el caso de Turrialba son los siguientes:

Tabla 6. Eventos asociados al clima (1988-2019)

N.º	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
1	Plan Regulador cantones de Turrialba, Jiménez, Paraíso, Sarapiquí, Siquirres, Matina, Limón y Talamanca	Lluvias intensas	Dic 1993	6 días	-
2	Temporal del 12 al 14 de febrero 1996	Lluvias intensas	Feb 1996	3 días	Turrialba, Peralta, La Suiza, Santa Cruz, Santa Rosa, Santa Teresita, Tuis, Tayutic y Tres Equis
3	Inundaciones vertiente Caribe y Zona Norte del 3 al 7 de agosto de 1997	Lluvias intensas	Ag 1997	5 días	Turrialba, Peralta, Pavones, La Suiza, Santa Cruz, Santa Rosa, Santa Teresita, Tuis, Tayutic, Tres Equis y Chirripó
4	Fenómenos hidrometeorológicos	Lluvias intensas	Ag-Oct 1999	55 días	-
5	Lluvias semipermanentes e intensidad variable en vertiente Caribe y Norte	Lluvias intensas	Nov 2001	38 días	Turrialba, Peralta, Santa Cruz, Santa Teresita, Tayutic, Tres Equis y La Isabel
6	Emergencia 10 de mayo de 2002	Lluvias intensas	Mayo 2002	3 días	-
7	Inundaciones vertiente Atlántica	Lluvias intensas	Nov 2002	11 días	-
8	Inundaciones en la vertiente del Caribe y Zona Norte	Lluvias intensas	Dic 2003	3 días	Turrialba, La Suiza, Santa Cruz, Santa Teresita, Tuis, Tayutic, Santa Rosa y Tres Equis
9	Inundación en las provincias de Limón, Heredia, Cartago y Alajuela	Lluvias intensas	Enero 2005	14 días	Turrialba, La Suiza, Santa Cruz, Santa Teresita, Pavones, Tuis, Tayutic, Santa Rosa, Tres Equis y Chirripó
10	Inundaciones y deslizamientos por bajas	Lluvias intensas	Jun 2007	10 días	La Suiza, Santa Cruz, Santa Teresita, Tuis y Tres Equis

N.º	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
	presiones en Zona Norte y vertiente Caribe				
11	Inundaciones en la vertiente Caribe por la interacción de baja y alta presión	Lluvias intensas	Nov 2008	15 días	La Suiza, Peralta, Santa Cruz, Santa Teresita, Pavones, Tuis y Tres Equis
12	Temporal y baja presión en Limón, Sarapiquí y Turrialba	Lluvias intensas	Jun 2015	8 días	Turrialba, La Suiza, Peralta, Santa Cruz, Santa Teresita, Pavones, Tuis, Tayutic, Santa Rosa, Tres Equis, La Isabel y Chirripó
13	Tormenta tropical Nate	Lluvias intensas	Oct 2017	5 días	Turrialba, Santa Cruz, Santa Teresita, Pavones y Chirripó

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 5.5 del presente documento.

5.2 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. Clima histórico y proyecciones climáticas en Costa Rica . En los siguientes apartados se presentan los resultados obtenidos.

5.2.1 Precipitación

La precipitación media anual muestra una tendencia de aumento. En la Tabla 7 se aprecia como para el escenario RCP 4.5 hay un aumento de la precipitación media en ambos horizontes temporales (2030 y 2060), siendo algo superior en el periodo temporal más cercano.

Para el escenario RCP 8.5 la tendencia es similar pero más acentuada. Ambos horizontes temporales muestran un aumento de la precipitación media, sin embargo, el incremento en el horizonte temporal más cercano (2030) es aproximadamente el doble que el del horizonte temporal del año 2060 (8,33 % frente a 4,96 %). Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al escenario climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

Tabla 7. Porcentaje de cambio en la precipitación con respecto al periodo histórico en Turrialba

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación media anual (%)	RCP4.5	2030	2,17 %	0,31 %	1,80 %	2,56%
		2060	1,38 %	0,28 %	1,08 %	1,75 %
	RCP8.5	2030	8,33 %	0,24 %	8,15 %	8,68 %
		2060	4,96 %	0,61 %	4,52 %	5,83 %

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

5.2.2 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 periodos temporales (2030 y 2060). Para el RCP4.5 aumenta más de 1,5°C en el periodo 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 8. Porcentaje de cambio en la temperatura máxima con respecto al periodo histórico en Turrialba

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura máxima (°C)	RCP4.5	2030	0,88 °C	0,01 °C	0,87 °C	0,90 °C
		2060	1,53 °C	0,01 °C	1,52 °C	1,54 °C
	RCP8.5	2030	1,06 °C	0,00 °C	1,05 °C	1,06 °C
		2060	2,24 °C	0,01 °C	2,23 °C	2,26 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

Por otro lado, la temperatura mínima sigue un patrón muy similar al anterior. Para el escenario de emisiones RCP 4.5 hay un aumento de más de un grado y medio de temperatura. De nuevo, en el escenario de emisiones RCP 8.5 el aumento de la temperatura mínima llega hasta los 2,24°C. Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al horizonte temporal siendo superior en el año 2060 con respecto al 2030 en ambos escenarios.

Tabla 9. Porcentaje de cambio en la temperatura mínima con respecto al periodo histórico en Turrialba

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura mínima (°C)	RCP4.5	2030	0,88 °C	0,01 °C	0,87 °C	0,89 °C
		2060	1,52 °C	0,01 °C	1,50 °C	1,53 °C
	RCP8.5	2030	1,08 °C	0,01 °C	1,07 °C	1,08 °C
		2060	2,24 °C	0,02 °C	2,22 °C	2,25 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

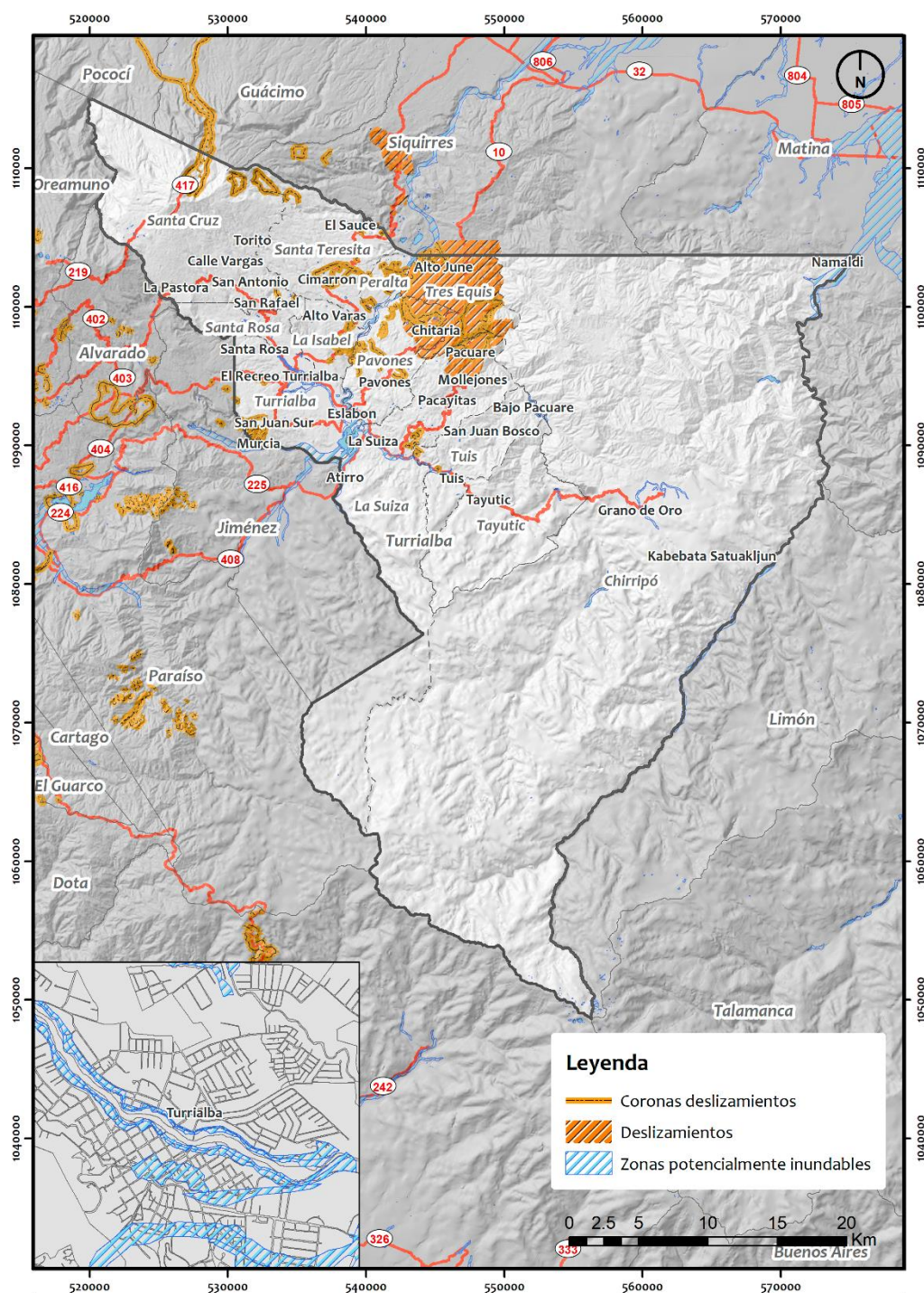
5.3 Amenazas por considerar

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 Turrialba, que son: inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor.

Figura 10. Mapa de amenazas de la CNE



Mapa de amenazas hidrometeorológicas

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
Comisión Nacional de Emergencias (CNE)

Fecha: Mayo 2022

Diseño: **IDOM**

PLAN TERRITORIOS RESILIENTES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

MINAIE MINISTERIO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

ONU programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

Fundcooperación

5.3.1 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, este cantón tiene una red fluvial definida principalmente por los ríos Turrialba, Colorado, Aquiares, Reventazón, Tuis, Pacuare, Atirro, Guayabo; y las quebradas Poró, Gamboa, El Túnel y La Leona. Algunos de estos han disminuido su período de recurrencia de inundaciones a un año o incluso períodos menores debido a la ocupación de las planicies de inundación y el desarrollo urbano desordenado y sin planificar. Esto quiere decir que las inundaciones pueden suceder cada menos tiempo, con más frecuencia. Además, a esta situación se le suma el lanzado de desechos sólidos a los cauces, lo que reduce aún más la capacidad de la sección hidráulica, lo que provoca el desbordamiento de ríos y quebradas. Esta situación se ve empeorada por los serios problemas de construcción de viviendas cercanas a los ríos del cantón.

En definitiva, existen distintos factores topográficos, climatológicos, geológicos y antrópicos que contribuyen a incrementar los efectos de estas amenazas, como la intensidad de la precipitación, falta de desagües en las fincas, deforestación y sobrepastoreo, falta de dragado de cauces, viviendas al pie de laderas de fuerte pendientes o características fisicoquímicas de los materiales empleados.

Las zonas o barrios más afectados por las inundaciones de ríos y quebradas del cantón son según la CNE³ (CNE, 2022) La Alegría, Mon Río, La Margot, San Rafael, Turrialba Centro, Dominica, Calle Pastor, Alto Cruz, Guaria, Repasto, La Isabel, Aquiares, Tuis, La Suiza, Canadá, Leona, Esperanza, Atirro, Guayabo, Poró, San Cayetano y Las Américas.

5.3.2 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. A continuación, se puede visualizar las zonas con susceptibilidad a deslizamientos delimitadas por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

Hacia el norte del cantón existen fuertes pendientes en terrenos compuestos por la acumulación de materiales volcánicos. Los sectores más vulnerables son los que se ubican hacia los valles de los ríos, donde la pendiente es más acusada. El sureste también es especialmente vulnerable a este tipo de proceso. A raíz de las lluvias se han producido deslizamientos en poblaciones como Pavones, Chitaría y La Leona. En el caso del deslizamiento de la Quebrada La Leona, representa una amenaza grave tanto para el caserío

³ Disponible en: https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/index.aspx

de La Leona al oeste de La Suiza como para la carretera principal entre La Suiza y Tuis. También es importante mencionar el deslizamiento de Chiz, localizado cerca del poblado del mismo nombre, al suroeste del cantón. Del mismo modo resultan vulnerables a estos procesos las partes altas de las cuencas de los ríos al sur del cantón, como Pejibaye, Humo, Atirro y Tuis.

Por último, es imprescindible señalar que merecen un control del uso del suelo lugares como Tres Equis, Neda, Blanco y Negro, Pacuare y Jesús María, entre otros.

5.3.3 Sequías

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

5.3.4 Olas de calor

Se consideran olas de calor a los períodos de días consecutivos donde se mantienen altas las temperaturas, resultando en situaciones de estrés térmico que afectan a todo el territorio, teniendo un mayor impacto en las zonas urbanizadas.

En las zonas urbanas, el efecto isla de calor (consecuencia de la artificialización del entorno) agrava las consecuencias del aumento de las temperaturas sobre la salud de la población, derivando en un posible aumento del riesgo de mortalidad por golpes de calor o insuficiencia renal, transmisión de enfermedades por vectores o aumento de migraciones poblacionales. Como se ha señalado en el apartado 4.2.3 Usos del suelo, en los últimos años la superficie de suelo urbano ha aumentado por lo que la incidencia de esta amenaza puede incrementarse del mismo modo.

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.

5.4 Categorización de la peligrosidad

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

La amenaza es calculada en función de la evolución temporal de una serie de estadísticos entre los definidos por el Panel de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI por sus siglas en inglés) y divulgados a través de la iniciativa Climdex⁴, para representar sequías, lluvias intensas, heladas y altas temperaturas. La metodología y la categorización se detallan en el Anexo 1 de este documento.

5.4.1 Lluvias intensas

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

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

En la Tabla 10 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 10%, así como para para el escenario RCP8.5 todos los valores están por debajo del 20%. En el primer caso, como se detalla en la Tabla 28, el nivel de amenaza se considera bajo, por lo que el aumento de días con lluvias extremas será poco significativo. En el segundo caso, con valores entre 10% y 20%, el nivel es medio bajo, lo que implica que se estima un aumento en este rango con respecto al número de eventos registrados en el período de referencia. Esto implica un aumento leve de los días de lluvia extrema.

Tabla 10. Porcentajes de cambio de la variable R95p en Turrialba

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en el R95p	RCP4.5	2030	6,39 %	1,57 %	4,84 %	8,55 %
		2060	6,78 %	1,13 %	5,93 %	8,38 %
	RCP8.5	2030	15,16 %	0,83 %	14,00 %	15,90 %
		2060	14,66 %	0,83 %	13,61 %	15,64 %

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

⁴ <https://www.climdex.org/>

5.4.1.1 Inundaciones

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

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

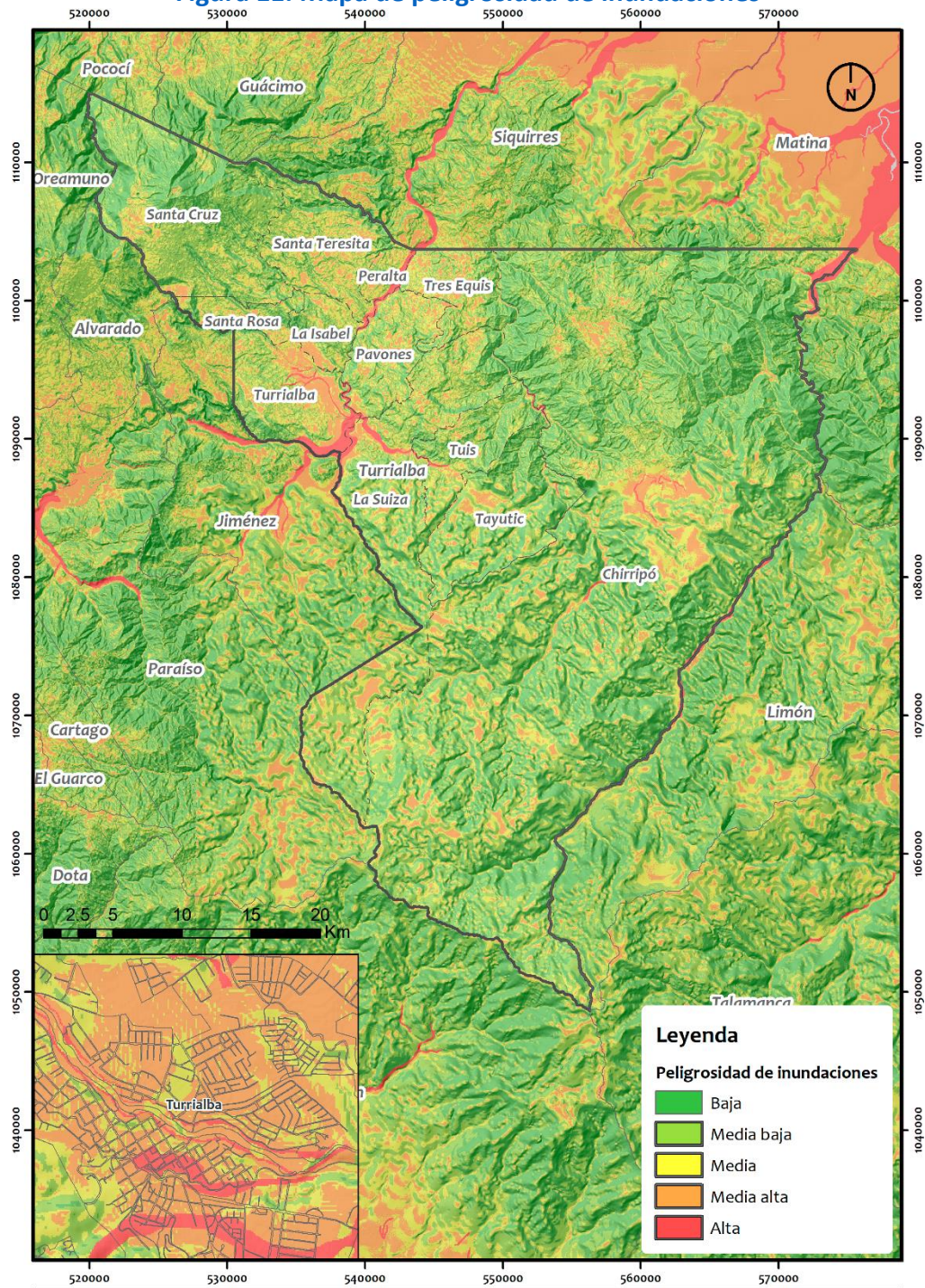
Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de susceptibilidad simplificado, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones (inferiores al 2%) son las que presentan una mayor probabilidad a anegamientos o desbordamiento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

La mayor parte del cantón se encuentra en niveles bajos y medio bajos de peligrosidad (Figura 11) al tratarse de un territorio de cotas altas, a excepción de los valles y zonas urbanas. Respecto a estas últimas, cabe destacar que, al localizarse sobre las llanuras, suponen ámbitos muy susceptibles. Por otro lado, como se ve en el acercamiento de la figura, la zona urbana de Turrialba tiene un nivel medio alto en casi toda su superficie con algunas manchas de nivel alto que corresponden con el río Colorado.

Figura 11. Mapa de peligrosidad de inundaciones



Mapa de peligrosidad de inundaciones

Sistema de coordenadas: IDOM
 Proyección: CRTM05
 Datum: CR05/WGS84

Fuente de Datos:
 Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Fecha: Mayo 2022

Diseño: IDOM

COLOMBIA
 GOBIERNO NACIONAL

MINAE
 MINISTERIO DEL AMBIENTE

PLAN
 TERRITORIOS RESILIENTES
 ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

ONU
 programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

Fundcooperación

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.

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 Turrialba, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 10, 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.

En 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.

5.4.1.2 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 maneja el factor pluviométrico, en términos de lluvias extremas o prolongadas como principales factores desencadenantes en una zona específica.

Procede destacar que la generación de movimientos en masa en zonas urbanizadas está especialmente condicionada por los efectos de las actividades antrópicas tales como el corte de taludes para la instalación de carreteras, viviendas, etc., y puede tener consecuencias inesperadas especialmente cuando este tipo de invasión urbana del medio se produce de manera desordenada. Este aspecto complica la evaluación de esta amenaza natural por métodos estadísticos o probabilísticos, tal como se hace para otras amenazas.

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

En consecuencia, el estudio de la amenaza en la zona de estudio ha consistido en la realización de dos análisis. Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las zonas potencialmente susceptibles a deslizamientos en el cantón. Para el segundo análisis, se ha complementado el mapa anterior con una simplificación de la susceptibilidad a través de una reclasificación del mapa

de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan una mayor susceptibilidad a que el 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 12) refleja que las zonas urbanas de los distritos presentan una peligrosidad baja ante eventos de deslizamientos, especialmente en los distritos de Chirripó y Turrialba, al localizarse en las zonas más llanas tienen una susceptibilidad menor a los deslizamientos. En sentido contrario se encuentra la mayor parte del territorio, puesto que las pendientes son superiores al 25%.

Cabe destacar las zonas de peligro alto de Tres Equis, Pavones y Santa Cruz, puesto que la mayor parte de la superficie corresponde con niveles medio-altos. En el caso del primero, Tres Equis, casi la totalidad del distrito está cubierta por peligrosidad alta debido a que sus condiciones geotécnicas, geomorfológicas y litológicas son favorables a los deslizamientos (Barahona, Méndez, & Sjöbohm, 2013).

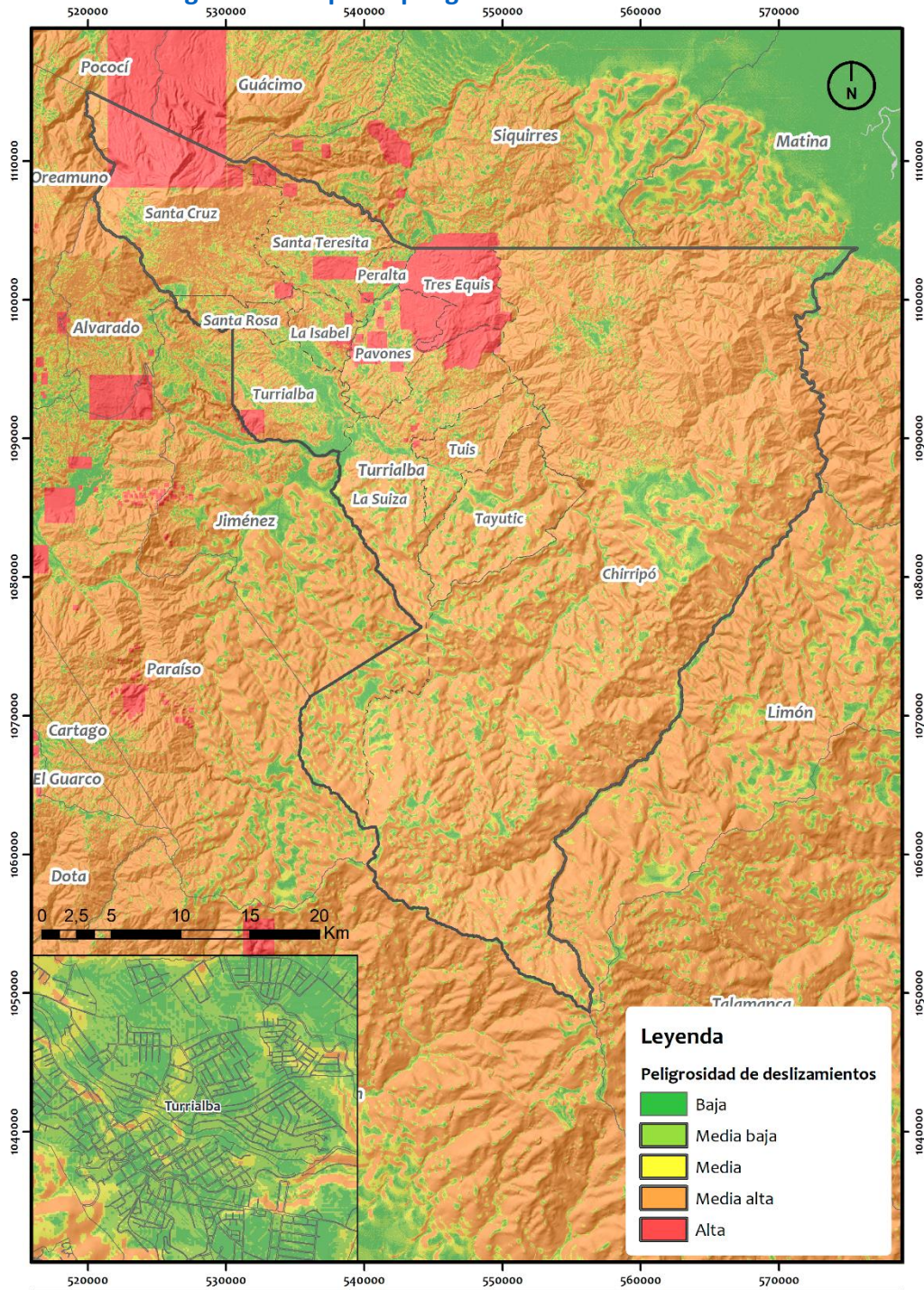
Peligrosidad futura a deslizamientos

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.

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 Turrialba, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 10, 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.

Figura 12. Mapa de peligrosidad de deslizamientos



Mapa de peligrosidad de deslizamientos

Sistema de coordenadas: IDOM
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Fecha: Mayo 2022

Diseño: IDOM

Logos: IDOM, GOBIERNO NACIONAL DE COSTA RICA, ONU programa para el medio ambiente, MINA E, GREEN CLIMATE FUND, DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO, PLAN TERRITORIOS RESILIENTES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO, Fundcooperación

5.4.2 Déficit de lluvias

La sequía es una alteración dramática en el ciclo hidrológico del planeta (Bonsal 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:

- 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.

Peligrosidad actual a sequía

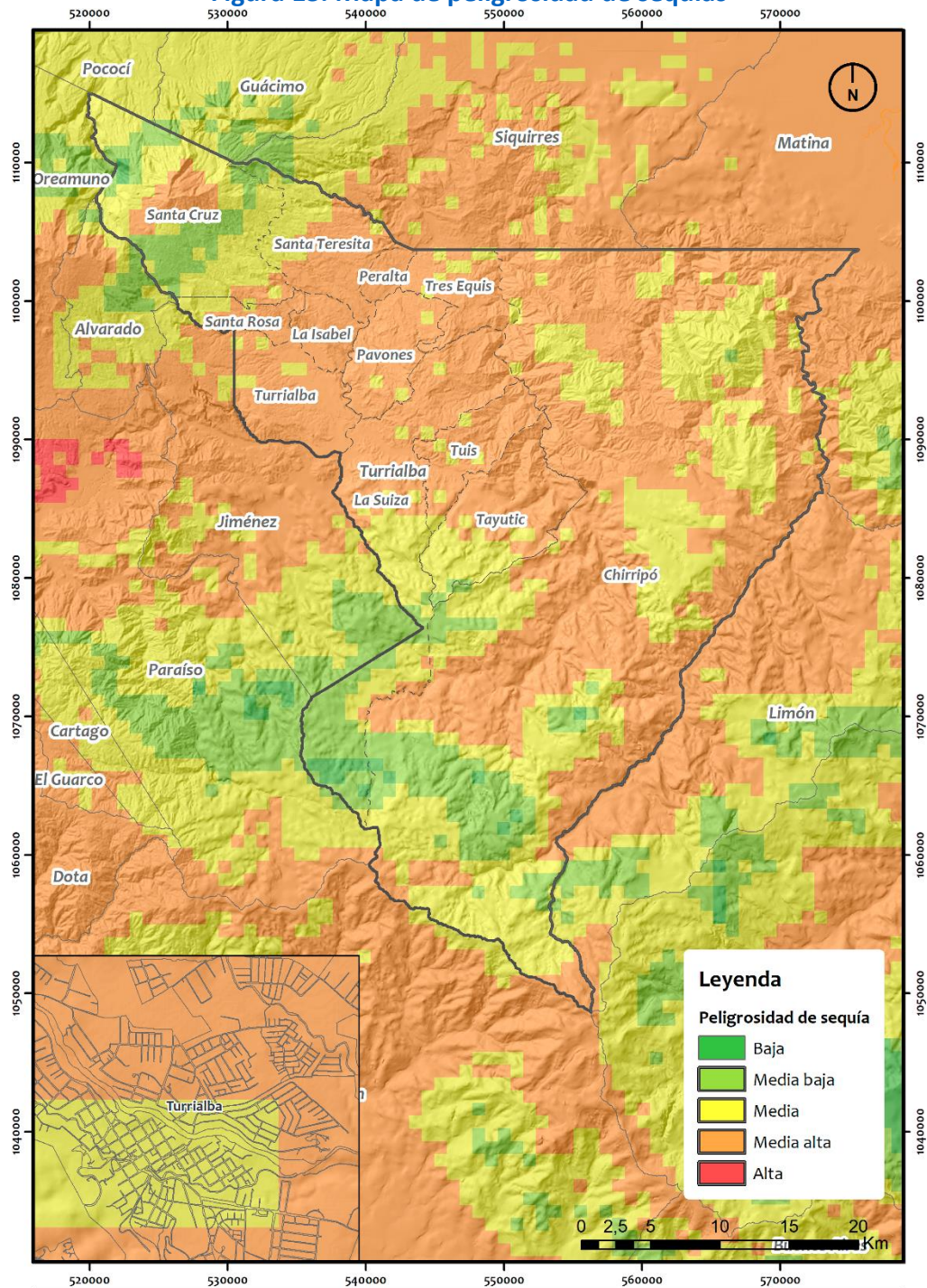
Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez⁵ global, obtenido a partir de los datos WorldClim 2.0 (1970-2000). Este índice representa la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (que a su vez depende de la temperatura), es decir, la precipitación sobre la demanda de agua para la vegetación (agregada sobre una base anual).

El nivel de amenaza asociado a estos porcentajes de cambio se observa en la Figura 13. Mapa de peligrosidad de sequías donde la mayor parte del cantón tiene un nivel de peligrosidad medio y medio alto en cuanto a la sucesión de eventos de sequía.

Hay algunas zonas hacia el sur, en la frontera con los cantones de Paraíso y Jiménez con valores bajos ya que coinciden con áreas de especial protección como la Reserva Forestal Río Macho. En el distrito de Santa Cruz también se encuentran zonas con peligrosidad baja próximas al volcán Turrialba.

⁵ Trabucco, Antonio; Zomer, Robert (2019): Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration (ET₀) Climate Database v2. figshare. Dataset. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7504448.v3>

Figura 13. Mapa de peligrosidad de sequías



Mapa de peligrosidad de sequía

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
WorldClim

Fecha: Mayo 2022

Diseño: **IDOM**

PLAN
TERRITORIOS RESILIENTES
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

MINA E
MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

ONU
programa para el medio ambiente

GREEN CLIMATE FUND

Fundcooperación

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 11 se presenta el porcentaje de cambio del indicador CDD bajo los dos escenarios RCP y horizontes temporales considerados. El porcentaje de cambio del índice es menor al 25% en todos los escenarios y horizontes temporales, por lo que existe un ligero aumento en el número de días secos consecutivos con respecto al periodo de referencia.

Tabla 11. Porcentajes de cambio de la variable CDD en Turrialba

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
CDD	RCP4.5	2030	-0,25 %	0,79 %	-1,11 %	0,80 %
		2060	-2,54 %	0,33 %	-2,95 %	-2,15 %
	RCP8.5	2030	2,15 %	1,00 %	0,74 %	2,99 %
		2060	8,98 %	0,88 %	7,81 %	9,93 %

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

De acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 11 y los rangos establecidos en la Tabla 36, 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 Turrialba, 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 36, 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.

5.4.3 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 calor⁶ (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 las 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 episodios

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.

cálidos 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 Anexo 1).

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.

5.5 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. En este caso, se han agrupado por los sectores: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas.

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

Tabla 12. Receptores sensibles

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

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

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

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

5.5.1 Lluvias intensas

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

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

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

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

Tabla 13. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Aumento de las enfermedades por vectores
		Afección laboral por incomunicación asociado a impactos en vías y puentes
		Posible aumento de las migraciones interiores y exteriores
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales a edificaciones y mobiliario urbano. Anegamiento
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de cosechas que no están en invernaderos por fuertes lluvias
	Pecuario	Posible pérdida de cabezas de ganado
		Pérdida de productividad y productos por incomunicación (asociado a impactos en puentes y vías)
		Posible desabastecimiento de alimentos para el ganado derivados de la agricultura
Infraestructuras	Vías Ferrovías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad
		Posible corte en la circulación y operatividad
Equipamientos	Salud	Posibles daños en las edificaciones sanitarias. Falta de operatividad de los centros de salud
	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
	Recurso hídrico	Afección a las escuelas en la zona indígena por inundaciones. En La Isabel afección al centro escolar
		Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento
		Posible corte del suministro por daño directo a la infraestructura de captación y abastecimiento
		Afección a los tanques de almacenamiento en los ríos
		Ruptura de conducciones de agua por caída de árboles
		Posible alteración en la disponibilidad hídrica por el incremento brusco del caudal o bloqueos en cauces
		Posible efecto sobre la calidad del agua
Áreas protegidas	Territorios indígenas	Afección sobre la biodiversidad y sobre la población indígena que vive en dichos territorios
		Incomunicación del sector Quebrada por inundaciones. Afección a todos los sectores por ser la única ruta de acceso

Fuente: IDOM-CPSU (2022) (2021).

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

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

Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales sobre edificaciones
Infraestructuras	Vías Ferrovías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura movilidad
	Equipamientos	Salud	Posibles daños en las edificaciones sanitarias debido a la masa de lodo Falta de operatividad de los centros de salud
Educación		Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio debido a la masa de lodo Afección a las escuelas en la zona indígena por deslizamientos
Recurso hídrico		Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento Posible corte de suministro por daño directo a infraestructuras de abastecimiento
Áreas protegidas	Territorios indígenas	Afección sobre la biodiversidad y sobre la población indígena que vive en dichos territorios

Fuente: IDOM-CPSU (2022) (2021).

Como se ha incluido en el apartado 5.1.3, los distintos desastres 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, en un esfuerzo interinstitucional con CNE y MAG.

En la siguiente tabla se recogen de forma desglosada estos costes, siendo el monto total superior a **noventa y dos millones de dólares (USD)**. De entre todos los costes, son notables los asociados a los deslizamientos y los que no están asociados a ningún tipo de evento concreto en la información de MIDEPLAN. Por otro lado, es destacable que los costes por daños a vías son los más significativos, siendo los de equipamientos de salud y educación los menos afectados por estos.

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

Tipo de evento	Daños (\$)							
	Vivienda	Agropecuario	Vías	Ferrovías	Puentes	Salud	Educación	TOTAL
Deslizamiento	-	-	39.910.546,23	-	52.247,23	90.841,79	-	40.053.635,30
Aumento de caudal	-	-	-	-	3.257.466,88	-	-	3.257.466,88
Inundación	-	-	471.584,74	-	2.025.987,05	-	-	2.497.571,79
-	1.942.857,01	19.620.342,95	11.596.234,17	462.389,26	10.907.966,91	-	41.060,17	44.570.850,50
TOTAL	1.942.857,01	19.620.342,95	54.148.897,06	462.389,26	16.243.668,07	90.841,79	41.060,17	92.550.056,30

Fuente: IDOM-CPSU (2022) a partir de base de datos de MIDEPLAN (2021).

5.5.2 Déficit de lluvias

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

Como es de esperar, el sector primario puede sufrir las consecuencias en su producción, ya que uno de los cultivos es el café con un 32% de la superficie del cantón destinado a este. Aunque el sector primario no es el principal motor económico, puesto que esa posición la ocupa el sector terciario o servicios, los períodos de sequía afectan al desarrollo socioeconómico de forma directa e indirecta.

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

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

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

- Un aumento en la intensidad y variabilidad de las precipitaciones, concentrándose lluvias intensas en periodos cortos, aumentará los riesgos de escasez hídrica en el resto de los periodos.

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

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

La disponibilidad de recursos hídricos de una determinada zona no solo depende del régimen de precipitaciones, sino también de otras variables de contexto, como por ejemplo: usos del suelo, cubiertas vegetales, geología, litología, y otras variables climáticas (radiación solar, velocidad de viento, humedad relativa, etc.). Si bien las proyecciones de cambio climático analizadas para Costa Rica no pronostican una variación significativa del promedio anual de las precipitaciones, con respecto del periodo histórico, es difícil determinar si un posible cambio en la estacionalidad o las intensidades producirán efectos de una magnitud diferente sobre los recursos hídricos disponibles. Para ello debiera realizarse un estudio específico, en el que se implementase un modelo hidrológico, que relacionase entre sí todas las variables que determinan la disponibilidad del recurso hídrico, de manera tanto superficial como subterránea. Dicho estudio queda fuera del alcance del presente Plan de Acción, y por tanto este aspecto no será incluido en la cadena de impacto que a continuación se presenta. A pesar de ello, cabe señalar que las ASADAS y el acueducto municipal también se pueden ver afectadas por las sequías.

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

Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las sequías

Áreas de acción	Receptor	Potenciales impactos
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de áreas de cultivo
		Pérdida de productividad agrícola por limitaciones con el abastecimiento de agua
		Posible impacto económico por limitaciones en abastecimiento de agua para riego
	Pecuario	Expansión de frontera agrícola e invasión de zonas naturales
		Sobreexplotación de agua subterránea
		Posible pérdida de áreas de pastoreo
Áreas protegidas	Humedales Territorios indígenas Áreas naturales	Posible pérdida de productividad por reducción de abastecimiento de agua e impacto económico asociado
		Sobreexplotación de agua subterránea
		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 (2022) (2021).

5.5.3 Altas temperaturas

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

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

En cuanto a las edificaciones, aumentará la demanda de sistemas de refrigeración lo que implica un aumento del consumo energético y que las diferencias por nivel socioeconómico, en ocasiones marcadas por el género o la etnia, también sean más acuciantes. En la siguiente tabla se recoge la cadena de impacto al respecto de esta amenaza, donde se muestra la relación entre áreas de acción, receptores y los impactos potenciales sobre estos. Cabe señalar que, aunque en esta ocasión no se ha analizado el receptor de recurso hídrico, las ASADAS también se pueden ver afectadas por las sequías de manera significativa.

Tabla 17. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor

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

Fuente: IDOM-CPSU (2022) (2021).

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

5.5.4 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 más vulnerables, teniendo en consideración que han sido históricamente excluidas debido a desigualdades sociales preexistentes, pero que representan un rol clave para la implementación y éxito de las medidas de adaptación y políticas de sostenibilidad.

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

En el presente apartado se resumen los principales impactos indirectos del cambio climático sobre las principales poblaciones vulnerables identificadas: mujeres, niñas, niños y

adolescentes, personas adultas mayores, pueblos indígenas, migrantes y comunidades campesinas.

Tabla 18. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático

Poblaciones vulnerables	Potenciales impactos indirectos del cambio climático
Mujeres	<p>El trabajo doméstico y de cuidados no remunerado se incrementa</p> <p>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 de las mujeres en la mayoría de los órganos de decisión</p> <p>Probabilidad de vivir violencia de género al depender económicamente de los hombres</p> <p>Menor acceso de mujeres a actividades productivas fuera del hogar</p>
Niñas, niños y adolescentes	<p>Aumento de enfermedades gastrointestinales y otras asociadas con la falta de saneamiento</p> <p>Desnutrición infantil y aumento de enfermedades asociadas</p> <p>Afectación en la calidad y esperanza de vida</p> <p>Se paralizan las actividades escolares</p> <p>Deserción escolar por el incremento del trabajo de subsistencia, así como doméstico y de cuidados no remunerado</p> <p>Reforzamiento de roles de género desde edades tempranas</p>
Persona adulta mayor	<p>Mayores riesgos para la salud debido a cargas de trabajo excesivas</p> <p>Menor capacidad de subsistencia e inseguridad alimentaria</p> <p>Incapacidad para superar condiciones de pobreza</p> <p>Afectación en la calidad y esperanza de vida</p>
Pueblos indígenas	<p>Incremento de conflictos sociales</p> <p>Daño a infraestructura natural ancestral y pérdida de saber ancestral</p> <p>Reforzamiento de estereotipos de género, desigualdades sociales y brechas económicas, sociales y políticas</p> <p>Menor capacidad para superar condiciones de pobreza e incapacidad de asegurar la subsistencia familiar</p> <p>Afectación a los ingresos y seguridad alimentaria por pérdida de productividad agropecuaria. Desarrollo de enfermedades asociadas</p> <p>Incremento de conflictos socio – ambientales</p> <p>Baja atención sanitaria médica básica y de emergencia</p>
Migrantes	<p>Migración a tempranas edades evitando la continuidad en la escuela y en los planes de vida</p> <p>Migración en búsqueda de mayores oportunidades por pérdida de productividad</p> <p>Migración de pueblos indígenas u originarios en la búsqueda del recurso</p>
Comunidades campesinas	<p>Afectación a la seguridad alimentaria por pérdida de cultivos</p> <p>Reforzamiento de estereotipos de género, desigualdades sociales y brechas económicas, sociales y políticas</p> <p>Enfermedades y problemas de salud por peligros asociados al cambio climático</p> <p>Afectación de los ingresos económicos de los miembros de las comunidades por pérdida de productividad agropecuaria</p> <p>Pérdida de empleo y migración temporal</p> <p>Baja atención sanitaria médica básica y de emergencia</p>

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

5.6 Exposición y vulnerabilidad

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

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

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

Igualmente, se ofrecen algunos resultados significativos del análisis de vulnerabilidad desarrollado por cada receptor. La representación en forma de mapa solo se ha realizado para dos de ellos, población y hábitat urbano, a modo de ejemplo. Cabe recordar que toda la información cartográfica se recopilará en una geodatabase donde estarán incluidos todas las áreas de acción.

Tabla 19. Indicadores de análisis de las amenazas

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

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
					Principal fuente de agua	Censo Agropecuario	Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA
							Media	Otras
							Alta	Cosecha de agua / pozo / manantial / río
Infraestructuras	Vías	Deslizamientos Inundaciones	Red Vial s	MOPT	Tipo de vía	MOPT	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Camino s / Vereda / Camino s de tierra
	Ferrovías		Red ferroviaria	Tipo de ferrovía	IGN	Baja	-	
						Media	Ferrovías	
						Alta	-	
	Puentes		Puentes	Tipo de puente	IGN	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas	
						Media	Vías cantonales / Centro urbano	
						Alta	Camino s / Vereda / Camino s de tierra	
Equipamientos	Salud	Deslizamientos Inundaciones	Hospitales	IGN	Número de camas	ATLAS CR 2014	Baja	0-100
							Media	100-200 / ND
							Alta	>200
	Educación		Centros educativos	MEP	Tipo de centro educativo	MEP	Baja	Colegio virtual
							Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria

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

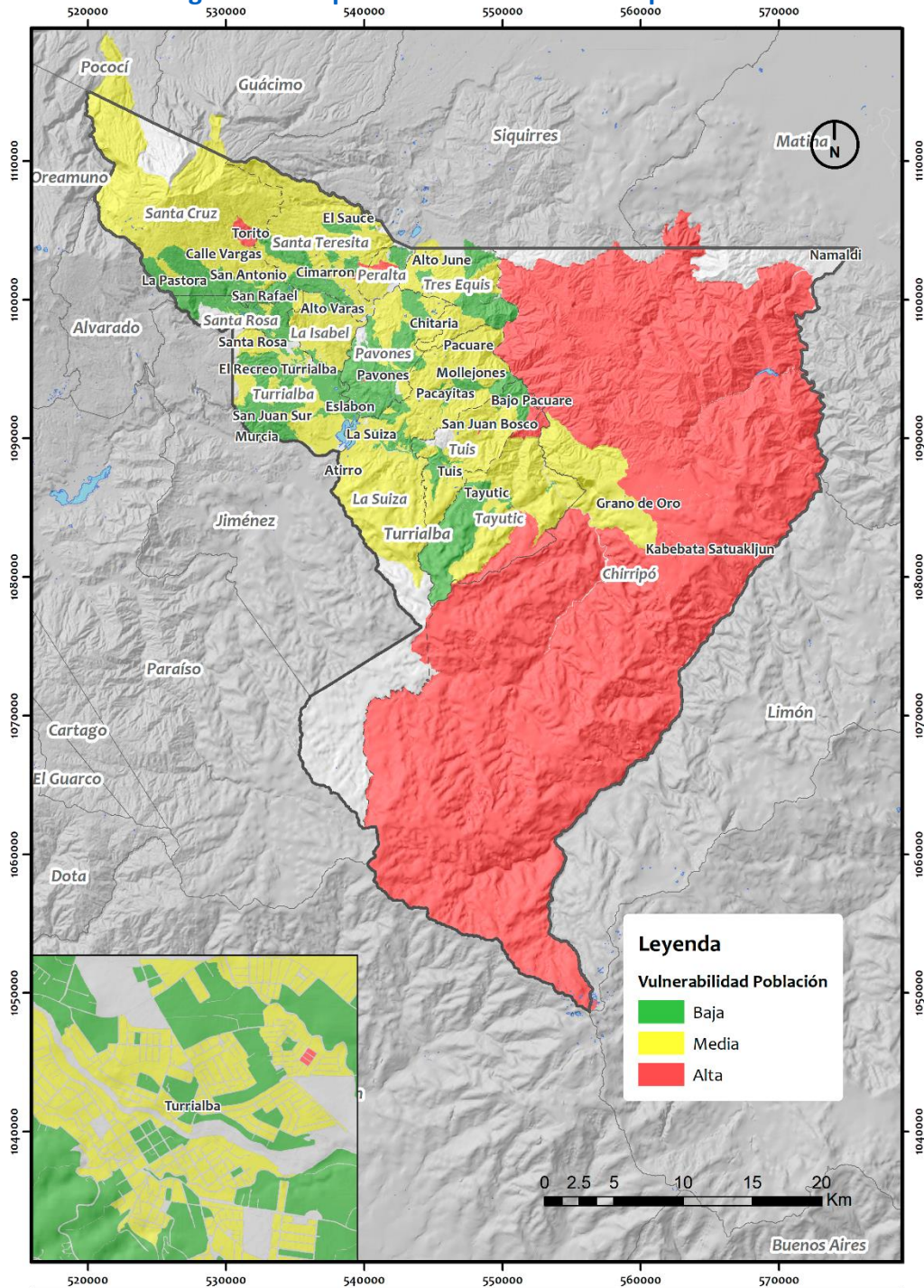
Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Los siguientes mapas (Figura 14 y Figura 15) representan la vulnerabilidad de los receptores de población y hábitat urbano del cantón de Turrialba.

En general, en toda la extensión del cantón de Turrialba la vulnerabilidad de la población (Figura 14) es principalmente media y baja, a excepción del distrito de Chirripó, que presenta valores altos. En la zona urbana del distrito de Turrialba esto se debe a que, aunque su densidad poblacional es alta (por encima de los 100 hab/ha ya que cuenta con el 38% de la población de todo el cantón), tiene un porcentaje relativamente bajo de población con necesidades básicas insatisfechas, por ello solo hay cuatro edificaciones con una vulnerabilidad alta. Sin embargo, en la zona rural como en el distrito de Chirripó ocurre lo contrario, la combinación de densidades poblacionales muy bajas con necesidades básicas insatisfechas más altas y un porcentaje de población mayor de 60 años más elevado que en la zona urbana, ocasionan de nuevo una vulnerabilidad media de la población en la zona rural.

Si atendemos al mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano (Figura 15), la dinámica es similar al de población, siendo más acentuada la baja vulnerabilidad de las zonas más urbanas. Se aprecia como la zona rural tiene en general una vulnerabilidad alta asociada a un alto porcentaje de viviendas en estado malo y hacinamiento en dormitorios. Sin embargo, la zona urbana de Turrialba tiene una mayor densidad de viviendas, pero unas mejores condiciones de habitabilidad, por lo que su vulnerabilidad es en general baja o media.

Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de la población



Mapa de vulnerabilidad de la población

Sistema de coordenadas: IDOM
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

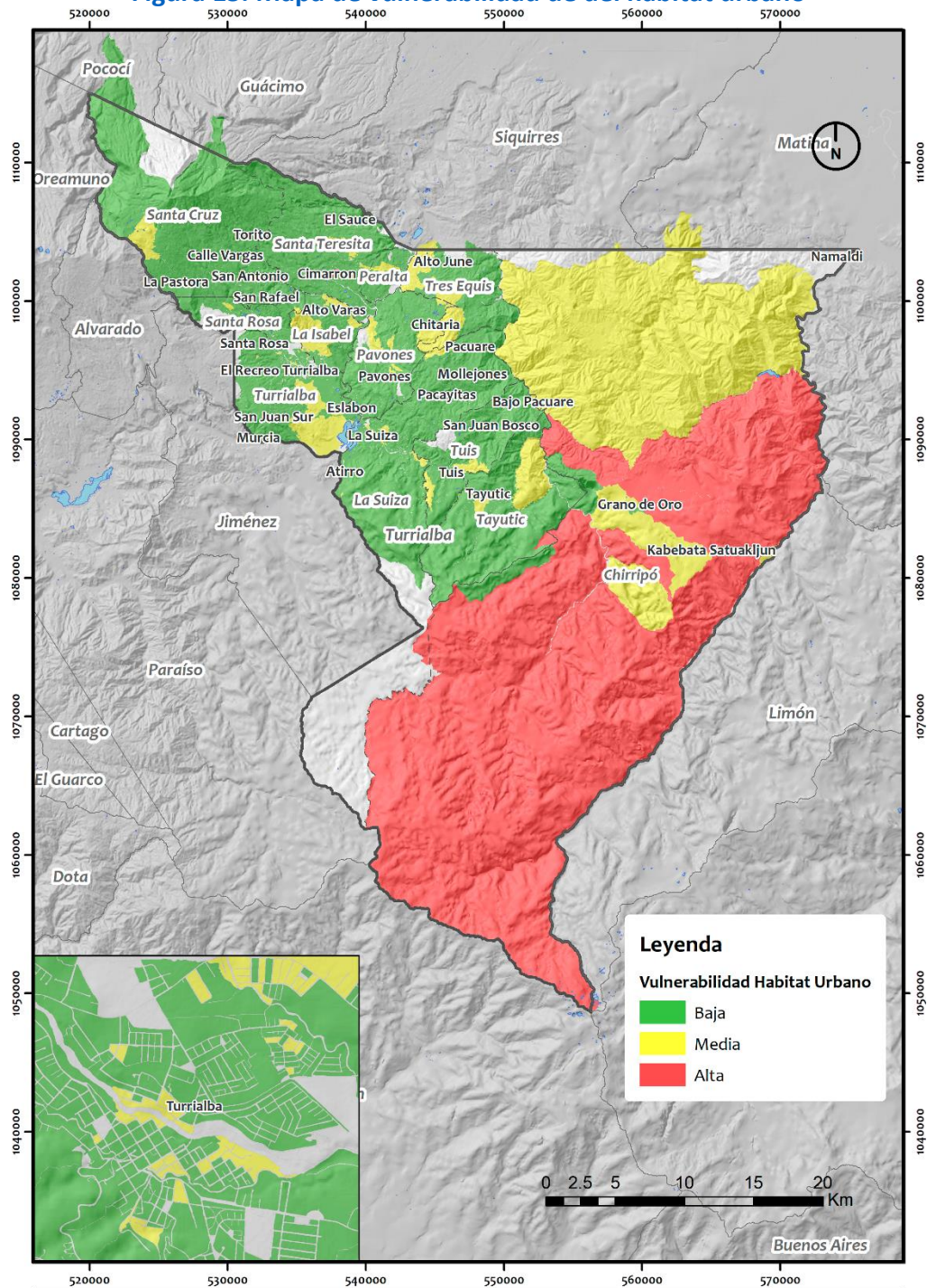
Diseño: IDOM

Fuente de Datos: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Fecha: Mayo 2022

Logos: IDOM, MINA E (Ministerio del Medio Ambiente y Energía), DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO, ONU (programa para el medio ambiente), GREEN CLIMATE FUND, Fundcooperación, PLAN (TERRITORIOS RESILIENTES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO), COLOMBIA (CORPORACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL CARIBE)

Figura 15. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano



Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



5.7 Caracterización y clasificación 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 12. Allí se mencionó que el riesgo climático es el resultado de la coincidencia en el espacio/tiempo de tres componentes:

- **Amenaza** definida por su peligrosidad bajo distintos escenarios y horizontes temporales.
- **Exposición** de un receptor concreto en relación con la peligrosidad analizada.
- **Vulnerabilidad** determinada por la sensibilidad y capacidad adaptativa del receptor considerado en relación con la amenaza analizada.

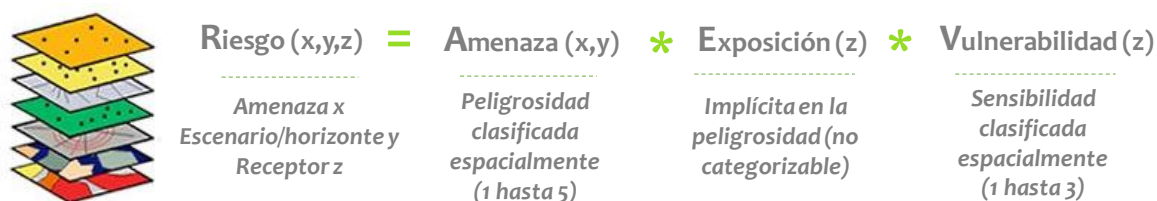
Las amenazas climáticas consideradas han sido inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor. En el apartado 5.4 se ha caracterizado su peligrosidad para los escenarios climáticos RCP 4.5 (escenario intermedio) y RCP 8.5 (escenario pesimista), y para los horizontes temporales futuros cercano (2015-2045) 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 5.6. La capacidad adaptativa se ha tratado a escala municipal (ver apartado 5.8), 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 16. Composición espacial del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Los resultados obtenidos al completo, así como el conjunto de archivos de trabajo y auxiliares que han soportado el análisis realizado con el apoyo de herramientas GIS se entregan como adjunto al presente informe a la municipalidad. Además, se incluye un Anexo 1 con el detalle de la metodología de geoprocésamiento 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.

5.7.1 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. En la Tabla 20 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. Así mismo, en las figuras (Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para el período de referencia y los escenarios RCP 4.5 (horizonte 2015-2045) y RCP 4.5 (horizonte 2045-2075), ya que como se puede ver en la tabla anterior son coincidentes.

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

En el caso de la población, analizada en función de la correspondencia entre UGM y edificaciones, alrededor del 25% de estas presentan un riesgo medio-alto y alto. A nivel distrital, Turrialba tiene más del 5%, seguido por Chirripó, La Suiza y Santa Teresita con valores alrededor del 3% y el resto de los distritos, en menor proporción.

Del 25% de la población que se encuentra en riesgo medio alto y alto, más del 40% son mujeres y alrededor del 50% son vulnerables en cuanto a su edad (inferior a 18 años y superior a 65 años). En cuanto a la población considerada indígena, aproximadamente el 17% se encuentra en estos niveles de riesgo. La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 5.5.4, 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.

En cuanto al resto de receptores, la mayoría de sus elementos se ubican en las categorías de riesgo medio y bajo, a excepción de los dos aeródromos que poseen valores de riesgo medio alto y alto. Igualmente, aproximadamente el 28% de las vías se encuentran en zonas de riesgo medio-alto y alto. Así mismo, el 55% del acueducto municipal se encuentra con riesgo medio-alto.

En las Figura 17 y Figura 19 se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales.

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

En el caso de la población, analizada en función de la correspondencia entre UGM y edificaciones, más del 29% de estas presentan un riesgo medio alto y alto, un porcentaje ligeramente superior al período de referencia (1975-2005) y a escenarios más favorables (RCP 4.5). A nivel distrital, Chirripó supone casi el 8%, seguido por Turrialba, que junto al resto de distritos mantiene valores muy similares en todos los escenarios, respecto a la población que se encuentra en estos rangos de riesgo.

Del 29% de la población que se encuentra en riesgo medio alto y alto, más del 40% son mujeres y alrededor del 55% son vulnerables en cuanto a su edad (inferior a 18 años y superior a 65 años). En relación con la población considerada indígena, aproximadamente el 17% se encuentra en estos niveles de riesgo. En este caso, son valores muy parecidos al resto de escenarios analizados.

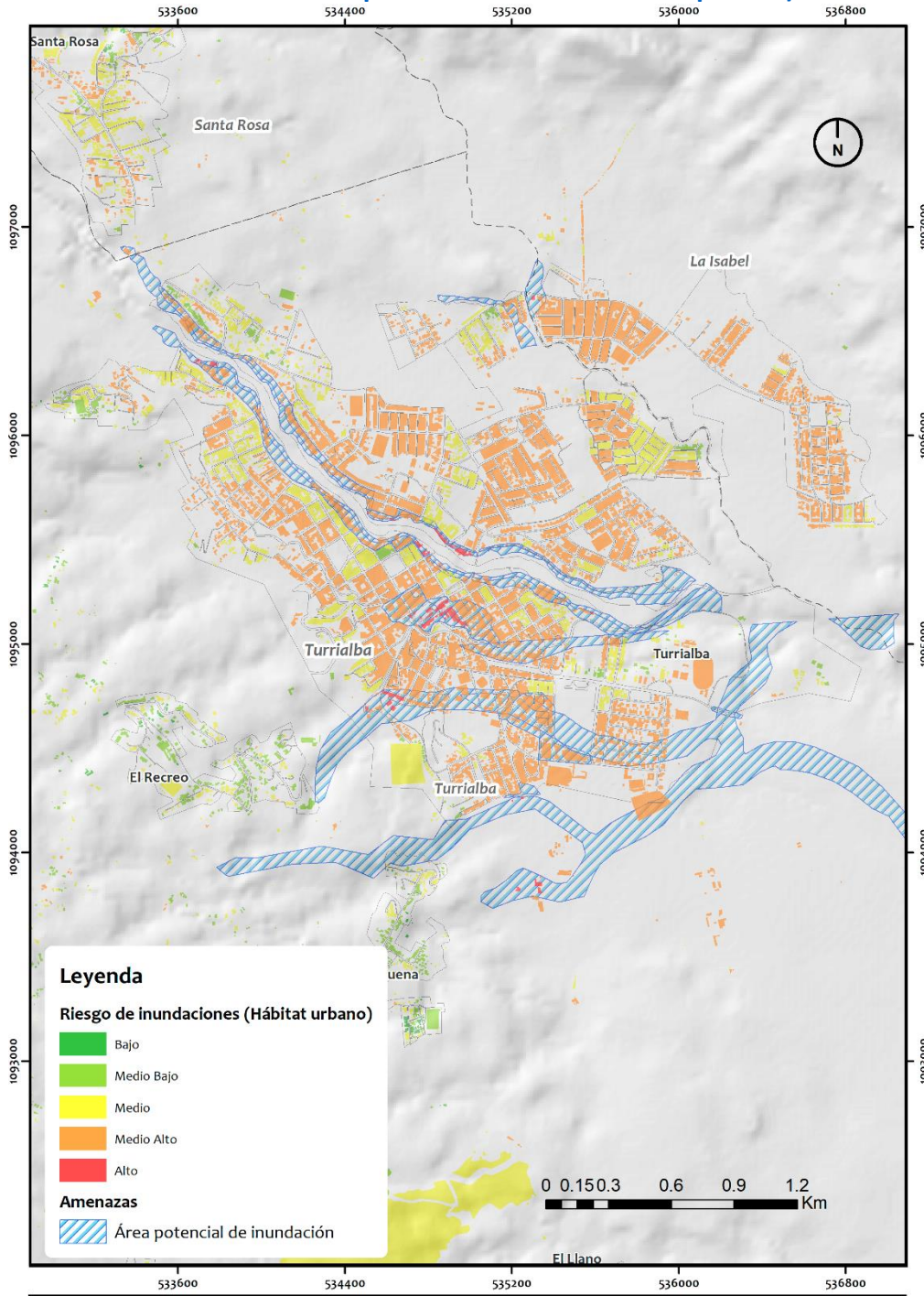
En cuanto al resto de receptores, la mayoría de sus elementos se ubican en este caso en las categorías de riesgo medio alto y alto y no tienen cambios significativos respecto a su período de referencia. Destacan los territorios indígenas, ya que respecto a los otros escenarios más favorables donde la superficie en estos niveles de riesgo no llegaba al 20%, en los escenarios RCP 8.5 en ambos horizontes temporales, alcanza casi el 54%.

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

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Agropecuario		Aeródromos		Vías		Ferrovías		Puentes		Salud		Educación		Recurso hídrico (ASADAS)		Recurso hídrico (Acueducto)		Territorios indígenas	
		nº edific	%	nº edific	%	nº	%	nº	%	ha	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	km	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	2.462,00	8,97	2.622,00	9,55	615,00	17,62	0,00	0,00	49,36	11,13	3,96	14,84	20,00	8,55	0,00	0,00	15,00	11,72	10,00	15,87	1.02	1.23	375,11	0,74
	medio-bajo	8.409,00	30,64	8.507,00	31,00	1.199,00	34,36	0,00	0,00	134,99	30,44	8,36	31,33	101,00	43,16	0,00	0,00	35,00	27,34	21,00	33,33	6.16	7.45	22.424,20	44,09
	medio	9.597,00	34,97	9.528,00	34,72	1.052,00	30,14	0,00	0,00	134,33	30,29	5,71	21,42	81,00	34,62	1,00	100,00	45,00	35,16	17,00	26,98	21.77	26.35	18.281,80	35,94
	medio-alto	6.172,00	22,49	6.313,00	23,00	559,00	16,02	1,00	50,00	114,67	25,85	4,22	15,81	32,00	13,68	0,00	0,00	30,00	23,44	14,00	22,22	45.50	55.07	7.178,09	14,11
	alto	806,00	2,94	476,00	1,73	65,00	1,86	1,00	50,00	10,17	2,29	4,43	16,60	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,34	1,00	1,59	8.18	9.90	2.606,09	5,12
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	2.462,00	8,97	2.622,00	9,55	615,00	17,62	0,00	0,00	49,36	11,13	3,96	14,84	20,00	8,55	0,00	0,00	15,00	11,72	10,00	15,87	1.02	1.23	375,11	0,74
	medio-bajo	8.409,00	30,64	8.507,00	31,00	1.199,00	34,36	0,00	0,00	134,99	30,44	8,36	31,33	101,00	43,16	0,00	0,00	35,00	27,34	21,00	33,33	6.16	7.45	22.424,20	44,09
	medio	9.597,00	34,97	9.528,00	34,72	1.052,00	30,14	0,00	0,00	134,33	30,29	5,71	21,42	81,00	34,62	1,00	100,00	45,00	35,16	17,00	26,98	21.77	26.35	18.281,80	35,94
	medio-alto	6.172,00	22,49	6.313,00	23,00	559,00	16,02	1,00	50,00	114,67	25,85	4,22	15,81	32,00	13,68	0,00	0,00	30,00	23,44	14,00	22,22	45.50	55.07	7.178,09	14,11
	alto	806,00	2,94	476,00	1,73	65,00	1,86	1,00	50,00	10,17	2,29	4,43	16,60	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,34	1,00	1,59	8.18	9.90	2.606,09	5,12
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	2.462,00	8,97	2.622,00	9,55	615,00	17,62	0,00	0,00	49,36	11,13	3,96	14,84	20,00	8,55	0,00	0,00	15,00	11,72	10,00	15,87	1.02	1.23	375,11	0,74
	medio-bajo	8.409,00	30,64	8.507,00	31,00	1.199,00	34,36	0,00	0,00	134,99	30,44	8,36	31,33	101,00	43,16	0,00	0,00	35,00	27,34	21,00	33,33	6.16	7.45	22.424,20	44,09
	medio	9.597,00	34,97	9.528,00	34,72	1.052,00	30,14	0,00	0,00	134,33	30,29	5,71	21,42	81,00	34,62	1,00	100,00	45,00	35,16	17,00	26,98	21.77	26.35	18.281,80	35,94
	medio-alto	6.172,00	22,49	6.313,00	23,00	559,00	16,02	1,00	50,00	114,67	25,85	4,22	15,81	32,00	13,68	0,00	0,00	30,00	23,44	14,00	22,22	45.50	55.07	7.178,09	14,11
	alto	806,00	2,94	476,00	1,73	65,00	1,86	1,00	50,00	10,17	2,29	4,43	16,60	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,34	1,00	1,59	8.18	9.90	2.606,09	5,12
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	2.462,00	8,97	2.622,00	9,55	615,00	17,62	0,00	0,00	49,36	11,13	3,96	14,85	20,00	8,55	0,00	0,00	16,00	12,50	10,00	15,87	1.02	1.23	375,11	0,74
	medio	16.965,00	61,81	17.252,00	62,86	2.090,00	59,89	0,00	0,00	269,32	60,72	14,07	52,75	143,00	61,11	1,00	100,00	87,00	67,97	38,00	60,32	27.93	33.80	23.133,22	45,48
	medio-alto	7.213,00	26,28	7.096,00	25,85	720,00	20,63	1,00	50,00	114,67	25,85	4,22	15,82	71,00	30,34	0,00	0,00	39,00	30,47	14,00	22,22	45.50	55.07	24.750,87	48,66
	alto	806,00	2,94	476,00	1,73	65,00	1,86	1,00	50,00	10,17	2,29	4,43	16,61	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4,69	1,00	1,59	8.18	9.90	2.606,09	5,12
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	2.462,00	8,97	2.622,00	9,55	615,00	17,62	0,00	0,00	49,36	11,13	3,96	14,85	20,00	8,55	0,00	0,00	16,00	12,50	10,00	15,87	1.02	1.23	375,11	0,74
	medio	16.965,00	61,81	17.252,00	62,86	2.090,00	59,89	0,00	0,00	269,32	60,72	14,07	52,75	143,00	61,11	1,00	100,00	87,00	67,97	38,00	60,32	27.93	33.80	23.133,22	45,48
	medio-alto	7.213,00	26,28	7.096,00	25,85	720,00	20,63	1,00	50,00	114,67	25,85	4,22	15,82	71,00	30,34	0,00	0,00	39,00	30,47	14,00	22,22	45.50	55.07	24.750,87	48,66
	alto	806,00	2,94	476,00	1,73	65,00	1,86	1,00	50,00	10,17	2,29	4,43	16,61	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4,69	1,00	1,59	8.18	9.90	2.606,09	5,12

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

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



Mapa de riesgo de inundaciones (hábitat urbano)

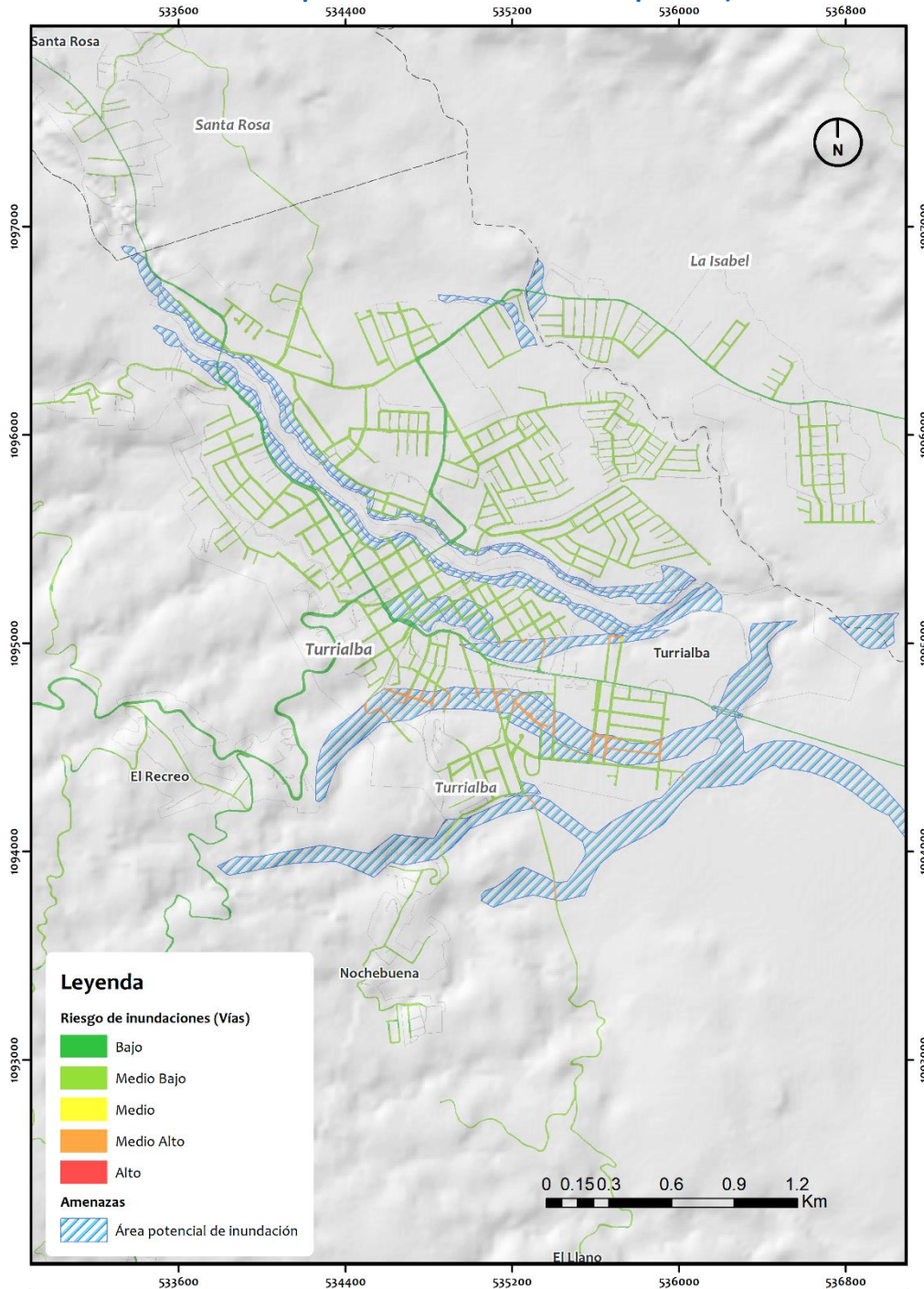
Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Diseño: **IDOM**

Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
Fecha: Mayo 2022

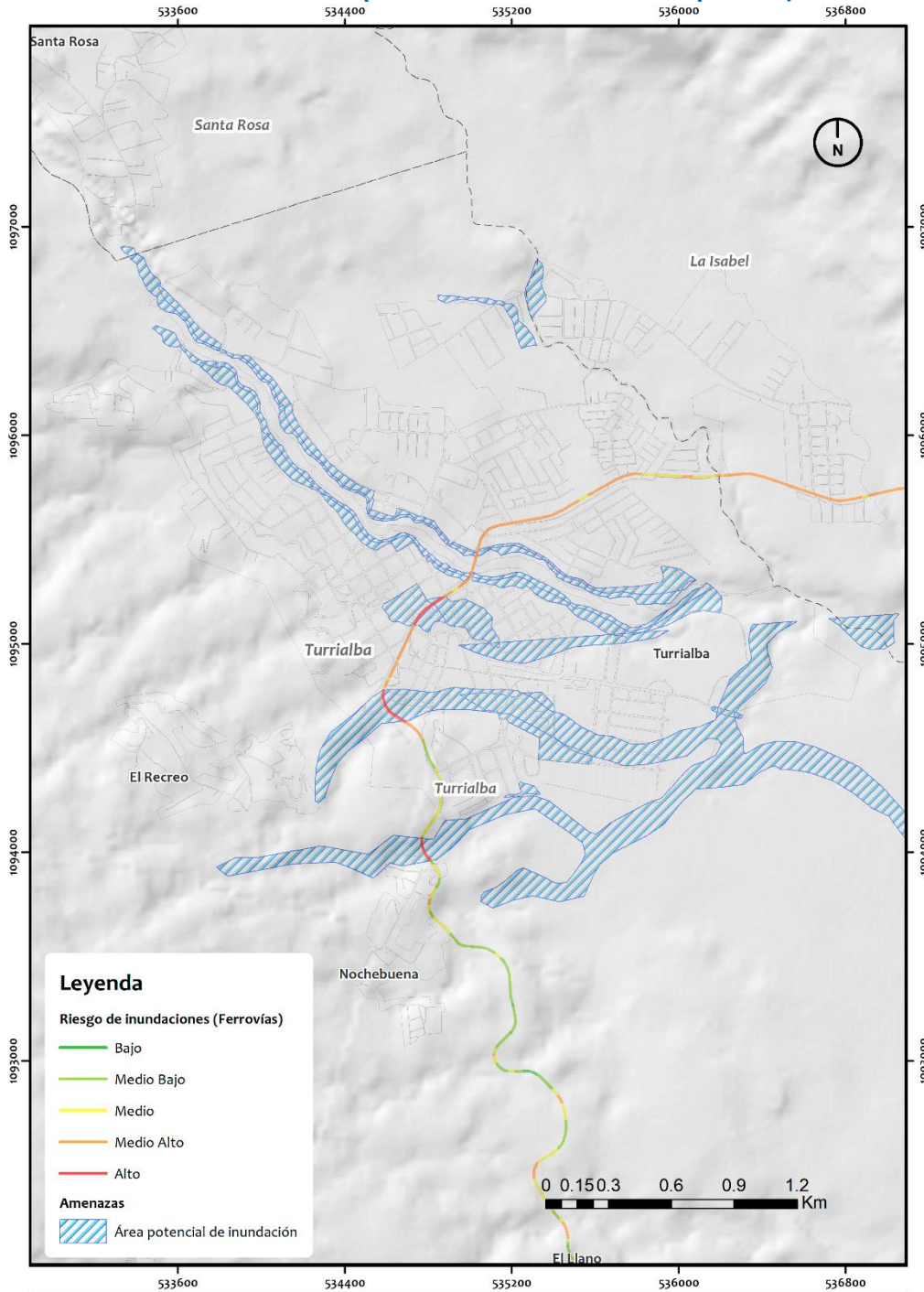


Figura 19. Mapa de riesgo de inundaciones sobre vías (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



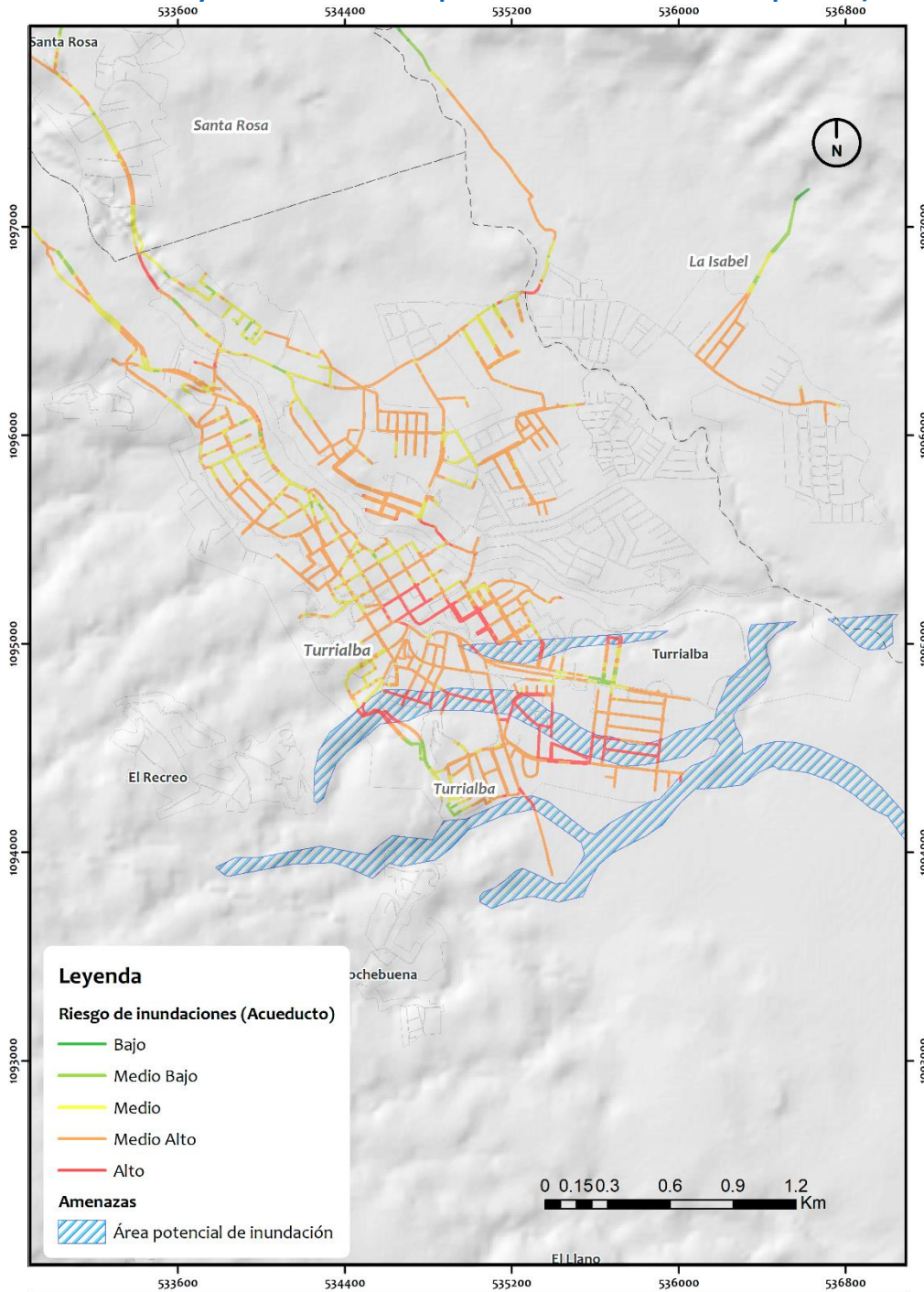
Mapa de riesgo de inundaciones (vías)		Diseño:			
Sistema de coordenadas Proyección: CRTM05 Datum: CRO5/WGS84					
Fuente de Datos: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Comisión Nacional de Emergencias (CNE)					
Fecha: Mayo 2022					

Figura 20. Mapa de riesgo de inundaciones sobre ferrovías (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



Mapa de riesgo de inundaciones (ferrovías)		Diseño:			
Sistema de coordenadas Proyección: CRTM05 Datum: CRO5/WGS84					
Fuente de Datos: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Comisión Nacional de Emergencias (CNE)					
Fecha: Mayo 2022					

Figura 21. Mapa de riesgo de inundaciones sobre acueducto municipal (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



Mapa de cubierta del suelo 2020

Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
Municipalidad de Turrialba
Comisión Nacional de Emergencias (CNE)

Fecha: Mayo 2022

Diseño:



5.7.2 Deslizamientos

En la Tabla 21. se recogen los resultados del riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios de cambio climático y los horizontes temporales. Del mismo modo, en las figuras (Figura 22, Figura 23) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para el período de referencia y los escenarios RCP 4.5 (horizonte 2015-2045) y RCP 4.5 (horizonte 2045-2075), ya que como se puede ver en la tabla anterior son coincidentes.

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

En el caso de la población y el hábitat urbano, alrededor del 53% se ubican en niveles de riesgo medio alto y alto. A nivel distrital, los distritos de Santa Cruz, Santa Teresita y Chirripó son los que mayor población aportan a ese total cantonal. Cabe destacar que en el distrito de Turrialba no se encuentra ninguna edificación en riesgo alto.

De ese 53%, alrededor del 42,5% son mujeres y algo más del 21% corresponde con población considerada indígena. La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 5.5.4, 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.

En la Figura 22 se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales.

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

En el caso de la población y el hábitat urbano, alrededor del 55% se ubican en niveles de riesgo medio alto y alto, un porcentaje algo superior a los otros escenarios analizados. A nivel distrital, los distritos de Chirripó y Santa Cruz son los que mayor población aportan a ese total cantonal. Cabe destacar, que al igual que en los otros escenarios, que en el distrito de Turrialba no se encuentra ninguna edificación en riesgo alto.

En estos escenarios los porcentajes de mujeres y población considerada indígena se han reducido ligeramente, ya que, en esta ocasión, de ese 55%, el 42,2% son mujeres y el 17,5% corresponde con la población indígena.

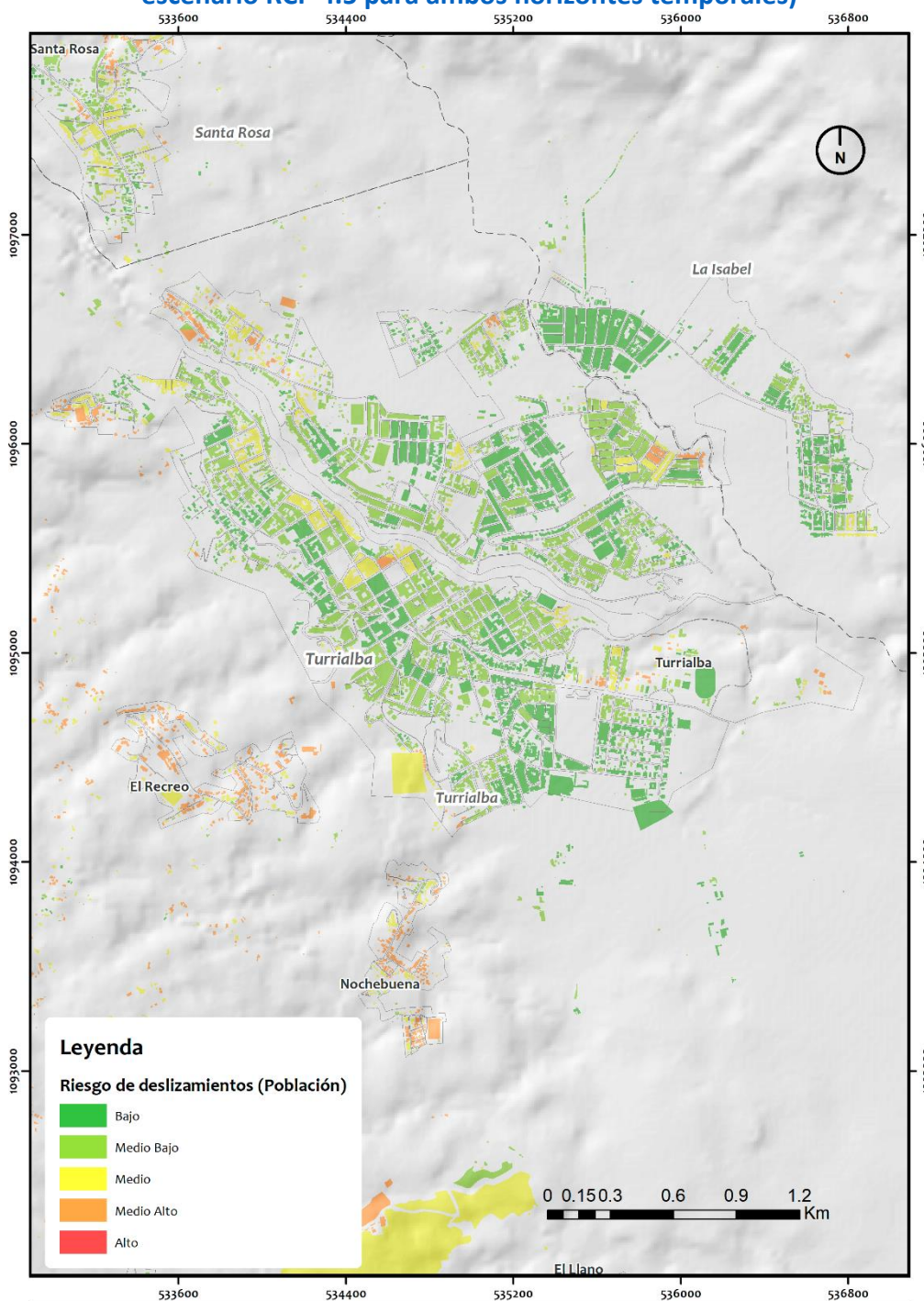
En cuanto al resto de sectores, destaca que la superficie de territorios indígenas en nivel medio alto pasa de casi un 12% a más de un 18% en este escenario. Por último, en el caso de los centros educativos también hay un aumento en su afectación, ya que con el escenario de emisiones más intensivo sobrepasa el 55% mientras que en el periodo de referencia rondaba el 48%.

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

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Aeródromos		Vías		Ferrovías		Puentes		Salud		Educación		Recurso hídrico (ASADAS)		Recurso hídrico (Acueducto Municipal)		Territorios indígenas	
		nº edific	%	nº edific	%	nº	%	ha	%	km	nº	%	%	nº	%	nº	%	nº	%	km	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	2.351,00	8,57	2.395,00	8,73	0,00	0,00	59,80	13,48	3,54	13,29	27,00	11,54	0,00	0,00	12,00	9,38	6,00	9,52	28,85	34,92	165,39	0,33
	medio-bajo	5.229,00	19,05	5.319,00	19,38	1,00	50,00	164,09	37,00	5,20	19,51	79,00	33,76	0,00	0,00	24,00	18,75	16,00	25,40	34,45	41,70	1.702,13	3,35
	medio	5.147,00	18,75	5.142,00	18,73	0,00	0,00	162,06	36,54	3,62	13,56	70,00	29,91	1,00	1,00	30,00	23,44	6,00	9,52	9,90	11,98	3.708,27	7,29
	medio-alto	10.987,00	40,03	12.763,00	46,50	1,00	50,00	28,82	6,50	9,23	34,59	48,00	20,51	0,00	0,00	49,00	38,28	29,00	46,03	6,49	7,85	5.949,61	11,70
	alto	3.732,00	13,60	1.827,00	6,66	0,00	0,00	28,74	6,48	5,08	19,05	10,00	4,27	0,00	0,00	13,00	10,16	6,00	9,52	2,94	3,55	39.339,90	77,34
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	2.351,00	8,57	2.395,00	8,73	0,00	0,00	59,80	13,48	3,54	13,29	27,00	11,54	0,00	0,00	12,00	9,38	6,00	9,52	28,85	34,92	165,39	0,33
	medio-bajo	5.229,00	19,05	5.319,00	19,38	1,00	50,00	164,09	37,00	5,20	19,51	79,00	33,76	0,00	0,00	24,00	18,75	16,00	25,40	34,45	41,70	1.702,13	3,35
	medio	5.147,00	18,75	5.142,00	18,73	0,00	0,00	162,06	36,54	3,62	13,56	70,00	29,91	1,00	100,00	30,00	23,44	6,00	9,52	9,90	11,98	3.708,27	7,29
	medio-alto	10.987,00	40,03	12.763,00	46,50	1,00	50,00	28,82	6,50	9,23	34,59	48,00	20,51	0,00	0,00	49,00	38,28	29,00	46,03	6,49	7,85	5.949,61	11,70
	alto	3.732,00	13,60	1.827,00	6,66	0,00	0,00	28,74	6,48	5,08	19,05	10,00	4,27	0,00	0,00	13,00	10,16	6,00	9,52	2,94	3,55	39.339,90	77,34
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	2.351,00	8,57	2.395,00	8,73	0,00	0,00	59,80	13,48	3,54	13,29	27,00	11,54	0,00	0,00	12,00	9,38	6,00	9,52	28,85	34,92	165,39	0,33
	medio-bajo	5.229,00	19,05	5.319,00	19,38	1,00	50,00	164,09	37,00	5,20	19,51	79,00	33,76	0,00	0,00	24,00	18,75	16,00	25,40	34,45	41,70	1.702,13	3,35
	medio	5.147,00	18,75	5.142,00	18,73	0,00	0,00	162,06	36,54	3,62	13,56	70,00	29,91	1,00	100,00	30,00	23,44	6,00	9,52	9,90	11,98	3.708,27	7,29
	medio-alto	10.987,00	40,03	12.763,00	46,50	1,00	50,00	28,82	6,50	9,23	34,59	48,00	20,51	0,00	0,00	49,00	38,28	29,00	46,03	6,49	7,85	5.949,61	11,70
	alto	3.732,00	13,60	1.827,00	6,66	0,00	0,00	28,74	6,48	5,08	19,05	10,00	4,27	0,00	0,00	13,00	10,16	6,00	9,52	2,94	3,55	39.339,90	77,34
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	2.351,00	8,57	2.395,00	8,73	0,00	0,00	59,80	13,48	3,54	13,27	27,00	11,54	0,00	0,00	17,00	13,28	6,00	9,52	28,85	34,92	165,39	0,33
	medio	9.983,00	36,37	10.202,00	37,17	1,00	50,00	326,14	73,54	8,82	33,07	131,00	55,98	1,00	100,00	60,00	46,88	22,00	34,92	44,35	53,68	2.144,73	4,22
	medio-alto	11.380,00	41,46	13.022,00	47,45	1,00	50,00	28,82	6,50	9,23	34,60	66,00	28,21	0,00	0,00	56,00	43,75	29,00	46,03	6,49	7,85	9.215,27	18,12
	alto	3.732,00	13,60	1.827,00	6,66	0,00	0,00	28,74	6,48	5,08	19,05	10,00	4,27	0,00	0,00	15,00	11,72	6,00	9,52	2,94	3,55	39.339,90	77,34
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	2.351,00	8,57	2.395,00	8,73	0,00	0,00	59,80	13,48	3,54	13,27	27,00	11,54	0,00	0,00	17,00	13,28	6,00	9,52	28,85	34,92	165,39	0,33
	medio	9.983,00	36,37	10.202,00	37,17	1,00	50,00	326,14	73,54	8,82	33,07	131,00	55,98	1,00	100,00	60,00	46,88	22,00	34,92	44,35	53,68	2.144,73	4,22
	medio-alto	11.380,00	41,46	13.022,00	47,45	1,00	50,00	28,82	6,50	9,23	34,60	66,00	28,21	0,00	0,00	56,00	43,75	29,00	46,03	6,49	7,85	9.215,27	18,12
	alto	3.732,00	13,60	1.827,00	6,66	0,00	0,00	28,74	6,48	5,08	19,05	10,00	4,27	0,00	0,00	15,00	11,72	6,00	9,52	2,94	3,55	39.339,90	77,34

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Figura 22. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



Mapa de riesgo de deslizamientos (población)

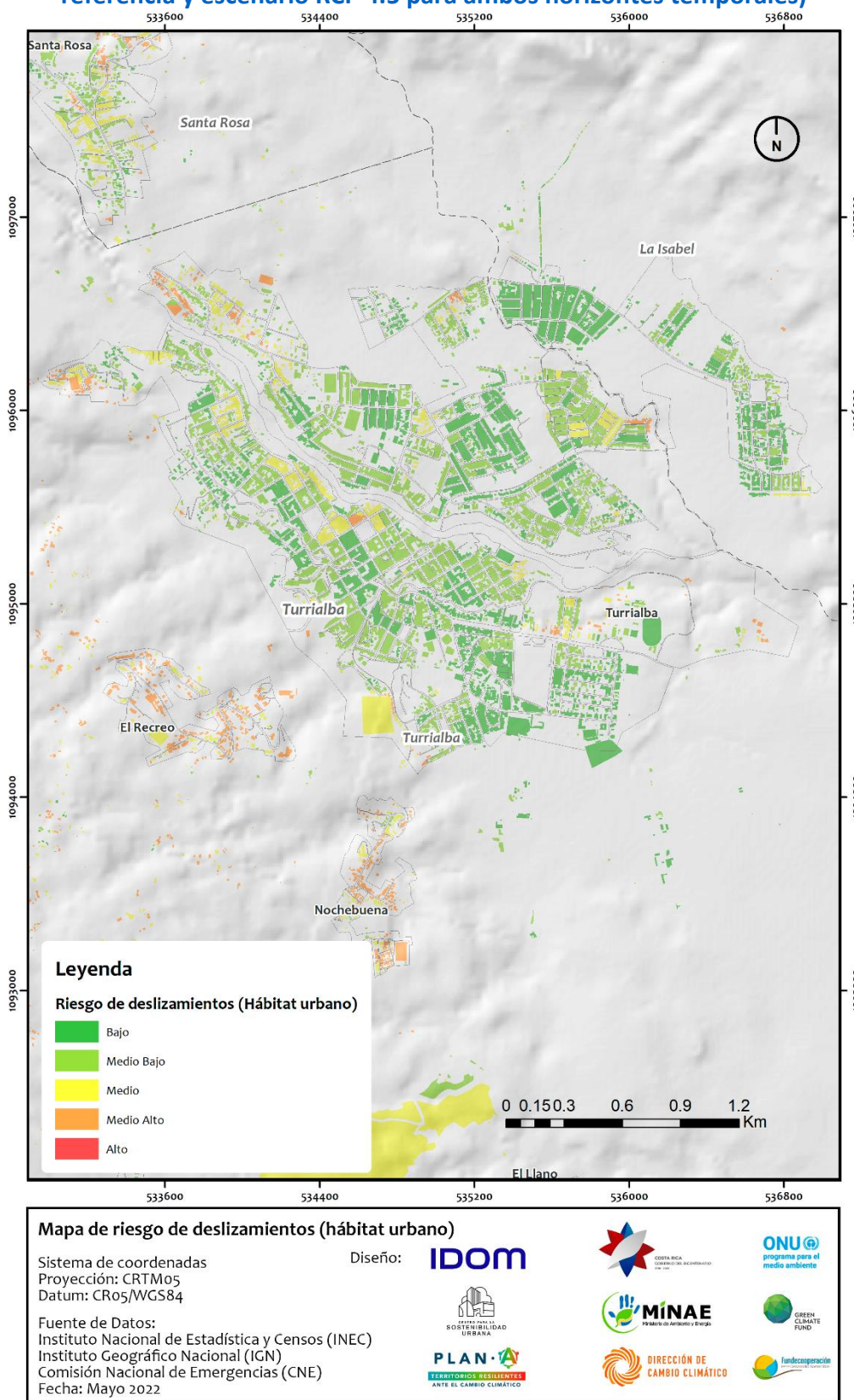
Sistema de coordenadas
Proyección: CRTM05
Datum: CRO5/WGS84

Diseño: **IDOM**

Fuente de Datos:
Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
Instituto Geográfico Nacional (IGN)
Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
Fecha: Mayo 2022



Figura 23. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre hábitat urbano (periodo de referencia y escenario RCP 4.5 para ambos horizontes temporales)



5.7.3 Sequía

Como se ha comentado en el apartado 5.1.3, el cantón ha registrado varios eventos de sequías en las últimas décadas.

Este riesgo afecta de forma notable a los cuatro receptores analizados, puesto que todos ellos se encuentran principalmente en riesgo medio alto y alto. Cabe destacar los humedales, puesto que más del 87% de los existentes en Turrialba están localizados en zonas con riesgo alto.

En cuanto al sector agropecuario, alrededor del 79% de los aprovechamientos están en riesgo medio alto y alto. Destacan los aprovechamientos de ganado vacuno (712 explotaciones), café (675 explotaciones), banano (395 explotaciones), caña de azúcar (206 explotaciones) y banano (127 explotaciones); estando el resto de las actividades, como cultivo de plátano o frijol, en menor proporción en estas zonas.

Tabla 22. 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

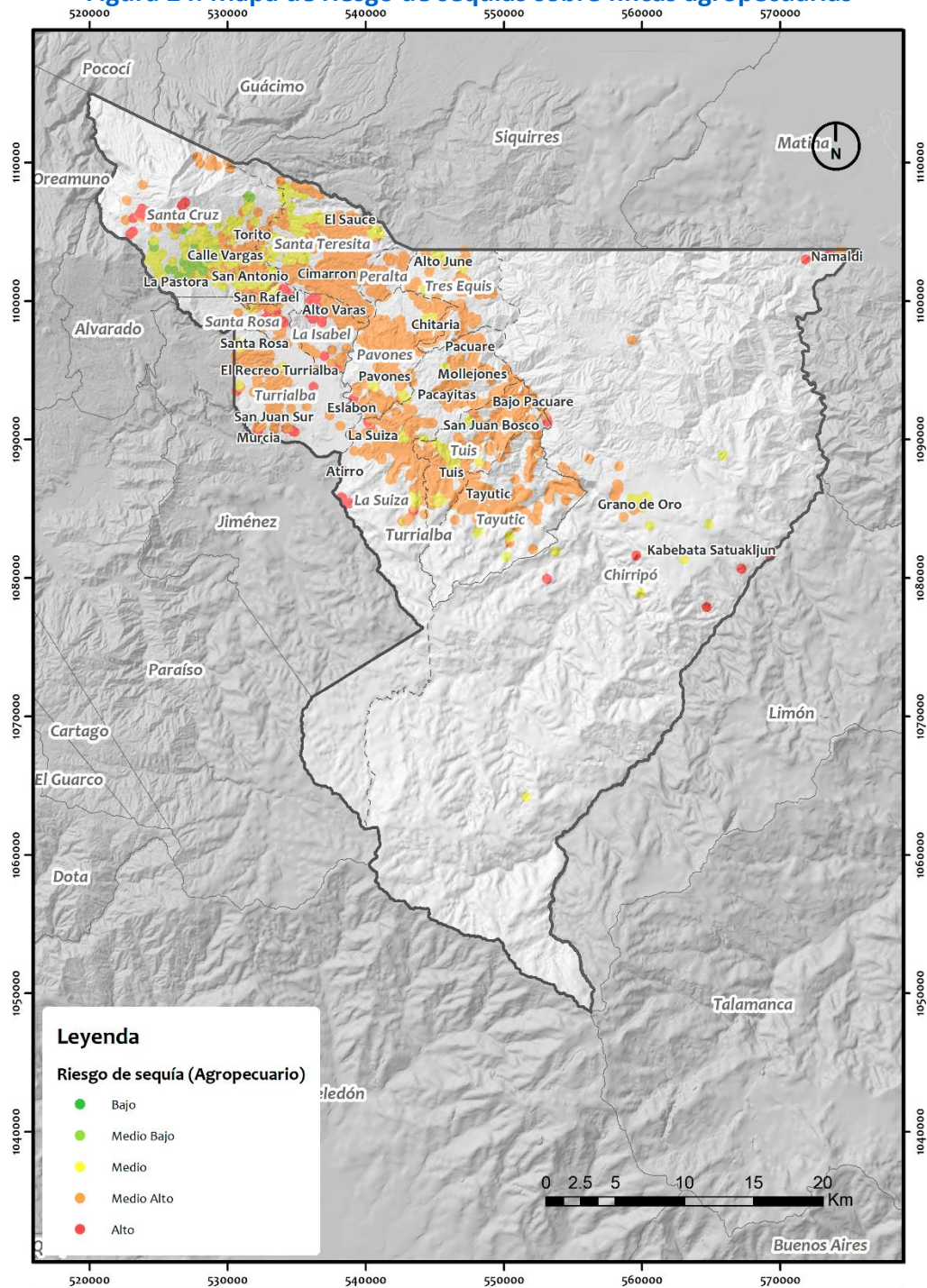
Escenario/Horizonte temporal (*)	Categoría de riesgo	Agropecuario		Áreas naturales		Humedales		Territorios indígenas	
		N.º fincas	%	ha	%	ha	%	ha	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	116,00	3,32	3.118,21	2,49	0,00	0,00	84,28	0,14
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045- 2075	medio	604,00	17,31	21.452,22	17,12	0,18	0,03	1.867,18	3,03
	medio-alto	2.534,00	72,61	59.065,51	47,14	87,99	12,48	13.522,56	21,93
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045- 2075	alto	236,00	6,76	41.652,23	33,24	617,11	87,50	46.194,29	74,91

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

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

En la siguiente figura (Figura 24) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de sequía sobre sector agropecuario, representado por las fincas (puntos) para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. En este mapa se aprecia como las fincas agropecuarias afectadas se encuentran principalmente en el occidente del cantón.

Figura 24. Mapa de riesgo de sequías sobre fincas agropecuarias



Mapa de riesgo de sequía (agropecuario)

Sistema de coordenadas: IDOM
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
 WorldClim

Fecha: Mayo 2022

5.7.4 Olas de calor

En la Tabla 23. 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.

En el caso de las olas de calor, los dos sectores analizados, población y hábitat urbano, están en su totalidad en las categorías de riesgo medio alto y alto.

Más del 60% de la población se localiza en zonas de riesgo alto. De las 24.861 personas que se corresponden con ese porcentaje, un 38% son mujeres (9.350) y más del 50% población vulnerable debido a su edad (inferior a 18 años y superior a 65 años).

Tabla 23. 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

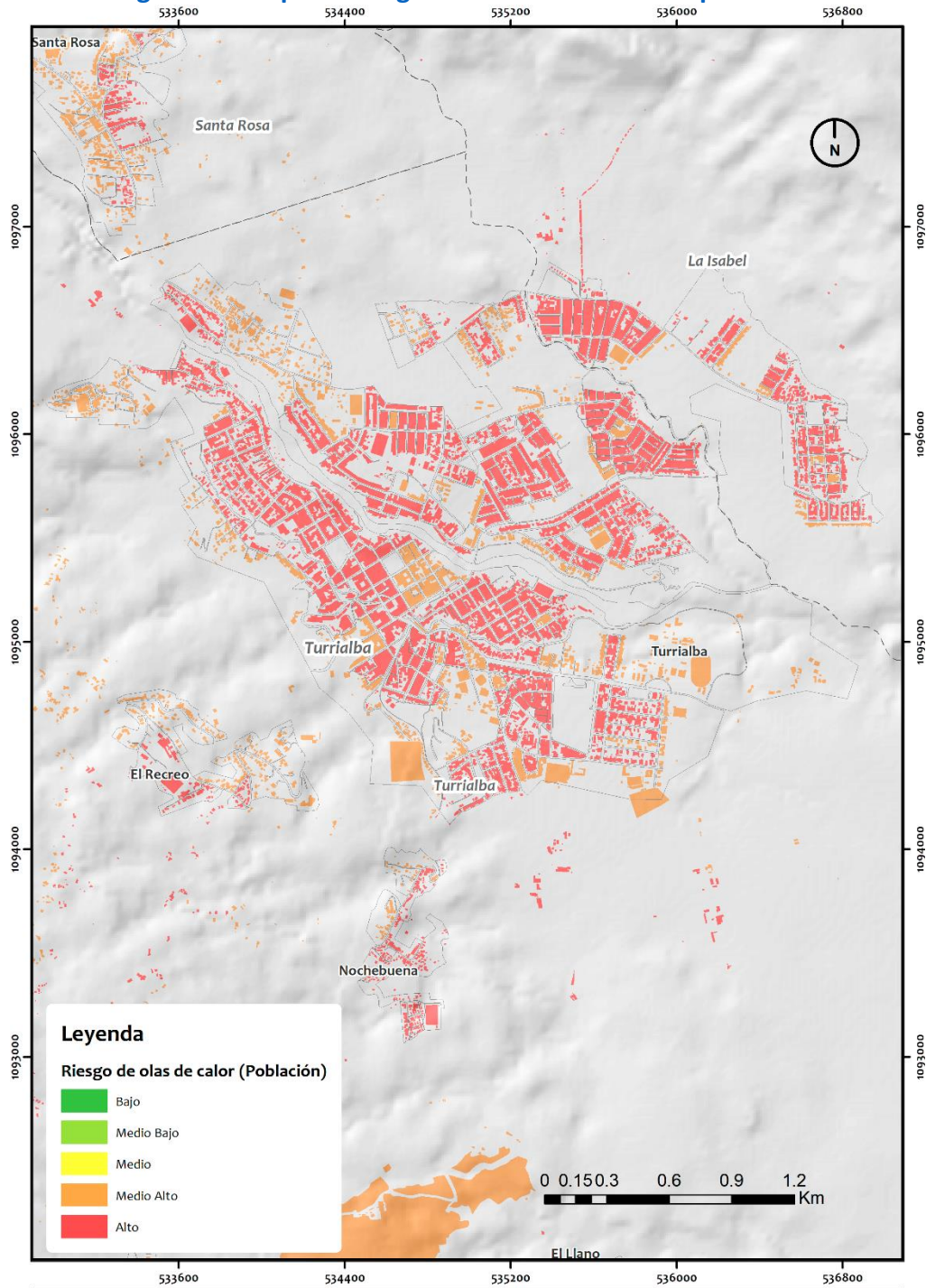
Escenario/Horizonte temporal (*)	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano	
		N.º edificios	%	N.º edificios	%
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075 ----- Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-alto	10.814,00	0,39	22.427,00	0,82
	alto	16.632,00	0,61	5.019,00	0,18

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

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

En las siguientes figuras (Figura 25, Figura 26) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de olas de calor de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. Se aprecia como la afectación al distrito de Turrialba es generalizada y con niveles altos para la población, y medio altos principalmente para el hábitat urbano.

Figura 25. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población



Mapa de riesgo de olas de calor (población)

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)
 WorldClim
 Fecha: Mayo 2022

Diseño:

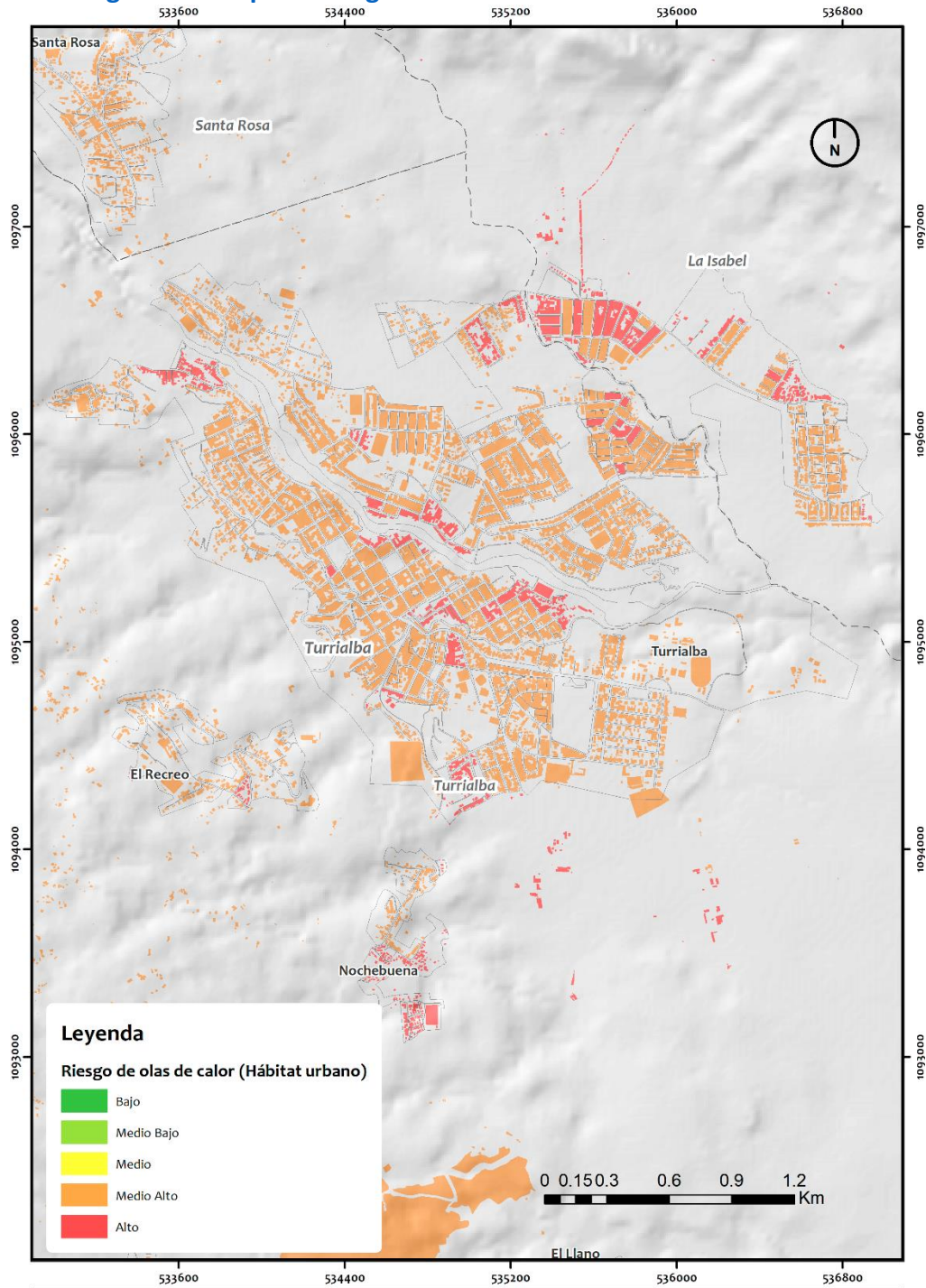
IDOM



ONU
 programa para el medio ambiente



Figura 26. Mapa de riesgo de olas de calor sobre hábitat urbano



Mapa de riesgo de olas de calor (hábitat urbano)

Sistema de coordenadas
 Proyección: CRTM05
 Datum: CRO5/WGS84

Fuente de Datos:
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
 Instituto Geográfico Nacional (IGN)
 WorldClim
 Fecha: Mayo 2022

Diseño: **IDOM**



ONU
 programa para el medio ambiente



5.8 Capacidad adaptativa actual

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

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

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

Se ha diferenciado por las dimensiones que componen los índices. El cómputo global es que el nivel de competitividad de Turrialba es bajo, ya que en el año 2016 se situaba en la posición 65 respecto al resto de cantones (Universidad de Costa Rica, 2017). En cuanto al desarrollo social, la situación es heterogénea en cuanto al desarrollo social de sus distritos. El distrito central cuenta con un nivel medio-alto, en el otro extremo se encuentran Pavones y Tres Equis con un nivel bajo (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2013). En su actualización del año 2017, Tres Equis y Santa Cruz cuentan con un nivel muy bajo, mientras que Pavones continua con un nivel bajo (MIDEPLAN, 2017) . Los principales problemas están en el área económica, en la participación social y en la parte educativa.

▪ **Pilar económico**

La valoración del pilar económico se considera baja. De las variables que se analizan destaca de forma positiva la tasa de crecimiento del consumo eléctrico total y las exportaciones totales por trabajador. En cuanto a los egresos municipales per cápita, se localizan en una posición 70 respecto al resto de cantones.

▪ **Pilar gobierno**

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

La valoración global es la segunda peor en relación con el resto de los pilares analizados, puesto que factores como los ingresos municipales per cápita, el número de evaluaciones de impacto ambiental por permiso de construcción o los días para conceder patentes comerciales se sitúan en posiciones muy alejadas de los primeros puestos del país.

▪ **Pilar infraestructura**

En relación con las infraestructuras, se trata de uno de los bloques con mejor valoración de los que componen el índice. Las viviendas de este cantón cuentan con niveles muy bajos de acceso a servicios básicos como agua potable o electricidad, una vez vista su posición respecto al resto de cantones. Por otro lado, la cobertura y calidad de red móvil 2G es buena.

▪ **Pilar clima empresarial y laboral**

Entre los conceptos analizados hay grandes diferencias, ya que mientras el grado de especialización, la población económicamente activa o las matrículas terciarias están mejor posicionadas; el resto de las variables como la cobertura de inglés en primaria o la tasa de crecimiento de empleo formal no lo están.

▪ **Pilar capacidad de innovación**

La capacidad de innovación se encuentra por un lado en el desarrollo de tecnología puntera y en la formación de los habitantes. En este caso, se trata de un bloque con mala posición global, pero que destaca de forma positiva en cuanto a la concentración de las exportaciones en alta tecnología.

▪ **Pilar calidad de vida**

Esta dimensión aglutina cuestiones relacionadas con la posición ambiental de la municipalidad, la tasa de mortalidad por distintas razones, las opciones de ocio o la seguridad. Estas variables ofrecen resultados muy dispares entre sí, y mientras el esfuerzo municipal en mitigación ambiental o la tasa de mortalidad por infecciones se sitúan alejados de los primeros cantones; la tasa de mortalidad por homicidios y el número de establecimientos de entretenimiento, ambas variables bien posicionadas, hacen que se traiga del bloque mejor valorado logrando una posición 36 respecto al resto del país.

En cuanto al IDH, este tiene un valor de 0,802, lo que sitúa al cantón de Turrialba en la posición 40 de un total de 82 cantones de Costa Rica, según el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2020⁷. En comparación con el valor del ICC, obtiene mejor resultado en el IDH, lo que es positivo ya que en los componentes más relacionados con la esperanza de vida se encuentra más reforzado.

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.

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

De todo ello se desprende que la capacidad adaptativa actual del cantón de Turrialba es aceptable, teniendo en cuenta que hay todavía un camino por recorrer en aras de mejorar algunos aspectos relevantes el acceso a servicios básicos (agua potable, electricidad, alcantarillado sanitario e internet) en algunas comunidades. Priorizar el bienestar socioeconómico de la población más vulnerable en el diseño e implementación de políticas públicas, con el fin de fortalecer su capacidad de respuesta y adaptación al cambio climático, se presenta fundamental.

6 Necesidades y oportunidades de adaptación

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

6.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática

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

Tal y como muestra la Figura 27, PNACC tiene tres ejes denominados “instrumentales”, que son las condiciones habilitantes para que se pueda avanzar en la acción en materia de adaptación, y otros tres ejes “sustantivos”, que son los ejes alrededor de los cuales deberá trabajarse preferentemente y procede destacar en este punto. En este sentido, se propone dar adecuada cabida a la adaptación basada en ecosistemas, asegurar que los proyectos públicos consideran y se encuentran adaptados a las condiciones de clima futuro y finalmente procurar una economía resiliente para el país. Resulta conveniente por tanto incentivar que la planificación municipal para la acción en adaptación climática pivote al menos alrededor de estos tres lineamientos sustantivos. Se debe trabajar siempre desde el enfoque comunitario, dando adecuada cabida a la inclusión social, igualdad de género y pueblos tradicionales.

Figura 27. 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 °C, 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 estas 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 del 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.

6.2 Análisis de necesidades y oportunidades

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

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

Tal y como muestra la Figura 28, los cruces generados en esta matriz habilitan la propuesta de estrategias de actuación específicas para resolver o impulsar, según proceda, las circunstancias levantadas. Además, este ejercicio facilita la identificación de posibles condiciones habilitantes y arreglos institucionales necesarios para afrontar el desarrollo de las estrategias identificadas.

Figura 28. Fundamentos del análisis DAFO

	Amenazas										Oportunidades									
	A1	A2	A3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	An	O1	O2	O3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	On
Debilidades	D1																			
	D2																			
	D3																			
																			
																			
	Dn																			
Fortalezas	F1																			
	F2																			
	F3																			
																			
																			
	Fn																			

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Este trabajo fue desarrollado durante el taller 1 con todos los actores locales relevantes para el proceso. El análisis DAFO se realizó tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos. En el Anexo 4. Resumen del proceso participativo y Anexo 5. Análisis DAFO se detallan todos los resultados obtenidos durante el trabajo. Igualmente, a continuación, se hace un resumen de los resultados más destacados:

a. Principales debilidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Una de las principales debilidades identificadas es la pobreza de la población. Así mismo se identifica una falta de proyectos de educación ambiental. Igualmente, existe una falta de capacitación en temas ambientales y falta de interés de las instituciones por participar de ello.

Desde la perspectiva económica, no se cuentan con presupuesto reservado para la adaptación y a los temas ambientales en general.

Por último, a nivel político se destaca la falta de comunicación entre las distintas instituciones, la falta de conocimiento y los intereses particulares en contraposición de los comunales.

b. Principales amenazas en la adaptación al cambio climático del cantón

A nivel técnico, se destaca la necesidad de capacitar a los funcionarios y la falta de articulación entre instituciones.

Desde la perspectiva económica todo lo reseñado se resume en falta de recursos. A nivel de las políticas, los conflictos existentes entre la normativa impiden actuar adecuadamente.

c. Principales fortalezas en la adaptación al cambio climático del cantón

Las principales fortalezas del cantón se enfocan en la presencia de varios grupos organizados con enfoque ambiental, en la solidaridad y la pluriculturalidad. A nivel técnico, en el cantón existe una oficina de Gestión de Riesgo y diversos planes y políticas que incluyen un enfoque transversal del riesgo y el medio ambiente.

Desde la perspectiva económica, se trata de un cantón que cuenta con recursos amplios que se pueden aprovechar de forma sostenible, para el turismo, por ejemplo.

Por último, se pone en valor un gobierno que cuenta con planes estratégicos y políticos y con el apoyo del Concejo Municipal. Así mismo, se plantea como una oportunidad para el cantón la propia presencia de las instituciones y el mejoramiento de las políticas.

d. Principales oportunidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra que las comunidades están dispuestas a participar y su propia cultura. A nivel técnico se identifica como una oportunidad clave la posibilidad de compartir experiencias y conocimientos entre municipios.

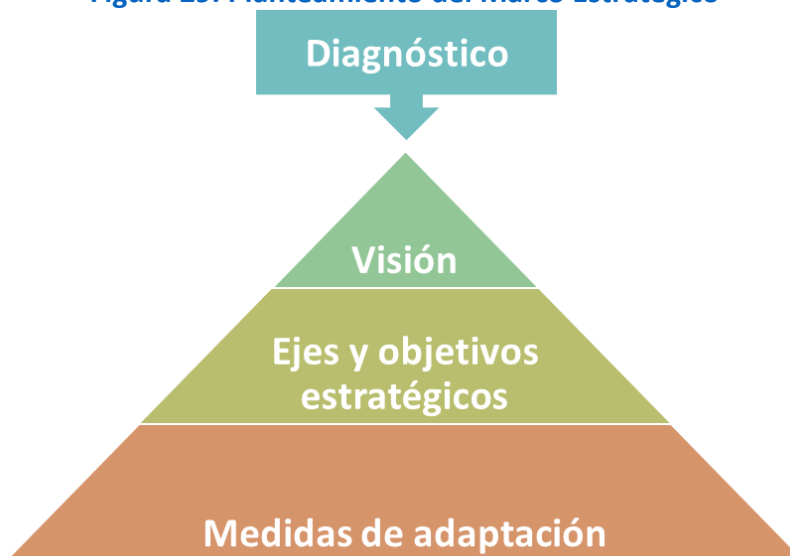
Desde la perspectiva económica, se busca potenciar el turismo local, así como las energías limpias.

7 Marco estratégico para la adaptación

La definición de una visión, ejes y objetivos estratégicos comunes favorece el compromiso de los actores para tomar una misma dirección en base al futuro deseado. Por este motivo, la participación y colaboración de distintos actores de la Municipalidad ha resultado básico y de gran importancia para la formulación de este apartado. Se ha planteado, a partir de los resultados del diagnóstico y los intereses y necesidades reflejados por la población, con el fin de proporcionar un marco conjunto de actuación que facilite la toma de decisiones en el cantón. Durante este proceso se han considerado las visiones y objetivos de desarrollo y adaptación establecidos desde todos los niveles sectoriales, así como los instrumentos de planificación elaborados por las municipalidades.

Se plantea por lo tanto un marco estratégico en 3 niveles como se aprecia en la Figura 29. El nivel de mayor rango es la visión. En un nivel inferior se encuentran los ejes estratégicos y sus correspondientes objetivos estratégicos, que sirven finalmente para organizar las medidas de adaptación al cambio climático que se encuentran en el nivel inferior.

Figura 29. Planteamiento del Marco Estratégico



Fuente: IDOM-CPSU (2022).

7.1 Visión de adaptación del cantón

Teniendo todo esto en consideración, el presente Plan de Acción para la Adaptación Climática define la visión de Turrialba, cuya aplicación permitirá consolidar las bases de una ciudad resiliente, una ciudadanía comprometida y una economía sostenible y competitiva.

VISIÓN TURRIALBA 2022-2030

En el año 2030, Turrialba se consolida como un cantón modelo en la planificación e implementación de políticas y acciones climáticas, logrando un territorio justo, resiliente e inclusivo, mediante el compromiso colectivo para mejorar la calidad de vida de las personas.

Esta visión está centrada en el desarrollo resiliente y equitativo del cantón, a través de la aplicación de políticas climáticas y la conservación de los ecosistemas.

7.2 Ejes estratégicos de acción y objetivos de adaptación

Luego de establecer la visión del cantón, ésta se estructura en **seis ejes estratégicos**, fundamentados en los temas prioritarios estimados por los agentes clave del cantón, y que se articulan con los ejes establecidos por la PNACC.

Los ejes propuestos son los siguientes:

- Acceso a la información y educación ambiental
- Planificación territorial resiliente
- Servicios ecosistémicos para la gestión del territorio
- Infraestructura y servicios públicos resilientes
- Economía cantonal resiliente
- Liderazgo e inversión para la acción climática

A continuación, se detallan los objetivos asociados a cada uno de los ejes estratégicos definidos:

EJE 1. Acceso a la información y educación ambiental

Objetivo: Promover la educación ambiental y el acceso a la información para potenciar la acción climática en el cantón.

El conocimiento y el acceso a la información ayudan a entender y abordar los impactos del cambio climático, permitiendo desarrollar las herramientas necesarias para hacerles frente e impulsando buenos hábitos y conductas para la adaptación y mitigación. La voluntad

detrás de este objetivo es lograr que el proceso de toma de decisiones se vea favorecido por el conocimiento real y actualizado sobre el territorio, para que las mejoras tengan un alcance temporal largo.

EJE 2. Planificación territorial resiliente

Objetivo: Planificar el territorio de tal forma que contribuya a generar la resiliencia del cantón.

Un uso planificado de los recursos y sistemas ambientales es esencial para alcanzar una planificación territorial resiliente. La planificación territorial debe incorporar un enfoque ecosistémico que favorezca la preparación de los territorios involucrados ante las posibles amenazas, además de posibilitar la resiliencia.

EJE 3. Servicios ecosistémicos para la gestión del territorio

Objetivo: Potenciar los servicios ecosistémicos del cantón mediante la conservación y el manejo sostenible.

Adoptar un enfoque integrado en las prácticas de gestión y un marco de protección junto con políticas específicas para el uso sostenible de los recursos naturales, garantizando especialmente los servicios ecosistémicos que estos proveen.

EJE 4. Infraestructura y servicios públicos resilientes

Objetivo: Gestionar el desarrollo de la infraestructura y los servicios públicos, aplicando criterios de sostenibilidad y adaptación frente al cambio climático.

La disponibilidad de infraestructuras y servicios públicos adecuados permite minimizar y mitigar los desastres ambientales, lo que genera beneficios a nivel social, económico y en la salud. A través de estas medidas preventivas, los riesgos debidos a las amenazas climáticas se pueden reducir potencialmente.

EJE 5. Economía cantonal resiliente

Objetivo: Impulsar sistemas productivos sostenibles e innovadores para lograr un desarrollo económico local adaptado al cambio climático.

Garantizar la accesibilidad, la innovación, la inversión y la incorporación de las condiciones necesarias se hace vital para el desarrollo de los sistemas productivos cantonales respetuosos con el medio natural; permitiendo el desarrollo económico local al tiempo que se adaptan al cambio climático.

EJE 6. Liderazgo e inversión para la acción climática

Objetivo: Incentivar el liderazgo y las alianzas estratégicas, para la inversión en acciones sostenibles resiliente al clima.

Los programas de prevención, participación y gobernanza multilateral se hacen necesarios a la hora de dar una respuesta coordinada a los desafíos climáticos. La implicación de los diferentes actores desde diferentes escalas y sectores es determinante para una gobernanza cooperativa y resiliente que pueda dar una respuesta efectiva de adaptación y mitigación al cambio climático. La mejora en la eficiencia del gasto público, la reasignación de recursos públicos escasos y la reforma de las políticas fiscales para obtener ingresos adicionales, son cada vez más necesarios para adopción de medidas climáticas

7.3 Acciones estratégicas en adaptación climática

7.3.1 Compilado de acciones estratégicas

En la base de la pirámide se encuentran las acciones estratégicas, las cuales son la clave para la implementación efectiva del PAAC. Las medidas de adaptación son intervenciones planificadas por actores estatales y no estatales que consisten en acciones, prácticas, tecnologías y servicios necesarios para reducir o evitar las pérdidas y daños desencadenados por los impactos asociados al cambio climático en poblaciones, medios de vida, ecosistemas, cuencas, territorios, sistemas productivos, infraestructura, bienes y servicios y otros, así como para aprovechar las oportunidades al cambio climático.

En este sentido, en base a los resultados obtenidos de la evaluación del riesgo por cadenas de impacto realizada a nivel cantonal, se proponen una serie de medidas de adaptación que dan respuesta a la visión del cantón y que atienden a los ejes y objetivos estratégicos establecidos en el PAAC.

Las medidas propuestas dan igualmente respuesta a todas las amenazas analizadas (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor) para cada área de acción (Población, Hábitat urbano, Sector primario, Infraestructuras, Equipamientos y Áreas protegidas). Finalmente, la relación entre ambas se presenta en la Tabla 24.

Tabla 24. Listado de medidas de adaptación priorizadas. Riesgos y áreas de acción asociados.

Ejes estratégicos y medidas asociadas	Amenaza				Área de acción
	Inundaciones	Deslizamientos	Sequías	Olas de calor	
EJE ESTRATÉGICO 1: ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL					
1.1 Creación de una plataforma digital para la divulgación de información relacionada con la acción climática cantonal.	✓	✓	✓	✓	Población
1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.	✓	✓	✓	✓	Población
EJE ESTRATÉGICO 2: PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE					
2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión municipal.	✓	✓	✓	✓	Hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas
2.2. Fomento de las condiciones para la resiliencia a nivel comunal.	✓	✓	✓	✓	Hábitat urbano y áreas protegidas
EJE ESTRATÉGICO 3: SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO					
3.1 Fomento a la investigación para la conservación de la biodiversidad local.	✓	✓	✓	✓	Áreas protegidas Población
3.2 Fortalecimiento de la gestión integrada del recurso hídrico.	✓	✓	✓	✓	Equipamientos Población
EJE ESTRATÉGICO 4: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES					
4.1 Desarrollo de infraestructura y servicios públicos con criterios de adaptación al cambio climático.	✓	✓	✓	✓	Infraestructuras y equipamientos
4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.	✓	✓			Infraestructuras y equipamientos Población
EJE ESTRATÉGICO 5: ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE					

Ejes estratégicos y medidas asociadas	Amenaza				Área de acción
	Inundaciones	Deslizamientos	Sequías	Olas de calor	
5.1 Fomento de las buenas prácticas de producción y el consumo responsable.	✓	✓	✓	✓	Sectores productivos Población
5.2 Fomento de la innovación y la eco-competitividad de los sectores productivos.	✓	✓	✓	✓	Sectores productivos Población
EJE ESTRATÉGICO 6: LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA					
6.1 Coordinación multisectorial y multinivel para el fomento de la adaptación cantonal.	✓	✓	✓	✓	Población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas
6.2 Identificación acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales.	✓	✓	✓	✓	Población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

7.3.2 Fichas de medidas de adaptación

A continuación, se incluye la ficha de cada una de las medidas priorizadas, como se ha comentado en el apartado anterior de este documento.

En este sentido, Las fichas de medidas incluyen toda la información relacionada con la medida, como los objetivos, descripción, plazo de implementación, coste y resultados esperados, entre otros.

Las condiciones habilitantes representan un conjunto de elementos (financieros, institucionales y sociales) a los que se puede acudir para avanzar hasta obtener las medidas priorizadas. Dicho de otra manera, se trata de las barreras que deben ser superadas para que se produzca la acción climática.

Por otro lado, los resultados esperados responden a la pregunta de cómo la medida reduce el riesgo, y sobre que factor del riesgo interviene (exposición, sensibilidad o capacidad adaptativa).

Finalmente, para la estimación de los costes, se ha optado por establecer 4 rangos asociados a los costes de implementación de la medida (inversión y operación) como se aprecia a continuación:

Tabla 25. Estimación de rangos de costes de las medidas.

Rangos	Tipo de medidas más habituales	Coste aproximado (CRC)
Bajo	Medidas que normalmente implica desarrollo normativo, promoción, divulgación o arreglos institucionales dentro del ámbito de trabajo habitual de la municipalidad, con un plazo a corto y medio plazo.	Inferior a 7.000.000
Medio	Medidas en las que, además de lo anterior, implica adicionalmente capacitaciones o algunas acciones que conlleven también costos de operación.	Entre 7.000.000 y 35.000.000
Alto	Medidas que normalmente requieren para su implementación, una inversión financiera importante que implique la implementación completa de proyectos, y con ella otras acciones asociadas, como monitoreo y personal a largo plazo. En general, se incluyen las medidas que implican algún desarrollo constructivo menor y/o procesos de restauración y conservación de ecosistemas.	Entre 35.000.000 y 150.000.000
Muy alto	Medidas que requieren inversiones financieras de implementación muy elevadas, principalmente asociadas a la construcción de infraestructuras de protección (dura o blanda), de servicios públicos y/o de desarrollo cantonal.	Superior a 150.000.000

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

MEDIDA: 1.1 Creación de una plataforma digital para la divulgación de información relacionada con la acción climática cantonal.

Objetivo de la medida:

Facilitar el acceso a la información relacionada con la acción climática a la población, para que de este modo puedan formar parte de los procesos de participación comunitaria.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS	
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Población 	<ul style="list-style-type: none"> Servicios Informáticos de la Gestión Administrativa de la Municipalidad de Turrialba 	<ul style="list-style-type: none"> DCC-MINAE CNE Sector académico: UCR, CATIE, INA, UNED, ITCR, UNA y UTN 	<ul style="list-style-type: none"> Comité Municipal y Comités Locales para la Gestión del Riesgo SINAC SNIT (Registro Nacional) 	<ul style="list-style-type: none"> ODS4. Educación de calidad ODS9. Industria, innovación e infraestructuras ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS13. Acción por el clima

Descripción de la medida:

La medida consiste en la creación de una plataforma digital de acceso libre para la divulgación de la acción climática cantonal, que funcione como un repositorio digital de los planes, programas, proyectos e iniciativas que se desarrollan en el cantón para que la población y cualquier actor interesado pueda tener acceso a la información y mejorar la toma de decisiones. Dicha plataforma puede crearse como una plataforma nueva o anidarse dentro de la página web municipal o de algún otro actor cantonal. La plataforma debe contener como mínimo la siguiente información:

- Plan Cantonal de Emergencias.
- Plan de Acción para la Adaptación Climática.
- Geodatabase sobre información climática y análisis de riesgos climáticos del cantón.
- Proyectos e iniciativas municipales y cantonales que se estén desarrollando en el cantón sobre adaptación y gestión de riesgos.
- Materiales didácticos generados por diversos actores para la gestión de riesgos y la acción climática del cantón.
- Enlaces a las plataformas nacionales de datos abiertos sobre cambio climático como SINIT, CENIGA, SINAMECC, Aula Climática de la DCC-MINAE, entre otros.
- Investigaciones y estudios realizados relacionados con el cambio climático en el cantón.
- Información sobre programas, proyectos o galardones ambientales a los cuales pueden participar las personas, organizaciones y empresas del cantón.

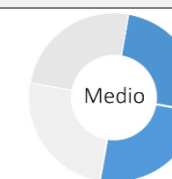
La información debe ser administrada en formatos de acceso libre, con tecnología y formatos apropiados que aseguren la comprensión de la población en general y se deben articular esfuerzo para en las medidas de las posibilidades cantones ir generando información en idioma Cabécar accesible para las personas indígenas del cantón, facilitando el desarrollo de materiales didácticos para los diferentes grupos meta. Asimismo, para esta medida se debe articular y fortalecer las relaciones con las instituciones y las organizaciones no gubernamentales presentes en el cantón que desarrollan cursos, programas y materiales relacionados con la acción climática que pueden divulgarse como parte de la plataforma.

Para facilitar el seguimiento y monitoreo del uso de la plataforma para analizar como esta ha colaborado en los procesos de educación y acceso a la información es necesario que el diseño de la plataforma permita ir agregando iniciativas creadas, acciones ejecutadas, programas o proyectos desarrollados a partir de la información brindada por la plataforma.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación general, que beneficia a toda la población del cantón.

Resultados esperados	Condiciones habilitantes
<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa de la población mediante la generación de información y conocimiento sobre los riesgos climáticos en el cantón. 	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intrainstitucional para la creación, mantenimiento y operación de la plataforma y preparación y publicación del tipo de información habilitada; y coordinación con los actores claves que generan la información para ingresarla en la plataforma. Desarrollo de una estrategia de comunicación y difusión de la plataforma cantonal. Recursos financieros para la puesta en marcha de la plataforma.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Fomento de la responsabilidad individual y colectiva. Facilitar el acceso a la información. Facilita la sensibilización de la población. Facilita la gestión del conocimiento en acción climática. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es medio. Aunque el coste de inversión está enfocado principalmente a los materiales divulgativos de la estrategia de comunicación, sin embargo, la creación de una plataforma digital tiene unos costos de implementación algo más elevados, y costos de operación bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)



Indicadores de seguimiento
<ol style="list-style-type: none"> 1. Plataforma creada. 2. Número de iniciativas compartidas en la plataforma. 3. Número de personas usuarias de la plataforma.

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

MEDIDA: 1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.

Objetivo de la medida:

Promover actividades de educación ambiental sobre cambio climático y gestión riesgo para que los diversos sectores del cantón tengan acceso a oportunidades de capacitación para comprender y actuar sobre el cambio climático.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS	
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad de Turrialba 	<ul style="list-style-type: none"> CNE MEP MAG Sector privado SINAC Comité Municipal y Comités Locales para la Gestión del Riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> Instituciones públicas de enseñanza superior y técnica presentes en el cantón (UCR, CATIE, INA, UNED) ONGS (Club de leones, Turrialba regeneración y desarrollo) INDER SENASA Cámara de Turismo, Cámara de Comercio y Cámara de Ganaderos. 	<ul style="list-style-type: none"> ODS4. Educación de calidad ODS10. Reducción de desigualdades ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS13. Acción por el clima

Descripción de la medida:

La medida consiste en articular desde la municipalidad con los distintos actores locales para promover un programa anual de actividades de educación sobre cambio climático y gestión de riesgos que faciliten el acceso a oportunidades de capacitación en dichas temáticas para todos los sectores de la población, priorizando el sector agropecuario y la sociedad civil, logrando de esta forma la sensibilización de la población.

Las actividades de educación a promover pueden incluir: charlas, capacitaciones, talleres, foros, encuentros, simposios giras, entre muchos otros sobre las cuestiones de riesgos naturales y cambio climático dirigidos a distintos grupos de interés en diferentes modalidades virtuales y presenciales, por ejemplo: talleres para empresas y comercios sobre los impactos económicos, sociales y ambientales del cambio climático, o bien, actividades demostrativas y/o giras de campo sobre la utilización de variedades de cultivos, y sus sistemas productivos y condiciones agroecológicas, y prácticas agrícolas mejor adaptadas dirigido a los agricultores.

Para la implementación de la medida, la municipalidad puede aprovechar las actividades de educación ambiental que ya realiza como parte de las actividades ordinarias de sus departamentos de gestión ambiental, gestión del riesgo, acueducto municipal y promoción social incorporando criterios de adaptación al cambio climático e integrarlas en un programa anual de capacitación dirigido a la comunidad.

Asimismo, la municipalidad puede articular con otros actores locales como el MEP, el MAG, la CNE, CATIE u otros para realizar conjuntamente actividades de capacitación o divulgar las actividades de capacitación que estos realizan en el cantón dirigidos a diferentes públicos meta.

Se propone el uso de los recursos educativos de cambio climático de la colección 'Somos el principio del cambio' (UNED, 2013). Estrategia de Comunicación Visual y Materiales Didácticos de Capacitación específicos para el cantón que incorporan la variable de adaptación al cambio climático, así como la realización de materiales didácticos propios para el cantón como por ejemplo un Catálogo a nivel Cantonal de las medidas de adaptación priorizadas y sus costos, aprovechando el conocimiento indígena y local de manera que resuene con las personas y fomente la comprensión y la acción.

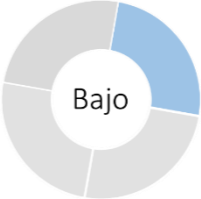
Además, aprovechar recursos de capacitación como el Aula climática desarrollada por la DCC-MINAE que es una plataforma virtual de cursos sobre temas relacionados al cambio climático de libre acceso para cualquier persona en cualquier parte del mundo.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación cantonal pero se debe priorizar promover las actividades de educación con la población indígena (principalmente distrito de Chirripó) y la población que habita las áreas históricamente impactadas por los amenazas climáticas: inundaciones (principalmente las zonas o barrios de La Alegría, Mon Río, La Margot, San Rafael, Turrialba Centro, Dominica, Calle Pastor, Alto Cruz, Guaria, Repasto, La Isabel, Aquiares, Tuis, La Suiza, Canadá, Leona, Esperanza, Atirro, Guayabo, Poró, San Cayetano y Las Américas); deslizamientos (zonas norte del cantón con fuertes pendientes, valles de los ríos, partes altas de las cuencas de los ríos al sur del cantón, como Pejibaye, Humo, Atirro y Tuis, así como poblaciones Pavones, Chitaría, La Leona y Chiz); sequías (de manera generalizada afectan con la misma magnitud a todo el cantón); olas de calor (de manera genérica afecta especialmente a todas las zonas urbanas).

Resultados esperados <ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa de la población a través de la capacitación, sensibilización y divulgación sobre el cambio climático y la gestión del riesgo. Aumento de la implementación de acciones de cambio climático en los sectores educados y sensibilizados. Mejora de la capacidad adaptativa a través de cursos que permiten mejorar la capacidad de respuesta de la población. 	Condiciones habilitantes <ul style="list-style-type: none"> La articulación a lo interno y externo de la municipalidad para desarrollar el programa de actividades. Elaboración de material educativo y guías para la incorporación de la adaptación en todos los niveles de educación formal. Elaboración de material divulgativo y desarrollo de una estrategia de comunicación y difusión para la incorporación de la adaptación en la educación informal y no formal. Fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados en el desarrollo de las capacitaciones en temas de adaptación al cambio climático.
---	--

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

MEDIDA: 1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Fomento de la responsabilidad individual y colectiva. Facilitar el acceso a la información. Facilitar el acceso a la educación sobre cambio climático 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo y el impacto a nivel social muy considerable. Los costos de inversión están enfocados principalmente a la elaboración de material divulgativo y capacitaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Corto (hasta 2 años)
<p>Indicadores de seguimiento</p>	<ol style="list-style-type: none"> Número de actividades de educación realizadas. Número de personas participantes de las actividades de educación segregadas por género Numero de personas indígenas participantes de las actividades de educación ambiental 	

EJE 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE

MEDIDA:

2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión municipal.

Objetivo de la medida:

Incorporar criterios de adaptación al cambio climático en la gestión municipal para promover la resiliencia cantón.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundación Deslizamiento Sequía Olas de calor 	<ul style="list-style-type: none"> Hábitat urbano Sector primario Infraestructuras Equipamientos Áreas protegidas 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> CNE IFAM MIDEPLAN INVU INTA RECOPE MINAE DINADECO MIHVA Academia CFIA ICE INCOFER MOPT INDER IMAS MAG 	<ul style="list-style-type: none"> ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS15. Vida de ecosistemas terrestres ODS 11. Acción por el clima

Descripción de la medida:

La medida consiste en incorporar la variable adaptación al cambio climático en los planes municipales utilizando como referencia los resultados del diagnóstico cantonal realizado, así como los estudios a detalle disponibles para el cantón, empezando con aquellos documentos que ya existen a nivel municipal mediante su revisión y actualización cuando corresponda, como los son:

- Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2016-2026.
- Plan Estratégico Municipal 2022-2027.
- Plan de Conservación y Desarrollo de la Red Vial Cantonal 2019-2023.
- Planes operativos anuales.
- Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Cantón de Turrialba 2021-2031 (se actualiza en el 2026)
- Plan Cantonal de Emergencias

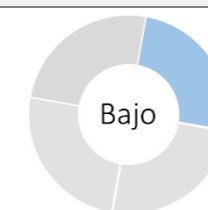
Asimismo para el establecimiento dentro de los planes se pueden utilizar de referencia herramientas como : la metodología para la evaluación de riesgos climáticos en infraestructuras desarrolla por el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, el decreto DECRETOS N° 42465- MOPT-MINAE-MIVAH Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública y la norma que incorpora criterios de adaptación al cambio climático para el otorgamiento de permisos de construcción en cantones son plan regulador que está desarrollando la CNE como parte del Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2021-2025.

Como parte de esta medida también se incluyen todos los esfuerzos municipales que se realicen para desarrollar el Plan Regulador del cantón, utilizando el manual para la elaboración de Planes Reguladores actualizado, con orientaciones para guiar la inclusión de riesgos y medidas de adaptación al cambio climático, con enfoque inclusivo y de género, durante su diseño que se encuentra desarrollando actualmente el INVU como parte de las metas del Plan Nacional de Adaptación 2022-2026.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación global a nivel cantonal, ya que se espera obtenga como resultado instrumentos de planificación de carácter cantonal.

Resultados esperados	Condiciones habilitantes
<ul style="list-style-type: none"> Potencial aumento de la capacidad adaptativa del cantón gracias a la implementación de planes que tengan en cuenta la dimensión climática permitiendo tener conocimiento y anticiparse a los riesgos climáticos planificando una mejor respuesta en caso de suceso adverso. Potencial reducción de la exposición de la población gracias a planes e infraestructuras que incorporan criterios de adaptación. 	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la incorporación de criterios de adaptación en todos los niveles de actuación municipal. Fortalecimiento de capacidades a las instituciones para incluir la condición de cambio climático en los instrumentos de planificación.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Conservación de ecosistemas y la biodiversidad y mejora de los servicios ecosistémicos. Incremento de las reservas de carbono y reducción de las emisiones GEI. Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo. Mejora de la calidad ambiental y confort urbano. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo. La medida contempla la revisión y actualización de planes existentes cantonales, y otras acciones a desarrollar en el marco de actuación normal de los actores de la municipalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)



Indicadores de seguimiento

- Número de instrumentos de planificación municipales que incorporan criterios y acciones de adaptación

EJE 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE

MEDIDA:

2.2. Fomento de las condiciones para la resiliencia a nivel comunal.

Objetivo de la medida:

Fomentar las capacidades en gestión del riesgo a nivel comunal para contribuir a generar resiliencia en la población.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados		ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundación Deslizamiento Sequía Olas de calor 	<ul style="list-style-type: none"> Hábitat urbano Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> CNE Comité Municipal y Comités Locales para la Gestión del Riesgo Asociaciones de desarrollo ASADAS ASUVA (Proyectos de riego) 	<ul style="list-style-type: none"> Comités de Caminos. Asociaciones de productores (Ley 218) Consejos de Distrito. INDER MAG 	<ul style="list-style-type: none"> ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS15. Vida de ecosistemas terrestres

Descripción de la medida:

Esta medida implica el desarrollo de procesos de capacitación con los comités locales de emergencia y las asociaciones de desarrollo para el desarrollo de planes locales de gestión del riesgo que prioricen la prevención sobre la atención durante el desastre y promuevan la reconstrucción resiliente post desastre e incluyan la variable climática en sus análisis. La medida implica el desarrollo de actividades como las siguientes:

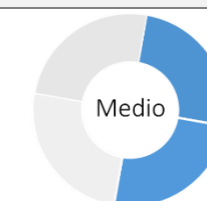
- Mapeo participativo y a detalle de los sitios de alta vulnerabilidad ante las amenazas climáticas, antrópicas y geológicas.
- Promoción de investigaciones, trabajos comunales universitarios y estudios a detalle que permitan acompañar a las comunidades en los procesos de capacitación y creación de sus planes comunitarios de gestión del riesgo comunitarios.

Para el desarrollo de la medida se debe articular con la CNE, la Comisión Municipal de Emergencias, Comités Locales para la Gestión del Riesgo, las Asociaciones de Desarrollo y grupos organizados con respaldo de ley (creados por ley), de manera que se logre un impacto a nivel de comunidades, con el cual se logre la reducción del riesgo ante las amenazas climáticas.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación cantonal pero se debe priorizar promover las actividades de educación con la población indígena (principalmente distrito de Chirripó) y la población que habita las áreas históricamente impactadas por los amenazas climáticas: inundaciones (principalmente las zonas o barrios de La Alegría, Mon Río, La Margot, San Rafael, Turrialba Centro, Dominica, Calle Pastor, Alto Cruz, Guaria, Repasto, La Isabel, Aquiares, Tuis, La Suiza, Canadá, Leona, Esperanza, Atirro, Guayabo, Poró, San Cayetano y Las Américas); deslizamientos (comunidades actualmente afectadas por deslizamientos como Blanco y Negro, Jesús María, San Pablo, Tres Equis, Murcia); sequías (de manera generalizada afectan con la misma magnitud a todo el cantón); olas de calor (de manera genérica afecta especialmente a todas las zonas urbanas).

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Modificación de la exposición de la población gracias a planes e infraestructuras que incorporan criterios de adaptación al cambio climático como zonas de mayor exposición. Potencial modificación de la exposición de la población gracias a la alerta temprana de los peligros y la búsqueda de zonas seguras. La implementación de SAT (y capacitación a operadores) mejora la capacidad de respuesta de pueblos y comunidades ligadas a ambientes vulnerables. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la incorporación de criterios de adaptación en la gestión del territorio. Generación de conocimiento mediante análisis y elaboración de mapas de vulnerabilidad de ecosistemas. Implementación de los procesos de zonificación y ordenamiento forestal. Incorporación de tecnologías y software para el estudio de servicios ecosistémicos regionales. Fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados en el conocimiento de servicios ecosistémicos.
-----------------------------	---	---------------------------------	---

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Reducción de la vulnerabilidad climática del territorio. Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo. Fomento de la responsabilidad individual y colectiva. Facilitar el acceso a la información. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de esta medida es medio. La medida contempla el diseño y desarrollo de actividades de capacitación para los cuales se requieren capital humano calificado y gastos de materiales y viáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)



Indicadores de seguimiento	<ol style="list-style-type: none"> Número de comités locales de emergencia sensibilizados en adaptación al cambio climático. Número de planes locales de gestión del riesgo que consideran la variable adaptación
-----------------------------------	---

EJE 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO

MEDIDA: M-3.1 Fomento a la investigación para la conservación de la biodiversidad local.

Objetivo de la medida:

Fomentar la investigación sobre los servicios ecosistémicos para la conservación de la biodiversidad local

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Áreas protegidas Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> MINAE-SINAC Academia (UCR, CATIE, INA, UNED, ITCR, UNA y UTN) ONGs ambientales del cantón Activistas ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS13. Acción por el clima ODS15. Vida de ecosistemas terrestres ODS17. Alianzas para lograr los objetivos

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en la articulación municipal con la academia y el SINAC para el fomento a la investigación sobre los servicios ecosistémicos que brindan las áreas silvestres protegidas que se encuentran en el cantón con el fin de promover acciones para la conservación de la biodiversidad local.

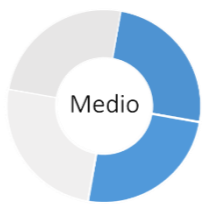
Entre las actividades a fomentar se encuentran:

- Realización de investigación, indicadores y monitoreo sobre el estado actual de la biodiversidad local y medidas potenciales para mejorar la resiliencia entre sitios clave de mayor impacto ante el cambio climático, en áreas bajo dominio público del SINAC, bajo regímenes forestales especiales, refugios climáticos, corredores biológicos y otras áreas públicas y privadas. Zonas urbanas y áreas de protección de los ríos.
- Análisis de los servicios ecosistémicos de los refugios climáticos y de sitios clave de mayor impacto ante el cambio climático, por medio de la identificación participativa de los servicios de soporte, provisión y de regulación que puedan contribuir a reducir la vulnerabilidad y la exposición frente a las amenazas climáticas.

Para el desarrollo de la medida se pueden fomentar la realización de desarrollo de trabajos finales de grado, pasantías vinculadas a las ciencias biológicas, así como estudios en coordinación con universidades extranjeras.

Alcance geográfico: esta medida se centra especialmente en las áreas silvestres protegidas presentes en el cantón y sus áreas de influencia para la conectividad ecológica (Reserva Forestal Río Macho, Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte, Parque Nacional Chirripó, Parque Nacional Barbilla, Monumento Nacional Guayabo, zona de influencia del Volcán Turrialba, Reservas Forestales Río Pacuare y la Cordillera Volcánica Central, así como la zona protectora de la Cuenca del río Tuis). Así mismo, se incluye la zona del corredor biológico C55-Volcánica Central Talamanca

Resultados esperados	Condiciones habilitantes
<ul style="list-style-type: none"> Conservación de ecosistemas y biodiversidad. Generación de conocimiento en materia climática y biodiversidad local. Potencial aumento de la capacidad adaptativa mediante la capacitación y asistencia técnica a los miembros de las comunidades locales gracias a estudios desarrollados en el contexto cantonal. 	<ul style="list-style-type: none"> Formalización de convenios con universidades, ONGs, SINAC y demás instituciones interesadas para la ejecución de estudios y pasantías con temática relacionada a biodiversidad local. Inversión financiera y acceso a fuentes de financiamiento para la implementación de proyectos. Fortalecimiento de capacidades de los actores involucrados en el conocimiento de servicios ecosistémicos.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Conservación de ecosistemas y la biodiversidad. (Restauración ecológica, conservación y protección de los ecosistemas) Incremento de las reservas de carbono y reducción de las emisiones GEI. Reducción de la vulnerabilidad climática del territorio. Mejora de los servicios ecosistémicos del cantón 	<ul style="list-style-type: none"> El coste estimado para la implementación de esta medida es medio. La medida contempla, actuaciones de investigación y monitoreo, desarrollo de corredores biológicos, análisis de servicios ecosistémicos, elaboración de mapas cantonales 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)

Indicadores de seguimiento
1. Número de trabajo académicos realizados.

EJE 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN TERRITORIO

MEDIDA:

M-3.2 Fortalecimiento de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

Objetivo de la medida:

Fortalecer la gestión del recurso hídrico de forma integrada para fomentar la resiliencia del cantón

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Áreas protegidas Equipamientos 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad ASADAs 	<ul style="list-style-type: none"> AyA, Instituciones públicas de enseñanza superior presentes en el cantón (UCR, CATIE, INA, UNED) MAG SINAC 	<ul style="list-style-type: none"> SENAA Empresa privada Dirección de aguas-MINAE Grupo ICE RECOPE
<ul style="list-style-type: none"> ODS6. Agua limpia y saneamiento ODS13. Acción por el clima ODS15. Vida de ecosistemas terrestres ODS17. Alianzas para lograr los objetivos 				

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en la creación de un programa para el fortalecimiento de la gestión integral del recurso hídrico en el cantón que permita la gestión del uso del agua y la tierra de forma participativa, para la protección, conservación y restauración de los hábitats ribereños y bosques en las zonas de recarga hídrica, garantizando los servicios ecosistémicos del agua, y considerando también la gestión sostenible el agua subterránea, mediante la aplicación de las siguientes acciones en el marco del alcance de la gestión municipal y fomentando la articulación con los otros entes administradores del recursos hídrico presenten en el cantón, así como los entes nacionales rectores del tema hídrico.

Para el desarrollo del programa se considerarán las siguientes actividades:

- Promoción de la delimitación y protección de la zona de recarga hídrica; nacientes y humedales naturales que forman parte del acueducto municipal
- Fomento a la realización de mejoras en los sistemas de abastecimiento del acueducto municipal para reducir las pérdidas de agua.
- Fomento de la identificación y protección de manantiales (nacientes de agua), fuentes, aguas subterráneas o cuerpos de agua del sistema hidrológico en coordinación con las instituciones rectoras.
- Promoción de los proyectos de restauración y reforestación de zonas de recarga y áreas de protección dentro de la competencia municipal.
- Promoción del aprovechamiento del agua pluvial mediante la implementación de reservorios en fincas agrícolas en conjunto con el MAG.
- Promoción de técnicas de conservación de suelos en fincas agrícolas en conjunto con el MAG
- Articulación con las asadas locales para contribuirles en la generación de capacidades para que puedan solicitar e implementar la tarifa de protección hídrica.
- Fiscalización de la normativa vinculante ante el uso ilegal del agua en coordinación con las instituciones rectoras.
- Desarrollar un sistema de monitoreo y seguimiento de las acciones implementadas por las ASADAs, la Municipalidad, Comités de aguas y las sociedades de usuarios presenten en el cantón.
- Sensibilización a la población sobre la importancia el manejo adecuado de los recursos hídricos, especialmente las aguas superficiales, con el fin de garantizar la conservación de los recursos existente.

Como parte del proceso de desarrollo del programa se debe oficializar mediante acuerdo del Concejo Municipal la figura de enlace con las asadas para el fomento del programa, dicha figura de enlace recaerá en la persona gestora del recurso hídrico encarga del acueducto municipal.

Alcance geográfico: la aplicación de esta medida tiene una aplicación general, a nivel cantonal, para la población residente, en las actividades de sensibilización, fiscalización o uso del agua; así mismo, tiene una aplicación directa sobre las zonas naturales de recarga de acuíferos, humedales o cursos fluviales

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Potencial mejora de la capacidad adaptativa gracias al fortalecimiento de capacidades y sensibilización sobre los beneficios económicos y ambientales del afianzamiento y regulación hídrica. Disminución de la sensibilidad del sistema de abastecimiento gracias a las acciones orientadas a reducir las pérdidas de agua y asegurar la disponibilidad y la calidad del recurso para la población. En caso de inundación, los reservorios pueden almacenar agua de escorrentía, disminuyendo el caudal punta y por tanto la peligrosidad del evento. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Generación de conocimiento mediante análisis y elaboración de mapas de vulnerabilidad de ecosistemas. Implementación de los procesos de zonificación y ordenamiento forestal. Incorporación de tecnologías y software para el estudio de servicios ecosistémicos regionales. Inversión financiera y acceso a fuentes de financiamiento para la implementación de proyectos. Compromiso municipal para la definición de la figura de enlace con las asadas.
Potenciales beneficios y co-beneficios		Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Conservación y recuperación de los servicios ecosistémicos hídricos de provisión y regulación Mejora la conservación de suelo agrícolas y control de la erosión. 		<ul style="list-style-type: none"> El coste estimado para la implementación de esta medida es medio. 	<ul style="list-style-type: none"> Largo (más de 5 años)

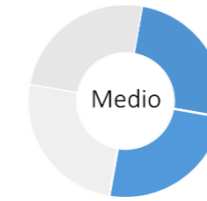
EJE 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN TERRITORIO

MEDIDA:

M-3.2 Fortalecimiento de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.

- Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo.
- Reducción de la vulnerabilidad frente a sequías

La inversión para la implementación de esta medida se considera de nivel medio, ya que contempla mayormente, el diseño normativo de un programa que desarrolle todas las acciones citadas previamente; sin embargo, no se considera el desarrollo constructivo ni el coste de la implementación de esas actuaciones (como podrían ser proyectos de aprovechamiento, restauración y reforestación, así como el desarrollo de un sistema de monitoreo que en su conjunto pueden suponer costes muy elevados).



Indicadores de seguimiento

1. Figura de enlace con las asadas creada.
2. Número de proyectos realizados en el marco del programa.

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES

MEDIDA: M- 4.1. Desarrollo de infraestructura y servicios públicos con criterios de adaptación al cambio climático.

Objetivo de la medida:

Aumentar la resiliencia de las infraestructuras y servicios públicos del cantón frente a los efectos adversos del cambio climático.

Riesgo relacionado	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados			ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructuras Equipamientos 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> INVU IFAM MIDEPLAN MOPT MINAE 	<ul style="list-style-type: none"> INDER MEP CCSS Acueducto Municipal Grupo ICE 	<ul style="list-style-type: none"> CFIA INCOFER RECOPE ASADAS(AyA) Ministerio de Salud 	<ul style="list-style-type: none"> ODS 9 Industria, innovación e infraestructuras ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS 13. Acción por el clima

Descripción de la medida:

Esta medida implica la protección de la infraestructura pública construida por el Estado y la municipalidad, sea esta infraestructura de servicios (gestión de residuos, acueducto municipal), infraestructura urbana (mobiliario, equipamientos, aceras, recorridos y senderos peatonales y ciclovías), infraestructura natural (verde y azul), infraestructura vial, entre otros), mediante la adecuada valoración del riesgo y la adopción de mecanismos de protección que aseguren la robustez de obras de infraestructura y otras líneas vitales (alcantarillado sanitario y pluvial, líneas de transmisión y torres de comunicaciones).

Para esta valoración del riesgo y la implementación de mecanismos de protección se propone la incorporación dentro de los lineamientos y normativa municipal referente a obras de infraestructura y servicios públicos criterios de adaptación al cambio climático utilizando como referencia: la metodología para la evaluación de riesgos climáticos en infraestructuras desarrollada por el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos y el decreto N° 42465- MOPT-MINAE-MIVAH Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública. Así como otros instrumentos que se generen en el marco de la implementación del Plan Nacional de Adaptación que se puedan incorporar en la gestión municipal.

Adicionalmente, como parte de la medida se contempla establecer criterios de compras sostenibles para la selección de los proveedores que apoya los procesos de desarrollo de infraestructura pública incorporando en los procesos licitatorios, puntos adicionales como lo permite la legislación para aquellos proveedores que garanticen:

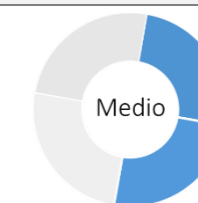
Implementación de prácticas de eficiencias energética y ahorro de recursos naturales en los procesos de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura.

Implementación de programas de reconocimientos como el PPCN (Programa País Carbono Neutralidad), PBAE (Programa Bandera Azul Ecológica) en sus categorías: Construcción Sostenible y Cambio Climático u otras certificaciones ambientales y de construcción sostenible

Alcance geográfico: Para la implementación de esta medida se debe priorizar el desarrollo de infraestructura pública que se construye o rehabilita las áreas históricamente impactadas por las principales amenazas climáticas: inundaciones (principalmente las zonas o barrios de La Alegría, Mon Río, La Margot, San Rafael, Turrialba Centro, Dominica, Calle Pastor, Alto Cruz, Guaria, Repasto, La Isabel, Aquiares, Tuis, La Suiza, Canadá, Leona, Esperanza, Atirro, Guayabo, Poró, San Cayetano y Las Américas); deslizamientos (comunidades actualmente afectadas por deslizamientos como Blanco y Negro, Jesús María, San Pablo, Tres Equis, Murcia), valles de los ríos, partes altas de las cuencas de los ríos al sur del cantón, como Pejibaye, Humo, Atirro y Tuis, así como las zonas de Pavones, Chitaría, La Leona y Chiz, especialmente en la carretera principal entre La Suiza y Tuis).

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> La implementación de buenas prácticas y eficiencia energética posibilita una reducción de la presión sobre los recursos naturales, reduciendo la sensibilidad de la población ante un evento climático. Reducción de la exposición de la población gracias a infraestructuras que incorporan criterios de adaptación al cambio climático. Disminución de pérdidas y daños mediante infraestructuras adaptadas a eventos climáticos. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la incorporación de criterios de adaptación en la infraestructura y servicios públicos. Fortalecimiento institucional en el conocimiento de adaptación climática. Generación y aprobación de directivas y/o procedimientos para la protección de infraestructura. Inversión financiera para la implementación de directivas. Diseño de mecanismos de inversión para la promoción de inversión en infraestructura con enfoque de cambio climático.
-----------------------------	---	---------------------------------	--

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Mitigación al cambio climático. Incremento de la seguridad ciudadana. Reducción del potencial de daños y pérdidas materiales asociadas a amenazas climáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> El coste estimado para la implementación de esta medida es medio. La medida se enfoca en la actualización normativa e implementación de programas en curso, no así el desarrollo de nuevos proyectos constructivos. Estas actuaciones se contemplan ya en el ámbito de trabajo de la municipalidad, que promoverá además la implementación de prácticas de eficiencia energética. 	<ul style="list-style-type: none"> Largo (más de 5 años)



EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES

MEDIDA:

M- 4.1. Desarrollo de infraestructura y servicios públicos con criterios de adaptación al cambio climático.

No obstante, requiere el fortalecimiento de capacidades de actores involucrados y asesoría para los análisis de riesgos climáticos de detalle, por lo que es necesario un coste de inversión medio.

Indicadores de seguimiento

1. Número de obras de infraestructura y servicios que incorporan criterios de adaptación al cambio climático en su diseño.

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES

MEDIDA: M-4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.

Objetivo de la medida:

Fortalecer el Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos existente, mediante el impulso de las acciones propuestas que fomentan la economía circular y la valorización de los residuos.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos 	<ul style="list-style-type: none"> Población Infraestructura Equipamientos 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Salud MEIC DINADECO IFAM CONAVI Junta Vial Cantonal 	<ul style="list-style-type: none"> ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS12. Producción y consumos responsables ODS 13. Acción por el clima

Descripción de la medida:

Esta medida pretende el fortalecimiento del 'Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos' (PMGIRS) del cantón, mediante el reforzamiento e impulso de las acciones propuestas en este plan en los ejes estratégicos (EE): 1. Servicios Municipales, 2. Valorización de residuos sólidos, 3. Educación ambiental y 5. Economía Circular. Se pretende que, a través de esta medida se complemente y se dé mayor fuerza a las acciones ya propuestas en dicho plan, el cual se realizó con base en un diagnóstico exhaustivo de las necesidades del cantón en el tema de gestión integral de residuos sólidos.

Las acciones a fortalecer basadas en lo propuesto en el PMGIRS y la relación con la Acción Climática serán:

- Construcción y operación de la estación de transferencia. (EE 1 / relacionado al Indicador 1)
- Cierre técnico del Vertedero Municipal. (EE 1 / relacionado al Indicador 2)
- Optimización, implementación y ampliación de rutas de recolección de residuos sólidos (con un enfoque selectivo). (EE 1 / relacionado al Indicador 1 y 2)
- Implementación al 100% del Programa de aprovechamiento de Bio-residuos. (EE 1 y 2 / relacionado al Indicador 1 y 2)
- Elaboración de un proyecto para el reconocimiento de los recicladores de base. (EE 1 / relacionado al Indicador 2)
- Actualización de la base datos del catastro municipal (al menos en un 30% del territorio). (EE 1/ relacionado al Indicador 2)
- Mapeo de actores en el cantón que trabajan en el fortalecimiento de acciones de separación, recuperación y valorización, para la creación de una plataforma cantonal. (EE 2/ relacionado al Indicador 2)
- Promoción de estrategias de sensibilización y comunicación para la comunidad sobre la correcta gestión de los residuos sólidos. (EE 3/ relacionado al Indicador 2)
- Elaboración de un mapeo de las iniciativas existentes de circularidad, y ejecución de una estrategia para fortalecer las iniciativas identificadas. (EE 5/ relacionado al Indicador 2)

Así mismo, como parte de este plan, se propone el desarrollo de las siguientes actividades:

- Desarrollo de un plan para la continuidad del servicio de recolección en caso de la materialización de riesgos de las amenazas climáticas. (EE 1 / relacionado al Indicador 3)
- Coordinación con la Junta Vial Cantonal, para la incorporación de caminos cantonales prioritarios para continuidad del servicio de recolección en el Plan Vial Quinquenal. (EE 1 / relacionado al Indicador 4).


Alcance geográfico: la aplicación de esta medida tiene una aplicación general, a nivel cantonal, para la población residente, en las actividades de sensibilización, promoción y entendimiento

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del riesgo a través de una gestión planificada reduciendo los costes energéticos y monetarios. • Aumento de la capacidad adaptativa a través de la capacitación y sensibilización de la población sobre la correcta gestión de los residuos, creando oportunidades y puestos laborales. • Disminución de la vulnerabilidad del terreno y aumento de la capacidad adaptativa reduciendo la presión sobre los recursos naturales. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de tecnologías y software para la gestión de residuos. • Generación y aprobación de directivas y/o procedimientos de gestión de residuos. • Inversión financiera para la implementación de directivas.
-----------------------------	---	---------------------------------	--

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES

MEDIDA:

M-4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Mitigación al cambio climático. Mejora de la calidad ambiental. Aseguramiento de la continuidad del servicio Apoyo en la generación de encadenamientos productivos en el sector residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> El coste estimado para la implementación de esta medida es alto. La medida contempla acciones encaminadas a desarrollar una gestión eficiente de residuos, proyectos de reciclaje y economía circular, así como estrategias en las comunidades del cantón con un coste de inversión medio. Igualmente, se considera el desarrollo de proyectos para reutilizar o reciclar residuos que pueden tener una inversión inicial elevada. 	<ul style="list-style-type: none"> Mediano (de 3 a 5 años)
<p>Indicadores de seguimiento</p>	<ol style="list-style-type: none"> Cantidad de residuos gestionados a través de prácticas innovadoras y sostenibles. Número de proyectos realizados en manejo de residuos sostenible. Plan para la continuidad del servicio de recolección creado Plan Vial Quinquenal ajustado considerando los caminos prioritarios para el servicios de recolección. 	

EJE 5. ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE

MEDIDA: M-5.1 Fomento de las buenas prácticas de producción y el consumo responsable.

Objetivo de la medida:

Fomentar las buenas prácticas de producción y consumo responsable para la resiliencia de los sectores productivos del cantón

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Sector agropecuario Sector turístico Sector comercial Sector servicios Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> MAG MINAE ICT MEIC 	<ul style="list-style-type: none"> Empresas del cantón Cámaras de turismo INA
<ul style="list-style-type: none"> ODS8. Trabajo decente y crecimiento económico ODS9. Industria, innovación e infraestructura ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS12. Producción y consumo responsable ODS13. Acción por el clima 				

Descripción de la medida:

Esta medida consiste en crear bajo el liderazgo municipal y la articulación con actores claves de una programa anual de fomento a la producción y el consumo responsables, en alineamiento con la Política Nacional Decreto Ejecutivo No. 41032-PLAN-MINAE-RE Política Nacional de Producción y Consumo sostenibles, que permita escalar las buenas prácticas en sostenibilidad y adaptación en los sistemas productivos agropecuarios, turísticos y comerciales del cantón, para facilitar un desarrollo socioeconómico sostenible, bajo en emisiones y resiliente, que genere una demanda estable de bienes y servicios y promueva un cambio hacia la sostenibilidad de los estilos de vida de la población.

Este programa estará enfocado en tres acciones principales:

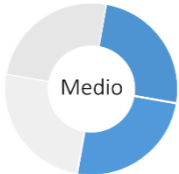
- Desarrollo, promoción e implementación de acuerdos público-privados para la implementación de buenas prácticas de gestión, creación de destinos y rutas sostenibles que comprendan encadenamientos productivos inclusivos y aprovechen la gastronomía local.
- Promoción de buenas prácticas y mejora del desempeño ambiental y social de las organizaciones productoras, con énfasis en la consolidación de cadenas de valor sostenibles, mediante acuerdos público – privados.
- Sensibilización y capacitación en gestión socioambiental con enfoque de ciclo de vida, dirigido a productores y comercializadores de sistemas agroalimentario y turístico cantonal.

Como incentivo para la participación de los sectores productivos se pueden promover la obtención de certificaciones y reconocimientos nacionales e internacionales de consumo y producción sostenible adaptados al cambio climático como el Programa País de Liderazgo Climático, el Programa País de Carbono Neutralidad, el Programa Bandera Azul Ecológica, el Certificado de Sostenibilidad Turística, Certificación de Semillas, Denominación de Origen Protegida, Indicación Geográfica Protegida, Especialidad Tradicional Garantizada.

Además, esta medida requiere integrar los servicios de extensión y articulación entre las instituciones que poseen capacidades de apoyo y acompañamiento técnico, tales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Instituto de Desarrollo Rural-INDER; Sistema Nacional de Áreas de Conservación, el Servicio Nacional de Salud Animal-SENASA, el Instituto Costarricense de Turismo, Dirección de Gestión Ambiental del MINAE, entre otros.

Alcance geográfico: esta medida tiene una aplicación general en la diversidad de actividades productivas agropecuarias, turísticas, comerciales y de servicios que se desarrollan en el cantón.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Potencial aumento de la capacidad adaptativa gracias a la mejora la competitividad (aumento de recursos económicos) de los sistemas productivos cantonales. Disminución de la vulnerabilidad mediante la reducción de la presión sobre los recursos naturales. Aumento de la capacidad adaptativa de las personas dedicadas a la actividades comerciales, agropecuarias y turísticas del cantón mediante su capacitación en temas afines a la adaptación al cambio climático 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo y promoción de mecanismos financieros para la implementación de buenas prácticas sostenibles y resilientes en los sistemas productivos. Inversión financiera y acceso a fuentes de financiamiento para la incorporación de mejores prácticas y materiales en los sistemas productivos. Articulación con las instituciones claves para el desarrollo del programa.
-----------------------------	--	---------------------------------	--

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Generación de valor agregado en los sistemas productivos. Mitigación al cambio climático. Generación de nuevos empleos en el sector productivo local Producción sostenible de alimentos (y otros productos de alta calidad) mediante tecnologías respetuosas con el medio ambiente y los recursos naturales. Incremento del rendimiento económico de la superficie cultivable. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es medio. La medida contempla acciones como divulgación, creación de grupos de trabajo y capacitación a actores involucrados, lo que conlleva costos de inversión por parte de la municipalidad y actores involucrados. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)

Indicadores de seguimiento	<ol style="list-style-type: none"> Número de alianzas para el fomento de la producción y el consumo responsable Números de personas capacitadas segregado por género y sector económico.
-----------------------------------	--

EJE 5. ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE

MEDIDA:

M-5.2 Fomento de la innovación y la eco-competitividad de los sectores productivos

Objetivo de la medida:

Fomentar las condiciones para la innovación y la eco-competitividad de los sectores productivos del cantón.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Olas de calor Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> Sector agropecuario Sector turístico Sector comercial Sector servicios Población 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> MEIC ICT Empresas privadas Academia) MAG PROCOMER Incubadoras de empresas 	<ul style="list-style-type: none"> ODS8. Trabajo decente y crecimiento económico ODS9. Industria, innovación e infraestructura ODS11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS12. Producción y consumo responsable ODS13. Acción por el clima

Descripción de la medida:

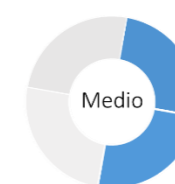
Esta medida consiste en el involucramiento y colaboración activa de la municipalidad en el desarrollo de políticas, programas, estrategias e iniciativas cantonales, regionales y nacionales para acelerar la transición hacia modelos de producción y consumo sostenibles bajos en emisiones y resilientes al cambio climático fomentando la innovación y la eco competitividad de los procesos productivos, las empresas y los emprendimientos del cantón. Con el fin de contribuir a la eficiencia en el uso de los recursos y a desvincular el crecimiento económico de la degradación, fragmentación y pérdida de los paisajes y biodiversidad local. De este modo se espera promover nuevas oportunidades de empleo/mercado que contribuyan a un desarrollo socioeconómico sostenible y climáticamente inteligente del cantón. Para ello se propone:

- Divulgación de instrumentos financieros de fondos públicos y desarrollo de soluciones tecnológicas asociados a la protección, conservación, restauración o manejo sostenible de ecosistemas naturales, la energía y los sistemas alimentarios.
- Fomento de la participación de empresas y emprendimientos locales que poseen ideas de negocios innovadoras y competitivas afines a las metas climáticas cantonales en programas de incubación y aceleradoras nacionales.
- Articulación con programas, proyectos y organizaciones nacionales e internaciones de incubación y aceleración para emprendimientos climáticos con el fin de promover la creación de capacidades y el acompañamiento técnico en el ecosistema emprendedor cantonal. Por ejemplo: articular con programas como Yo Emprendedor, ACTIVA-CATIE, TEC EMPRENDE Lab, CONSTELAR, AUGE, Programa de incubación La Idea del MEIC, Programa Crecimiento Verde de PROCOMER, entre otros.

Alcance geográfico: esta medida tiene una aplicación general en la diversidad de actividades productivas agropecuarias, turísticas, comerciales y de servicios que se desarrollan en el cantón.

Resultados esperados	Condiciones habilitantes
<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa de los diferentes sectores económicos del cantón mediante el impulso a soluciones de negocio con impacto social y ambiental, que hacen un uso eficiente de los recursos naturales y apoyan los procesos de adaptación. 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento municipal en el conocimiento de adaptación climática y el ecosistema de los emprendimientos climáticos. Articulación intra e interinstitucional para la destinación de fondos de los ejercicios presupuestarios anuales. Desarrollo y promoción de mecanismos financieros para el fomento de la medida.

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Mitigación al cambio climático. Generación de nuevos empleos en el sector productivo local Producción sostenible de alimentos (y otros productos de alta calidad) mediante tecnologías respetuosas con el medio ambiente y los recursos naturales. Incremento del rendimiento económico de la superficie cultivable. Soluciones de negocio con impacto social y ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es medio. Los costos de inversión están enfocados principalmente a las capacitaciones de actores institucionales, articulación con el ecosistema emprendedor y de acuerdo con las posibilidades la articulación para la creación de fondos concursables que fomente el ecosistema de los emprendimientos climáticos en el cantón. 	<ul style="list-style-type: none"> Medio (de 2 a 5 años)



Indicadores de seguimiento
<ol style="list-style-type: none"> Número de alianzas establecidas para el fomento de la innovación y la eco competitividad. Número de actividades de fomento de la innovación y la eco competitividad realizadas

EJE 6. LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA

MEDIDA: 6.1 Coordinación multisectorial y multinivel para el fomento de la adaptación cantonal

Objetivo de la medida

Incentivar el liderazgo y las alianzas estratégicas, para la implementación de acciones sostenibles resiliente al clima.

Amenaza climática asociada	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de Calor 	<ul style="list-style-type: none"> Población Hábitat urbano Sector primario Infraestructuras Equipamientos Áreas protegidas 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> Organizaciones miembros de la Comisión o Comité Cantonal de Cambio Climático IFAM Academia Sector privado 	<ul style="list-style-type: none"> ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS 13. Acción por el clima ODS 17. Alianzas para lograr los objetivos

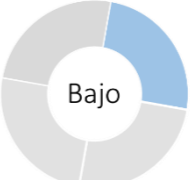
Descripción de la medida:

Esta medida consiste en la consolidación de una Comisión o Comité Cantonal de Cambio Climático liderada por la municipalidad con representación de las organizaciones aliadas en la implementación de este plan, que se reúna de forma periódica para el monitoreo y la evaluación de la implementación de las acciones de adaptación y que como parte de su gestión promueve las siguientes actividades:

- Fomento de alianzas intersectoriales para la recaudación de los recursos, para la ejecución de las acciones de adaptación.
- Articular con nuevas organizaciones aliadas para potenciar la implementación de las acciones de adaptación propuestas.
- Fomentar mecanismos de coordinación y enlace con otras comisiones municipales, organizaciones y actores locales e instituciones públicas y privadas del cantón.
- Promoción y participación de actividades de intercambio de experiencias sobre adaptación con otros gobiernos locales y entre actores locales.
- Fomento de la capacitación continua de sus miembros en temas de adaptación al cambio climático y afines.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación general, a nivel cantonal.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa del cantón mediante el fortalecimiento, la articulación y la implementación intra e intersectorial de estrategias preventivas y de respuesta. Aumento de la capacidad adaptativa en el cantón a través de mecanismos formadores sobre cambio climático a formuladores y tomadores de decisiones de los gobiernos regionales y locales. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Articulación intra e interinstitucional para la incorporación de criterios de adaptación en todos los niveles de actuación municipal. Fortalecimiento de capacidades a las instituciones para la adaptación en los instrumentos de planificación.
-----------------------------	--	---------------------------------	--

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Reducción del potencial de daños y pérdidas asociadas al cambio climático. Fortalecimiento de las relaciones institucionales. Generación de conocimiento en materia de adaptación climática del personal técnico involucrado en la medida. Impulso de la formación del personal técnico involucrado en la medida. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo. Los costos de inversión están enfocados principalmente a las capacitaciones de actores institucionales, así como arreglos institucionales. 	<ul style="list-style-type: none"> Corto (hasta 2 años)

Indicadores de seguimiento	<ol style="list-style-type: none"> Número de actividades de intercambios de experiencias multisectoriales en el cantón. Número de iniciativas y/o proyectos ejecutados de forma interinstitucional
-----------------------------------	--

EJE 6. LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA

MEDIDA: 6.2 Identificación acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales.

Objetivo de la medida

Identificar los presupuestos invertidos anualmente por las organizaciones claves, para asegurar los recursos financieros necesarios para la implementación de las acciones de adaptación.

Riesgo relacionado	Áreas de acción	Actor implementador	Actores asociados	ODS
<ul style="list-style-type: none"> Inundaciones Deslizamientos Sequías Olas de Calor 	<ul style="list-style-type: none"> Población Hábitat urbano Sector primario Infraestructuras Equipamientos Áreas protegidas 	<ul style="list-style-type: none"> Municipalidad 	<ul style="list-style-type: none"> Comisión/ Comité Cantonal de Cambio Climático IFAM MIDEPLAN CNE SENARA 	<ul style="list-style-type: none"> ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles ODS 13. Acción por el clima ODS 17. Alianzas para lograr objetivos

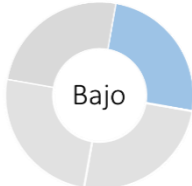
Descripción de la medida:

Esta medida consiste en la incorporación de acciones de climáticas en la presupuestación anual la municipalidad, las instituciones miembros de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático y las organizaciones con quienes se establezcan alianzas de cooperación para el desarrollo de las medidas de adaptación propuestas en este plan.

Asimismo, como parte de la medida se debe monitorear las propuestas de proyectos realizadas por las organizaciones aliadas para la consecución de fondos nacionales e internacionales que permitan la implementación de proyectos que contribuyan a las acciones de adaptación planteadas en este plan.

Alcance geográfico: esta medida tiene un ámbito de aplicación general, a nivel cantonal.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la capacidad adaptativa del cantón mediante mecanismos presupuestarios y de financiamiento para abordar la respuesta ante riesgos climáticos. 	Condiciones habilitantes	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento institucional en el conocimiento de adaptación climática. Articulación intra e interinstitucional para la destinación de fondos de los ejercicios presupuestarios anuales. Desarrollo y promoción de mecanismos financieros para la implementación de proyectos de acción climática.
-----------------------------	--	---------------------------------	--

Potenciales beneficios y co-beneficios	Costo estimado	Plazo de implementación
<ul style="list-style-type: none"> Reducción del potencial de daños y pérdidas asociadas al cambio climático. Acceso a fuentes de financiamiento para la implementación de las acciones de prevención, reducción, preparación y respuesta antes los eventos extremos asociados al cambio climático. Generación de conocimiento en materia climática a través de la elaboración de nuevos planes y estudios de vulnerabilidad y riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> El costo estimado para la implementación de la medida es bajo. Los costos de inversión están enfocados principalmente a la articulación interinstitucional entre diferentes actores clave. <div style="text-align: center;">  <p>Bajo</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> Largo (más de 5 años)

Indicadores de seguimiento	<ol style="list-style-type: none"> Número de instituciones aliadas que incorporan acciones climáticas en sus presupuestos. Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo. Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo aprobadas.
-----------------------------------	---

7.4 Estructura de implementación

7.4.1 Estructura y ruta de implementación

Para que Turrialba consiga implementar medidas de adaptación, es necesario plantear una estructura operativa que facilite la ejecución gradual de estas, según las prioridades y los lineamientos previstos en este documento, así como realizar el seguimiento de su implementación a través del monitoreo y de la evaluación.

Para ello, se debe tener mapeados a los actores clave y autoridades competentes en materia de cambio climático, ya que son la base para la estructura y ruta operativa de implementación del Plan de Acción. En este sentido, a lo largo del documento se han identificado desde dos perspectivas:

- Mapeo de actores en función de su relevancia (Ver anexo 4)
- Identificación de actores responsables de la implementación de cada una de las medidas priorizadas en el marco del Plan de Acción (ver apartado 7.3.)

Por otro lado, para la implementación y seguimiento del plan Turrialba ha elegido la conformación de la figura de una **Comisión Cantonal de Cambio Climático** con participación de actores locales y municipales, tales como: Concejo Municipal, Planificación Municipal, SINAC, UCR, CATIE, MAG, SENARA, Grupo ICE y sociedad civil. Esta comisión será oficializada como parte de proceso de aprobación del plan ante el Concejo Municipal.

Esta comisión además se acompañará de la experiencia técnica de los profesionales municipales de los departamentos de gestión ambiental, planificación municipal, gestión del recurso hídrico (acueducto municipal), planificación, desarrollo y control urbano y territorial, gestión vial, gestión social o bienestar, inversión u obras. Además, será la encargada de articular con otras comisiones y comités cantonales como el Concejo de Coordinación Interinstitucional y el Comité Municipal de Emergencias.

Finalmente, para la implementación de las medidas de adaptación del presente Plan, es necesario tener en consideración los elementos comunes que finalmente constituyen los pasos clave para la ruta de implementación:

1. **Generación de un diagnóstico** que establezca las prioridades desde la perspectiva climática a abordar en el cantón. Tiene como objetivo reforzar la generación y el uso de información basada en la ciencia, a fin de diseñar, establecer y priorizar medidas robustas que contribuyan a la adaptación y faciliten la toma de decisiones de manera informada.

2. **Priorización de medidas de adaptación al cambio climático** con el objetivo de identificar medidas de alto impacto para reducir el riesgo climático y viables de acuerdo con los criterios y necesidades establecidos por el cantón.
3. **Articulación con los instrumentos de desarrollo nacional y cantonal** con el objetivo de incorporar las medidas de adaptación en los diferentes instrumentos y mecanismos de desarrollo a nivel nacional y cantonal, además de que puedan ser incluidos en mecanismos no públicos, a fin de que los actores no estatales contribuyan al esfuerzo de la adaptación.
4. **Aprovechamiento de fuentes de financiamiento para la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático** para garantizar el cofinanciamiento y la participación de diferentes actores, locales e internacionales, públicos y privados, a fin de aprovechar diferentes mecanismos de financiamiento que apoyen a la implementación de medidas de adaptación.
5. **Seguimiento a la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático** a través del monitoreo y de la evaluación de las medidas de adaptación, a fin de hacer seguimiento del cumplimiento de las metas propuestas.
6. **Socialización del plan para el fortalecimiento institucional en adaptación** del cantón para orientar la implementación de medidas de adaptación a través de estrategias de comunicación, construcción de capacidades y transferencia de conocimientos los actores clave.

La gestión del riesgo climático es un proceso cíclico de mejora continua donde los pasos clave son los propuestos a continuación. En el presente PAAC, el paso 1 y 2 ya vendrían desarrollados en los correspondientes capítulos, sin embargo, la gestión del riesgo climático debe ser un proceso vivo, por lo que se recomienda que el presente PAAC pueda ser revisado y actualizado periódicamente en función del éxito en el cumplimiento de las metas establecidas.

Puesto que los pasos **1 Generación de un diagnóstico y 2 Priorización de medidas de adaptación al cambio climático** ya se han ejecutado durante la elaboración del presente Plan, es necesario que la ruta de implementación se oriente hacia la consecución del resto de pasos (3-6).

7.4.2 Condiciones habilitantes

Las condiciones habilitantes representan un conjunto de elementos que deben estar disponibles o solventados para que pueda tener lugar la implementación de las medidas de adaptación. Dicho de otra manera, se trata de las barreras que deben ser superadas para que se produzca la acción climática. Estos elementos incluyen aspectos relacionados con arreglos institucionales, el fortalecimiento de capacidades, la información, la investigación, el desarrollo tecnológico o los instrumentos normativos, entre otros.

Las condiciones habilitantes para cada una de las medidas de adaptación se han identificado en el apartado 7.3.2. A continuación, se describen de forma general las principales condiciones habilitantes para el cantón de Turrialba.

Articulación

El Plan de Acción para la Adaptación Climática responde a compromisos nacionales para la reducción del riesgo climático, y debe por lo tanto estar alineado con todos los instrumentos de gestión integral del cambio climático para aumentar así su coherencia, eficiencia y eficacia en la transición de Costa Rica en general y de Turrialba en particular hacia un territorio más resiliente.

Por un lado, el Plan cumple con una articulación vertical con las diferentes autoridades regionales y nacionales, así como los principales instrumentos de gestión del cambio climático como la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (2018-2030), la NDC 2020 o el Plan Nacional de Adaptación (2022-2026) a fin de asegurar una correlación entre lo nacional y subnacional.

Por otro lado, la articulación horizontal también resulta clave y fomenta el trabajo conjunto e integrado con las diferentes autoridades cantonales competentes en materia de cambio climático. En este sentido, cabe destacar todos los instrumentos cantonales y sectoriales identificados en el apartado 4.3.

En particular, en Turrialba los principales instrumentos con los que se recomienda articular el presente Plan son los que se muestran más abajo, estando algunos de ellos vigentes y otros se espera que se desarrollen en un futuro próximo dado su carácter obligatorio por ley en Costa Rica. Para los instrumentos vigentes o en desarrollo, la recomendación es establecer el alineamiento en las actividades de seguimiento o de participación, así como en las futuras actualizaciones de estos. Para los instrumentos que aún no existen se deberá planificar desde etapas tempranas la forma de integrar los resultados del diagnóstico y las medidas de adaptación del presente plan en las fases de formulación e implementación de estos.

- Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local de Turrialba 2016-2026: vigente desde 2016
- Plan Cantonal de Emergencias: no desarrollado, pero de carácter obligatorio de acuerdo con la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo (Nº 8488).

En el caso del Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local, se trata de un instrumento en el cual se definen los objetivos, estrategias, programas y/o proyectos que se van a impulsar en el cantón para garantizar la prosperidad de todos los habitantes del territorio. En este caso, las sinergias deben ir orientadas al establecimiento de líneas de acción similares donde se podrán establecer metas conjuntas para lograr una implementación efectiva de ambos planes.

Por otro lado, los planes cantonales de emergencias resultan clave para garantizar una articulación e integración del cambio climático en la planificación cantonal. Aunque la Gestión del Riesgo de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático nacen en distintos momentos, ambas dirigen sus esfuerzos hacia el desarrollo sostenible y el logro de una sociedad segura mediante la reducción de la pobreza.

Por lo tanto, es necesario que ambas estrategias converjan de la mano y se busquen sinergias, con el objetivo de alcanzar de una forma efectiva el cambio hacia el aumento de la seguridad humana y su bienestar, así como el de los ecosistemas que la sustentan. Por ejemplo, el objetivo de la Adaptación al Cambio Climático de anticipar y responder a toda la gama de efectos de las condiciones climáticas cambiantes puede ofrecer nuevas perspectivas y oportunidades importantes a la Gestión de Emergencias y Riesgo de Desastres, que ofrece, por ejemplo, nuevos enfoques sobre cómo incorporar la información sobre el clima actual y futuro en la estimación y posterior gestión del riesgo.

Planificación territorial resiliente

El riesgo se construye sobre la base de decisiones cotidianas. Es un proceso social que no se hace visible hasta causar daños, alteraciones o pérdidas; por ello, se debe buscar una relación armónica entre la sociedad y el medio natural. Para ello, se debe realizar una planificación que contemple la zonificación impuesta por los procesos naturales. La planificación territorial es una de las principales condiciones habilitantes que se pueden implementar.

Sin embargo, cuando se llega demasiado tarde y el riesgo ya se ha construido se deben buscar alternativas que lo reduzcan de forma que los procesos más frecuentes provoquen un menor impacto en la sociedad. Para ello, se debe recurrir a las obras civiles que permitan reducir el riesgo de forma inmediata denominadas como “medidas estructurales”. Por tanto, la planificación territorial se encuentra íntimamente ligada con la construcción del riesgo.

Por otro lado, el ámbito del planeamiento cantonal es especialmente adecuado para avanzar en un diseño de ciudad sostenible y en planificar ciudades desde la perspectiva de la reducción de GEI y mejora de la resiliencia.

Investigación y generación de información

La investigación y generación de información sobre la adaptación al cambio climático en Costa Rica es una condición habilitante clave para la toma de decisiones informada. La generación de información permite el diseño de políticas públicas orientadas a atenuar los efectos adversos del cambio climático y a definir acciones de adaptación, orientadas a trazar una senda de desarrollo y crecimiento resiliente con economías bajas en carbono basadas

en la equidad e inclusión social, no sólo presente sino también para las futuras generaciones.

En el marco del presente plan se ha encontrado una barrera en relación con la limitación de información disponible para caracterizar las amenazas y la vulnerabilidad del territorio. 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.

Sensibilización y capacitación

La sensibilización y capacitación puede analizarse desde una doble perspectiva. Existen medidas de adaptación al cambio climático enfocadas explícitamente en la aumentar la capacidad adaptativa a través de la sensibilización y capacitación de la población y entidades públicas y privadas, con el objetivo de garantizar el acceso de la información a la población, así como dar las herramientas necesarias a los tomadores de decisiones para que puedan incorporar la resiliencia de forma transversal en la planificación cantonal. Sin embargo, para el resto de las medidas de adaptación enfocadas en reducir la vulnerabilidad y/o la exposición, este concepto resulta una barrera en sí mismo para una efectiva implementación de estas.

En este sentido, una eficiente sensibilización en materia de adaptación al cambio climático es un requisito indispensable y una ventana de oportunidad que debe situarse como prioridad en la implementación de todas las medidas del presente Plan de Acción para la Adaptación Climática, a fin de asegurar el conocimiento de los beneficios y oportunidades de integrar la adaptación al cambio climático en la gestión de toda organización e institución visibilizando un permanente llamado a la acción climática que corresponde a todos los habitantes de Costa Rica.

Fortalecimiento institucional

El fortalecimiento institucional consiste en la mejora de la eficiencia y la eficacia a nivel organizacional y apunta al desarrollo de capacidades de las instituciones y estructuras democráticas, particularmente las cercanas al ciudadano, con el objeto de contribuir al crecimiento económico sostenible y resiliente.

En todo proceso de fortalecimiento institucional los que dirigen y lideran las entidades juegan un rol fundamental. En este sentido, los procesos de fortalecimiento institucional serán muy dependientes de la posibilidad de crearle a dichos procesos esquemas de gobernabilidad que contribuyan a la construcción de entornos más favorables para los mismos. En este sentido, se deberá identificar los actores que jueguen un rol en los procesos, sus intereses, su poder relativo en la institución misma como en su entorno relevante, los objetivos que deseen alcanzar y en qué medida estos sean favorables o contradictorios con las iniciativas de fortalecimiento. Procesos de fortalecimiento

institucional que no cuenten con esquemas de gobernabilidad diseñados e implementados, por lo general tienen pocas posibilidades de ser exitosos.

Recursos financieros

El acceso a los recursos y fuentes de financiamiento y la potencial brecha económica entre los recursos disponibles y los necesarios es una barrera importante para la acción climática en adaptación. Por ello, la identificación y el aprovechamiento de las fuentes de financiamiento existentes, tanto a nivel global, nacional como subnacional, así como otras formas de apoyo es un paso clave en la ruta de implementación del presente plan. En este sentido, en el apartado 9 se hace un análisis de la arquitectura del financiamiento climático aplicable en Costa Rica en el marco de la adaptación, con el objetivo de contribuir a la efectiva implementación del Plan de Acción para la adaptación Climática.

8 Esquema de Monitoreo y Evaluación

8.1 Modelo de gestión

En el marco del cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales, es preciso desarrollar el seguimiento y el reporte periódico del nivel de avance en la implementación de las medidas de adaptación del presente PAAC. De hecho, el esquema de M&E deberá generar insumos para elaborar informes de forma sistemática los cuales reflejen el progreso de la adaptación, así como sus resultados (Red Global del NAP, 2019).

El objetivo de este apartado es brindar orientaciones técnicas y metodológicas para monitorear, evaluar y reportar los avances y los logros en la adaptación al cambio climático, por parte de los diversos actores de nivel cantonal hasta los gobiernos regionales.

La implementación de un esquema de M&E facilita dar cuenta de los avances mediante la comprobación de los resultados de este y tomar acciones respecto de las decisiones estratégicas y de las necesidades de procesos de diálogo con quienes estén involucrados en torno a la adaptación al cambio climático. A su vez, es posible identificar los puntos críticos que limitan la implementación de las medidas, sentar las bases para la elaboración de reportes y proveer de información a quienes estén involucrados en la gestión de la adaptación al cambio climático para que tomen decisiones sobre los logros de los resultados, sobre el incremento de la capacidad adaptativa y sobre las oportunidades que ofrece el cambio climático.

En este sentido, el Decreto N°41127-MINAE establece que el Sistema Nacional de Métrica en Cambio Climático (SINAMECC) es la plataforma oficial de compilación y gestión de los datos e información producidos por las instituciones públicas en cambio climático y del sector privado, la academia y la sociedad civil cuando corresponda. Se indica que el SINAMECC es la plataforma para evaluar y dar seguimiento a las acciones de adaptación, así como los medios de implementación y los co-beneficios asociados.

El modelo de gestión para el marco del monitoreo y evaluación del PAAC consiste en el mecanismo para la solicitud, reporte, almacenamiento, procesamiento, visualización y análisis de la información asociada a las metas establecidas para el cumplimiento de los objetivos de adaptación del cantón. En este sentido, el MINAE se encuentra actualmente finalizando el diseño de la Herramienta de Monitoreo y Evaluación de Acciones de Adaptación, cuyo objetivo es registrar e integrar las acciones de adaptación en el Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático (SINAMECC), así como sus indicadores de seguimiento. La meta de esta herramienta es la consolidación de un conjunto de acciones de adaptación coordinadas que contribuyan a la adaptación climática del país, acceso a la información, desarrollo de reportes.

Igualmente, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (NAP) integra las metas regionales, por lo que la recopilación y reporte de las acciones regionales realizadas, su avance y sus resultados se realizará a través del mecanismo e instrumento que se elabora en el marco del NAP y que está alineado con las necesidades de reporte de las metas país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). El modelo de gestión del NAP indica que el monitoreo y evaluación se reporte de forma anual, por lo que se recomienda que el presente PAAC pueda alinearse con los tiempos establecidos en el NAP.

Por último, al igual que se plantea en el NAP, se sugiere que se desarrollen informes anuales de seguimiento, mediante los cuales se reportará el estado de avance de las medidas planteadas. Estos informes pueden ser generados en el último trimestre de cada año y puestos a disposición del público interesado.

8.2 Indicadores de Monitoreo y Evaluación (M&E)

La evaluación del éxito de las actividades centradas en mejorar la resiliencia, aumentar la capacidad adaptativa o reducir la vulnerabilidad, requiere que estas estructuras abstractas se vuelvan operativas transformándolas en cantidades medibles. Del mismo modo, estos conceptos medibles deben rastrearse durante un tiempo lo suficientemente prolongado para detectar cambios significativos, y ser interpretados en el contexto de las tendencias y variaciones climáticas.

Para todo esto se plantean indicadores, cuyo monitoreo, seguimiento y reporte de estos permitirá dar luz sobre la efectividad de implementación de las medidas, así como el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en el presente PACC. En este sentido, en la Tabla 26 se plasman los indicadores propuestos para cada una de las medidas de adaptación al cambio climático.

Tabla 26. Listado e indicadores de M&E.

Ejes estratégicos y medidas asociadas	Indicadores
EJE ESTRATÉGICO 1: ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	
M-1.1 Creación de una plataforma digital para la divulgación de información relacionada con la acción climática cantonal.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plataforma creada. ▪ Número de iniciativas compartidas en la plataforma. ▪ Número de personas usuarias de la plataforma.
M-1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de actividades de educación realizadas. ▪ Número de personas participantes de las actividades de educación segregadas por género ▪ Número de personas indígenas participantes de las actividades de educación ambiental
EJE ESTRATÉGICO 2: PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE	
M-2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión municipal.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de instrumentos de planificación municipales que incorporan criterios y acciones de adaptación
M-2.2 Fomento de las condiciones para la resiliencia a nivel comunal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de comités locales de emergencia sensibilizados en adaptación al cambio climático. ▪ Número de planes locales de gestión del riesgo que consideran la variable adaptación
EJE ESTRATÉGICO 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO.	
M-3.1 Fomento a la investigación para la conservación de la biodiversidad local.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de trabajos académicos realizados.
M-3.2 Fortalecimiento de la gestión integrada del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Figura de enlace con las asadas creada. ▪ Número de proyectos realizados en el marco del programa.
EJE ESTRATÉGICO 4: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES	
M-4.1 Desarrollo de infraestructura y servicios públicos con criterios de adaptación al cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de obras de infraestructura y servicios que incorporan criterios de adaptación al cambio climático en su diseño

Ejes estratégicos y medidas asociadas	Indicadores
M-4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad de residuos gestionados a través de prácticas innovadoras y sostenibles. ▪ Número de proyectos realizados en manejo de residuos sostenible. ▪ Plan para la continuidad del servicio de recolección creado ▪ Plan Vial Quinquenal ajustado considerando los caminos prioritarios para el servicio de recolección.
EJE ESTRATÉGICO 5: ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE	
M-5.1 Fomento de las buenas prácticas de producción y el consumo responsable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de alianzas para el fomento de la producción y el consumo responsable ▪ Números de personas capacitadas segregado por género y sector económico.
M-5.2 Fomento de la innovación y la eco-competitividad de los sectores productivos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de alianzas establecidas para el fomento de la innovación y la eco competitividad. ▪ Número de actividades de fomento de la innovación y la eco competitividad realizadas
EJE ESTRATÉGICO 6: LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.	
M-6.1 Coordinación multisectorial y multinivel para el fomento de la adaptación cantonal.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de actividades de intercambios de experiencias multisectoriales en el cantón. ▪ Número de iniciativas y/o proyectos ejecutados de forma interinstitucional
M-6.2 Identificación acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de instituciones aliadas que incorporan acciones climáticas en sus presupuestos. ▪ Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo. ▪ Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo aprobadas.

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

Por otro lado, a continuación, se presenta la ficha ejemplo de cada uno de los indicadores, con información adicional clave para el monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación como la fuente, metodología de recopilación, periodicidad, línea base y metas esperadas, que pueden ser consultadas en el Anexo 6. Fichas de Monitoreo y Evaluación.

Cabe destacar que el seguimiento de la implementación de las acciones recae en la figura de la Comisión Cantona de Cambio Climático liderada por la municipalidad, por lo que el seguimiento al esquema de monitoreo y evaluación propuesto requiere la articulación entre organizaciones e instituciones aliadas para generar los procedimientos y la información necesaria para el reporte de los indicadores y evidencias del avance en la implementación del Plan.

Respecto a la inclusión de la información recopilada del esquema de monitoreo y evaluación en el Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climática esta será una responsabilidad municipal como el actor líder en la implementación del plan.

Tabla 27. Ejemplo de ficha de indicadores de Monitoreo y Evaluación (M&E)

EJE DEL PAAC			
MEDIDA		M-1.1 Nombre de la medida incorporada en el correspondiente eje	
Indicador 1		Nombre del indicador propuesto	
Fuente de información		Fuente de información o entidad que dispone la información para recopilar el indicador.	
Metodología		Metodología de recopilación del indicador.	
Periodicidad de monitoreo		Periodicidad recomendada para reportar el indicador.	
Línea base		Meta	
Año de línea base.	Valor de la línea base del indicador.	Año de la meta.	Valor de la meta del indicador.

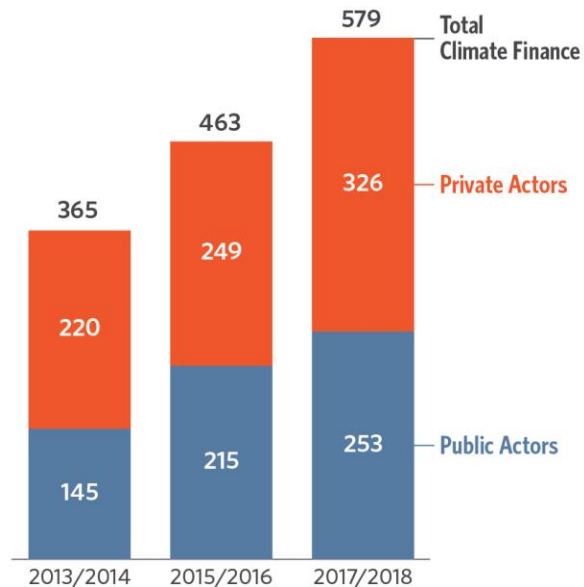
9 Opciones de financiamiento

En este apartado se recoge una revisión global, nacional y local de la arquitectura del financiamiento climático aplicable en Costa Rica en el marco de la adaptación, con el objetivo de contribuir a la efectiva implementación del Plan de Acción para la adaptación Climática de Turrialba.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), definió el financiamiento climático como los flujos financieros cuyo efecto esperado es reducir las emisiones netas de GEI y/o aumentar la resiliencia a los impactos de la variabilidad climática y el cambio climático proyectado (IPCC, 2014).

El Acuerdo de París establece que los países desarrollados deben seguir encabezando los esfuerzos orientados a la movilización del financiamiento climático, con la consiguiente decisión de la Conferencia de las Partes (COP) de establecer una meta colectiva de superar de aquí a 2025 el mínimo anual comprometido en Copenhague en 2009 de 100 000 millones de USD para 2020 (CMNUCC, 2016). La (OCDE, 2015) concluyó que los países desarrollados habían destinado 62 000 millones de USD de fuentes públicas y privadas a países en desarrollo en 2014. Un alto porcentaje de este financiamiento para el clima proviene del sector privado, y no está clara la cantidad adicional de financiamiento público. El informe *Global Landscape of Climate Finance 2019* (CPI, 2019) recoge para la etapa 2013-2018 la siguiente división de fondos público-privados:

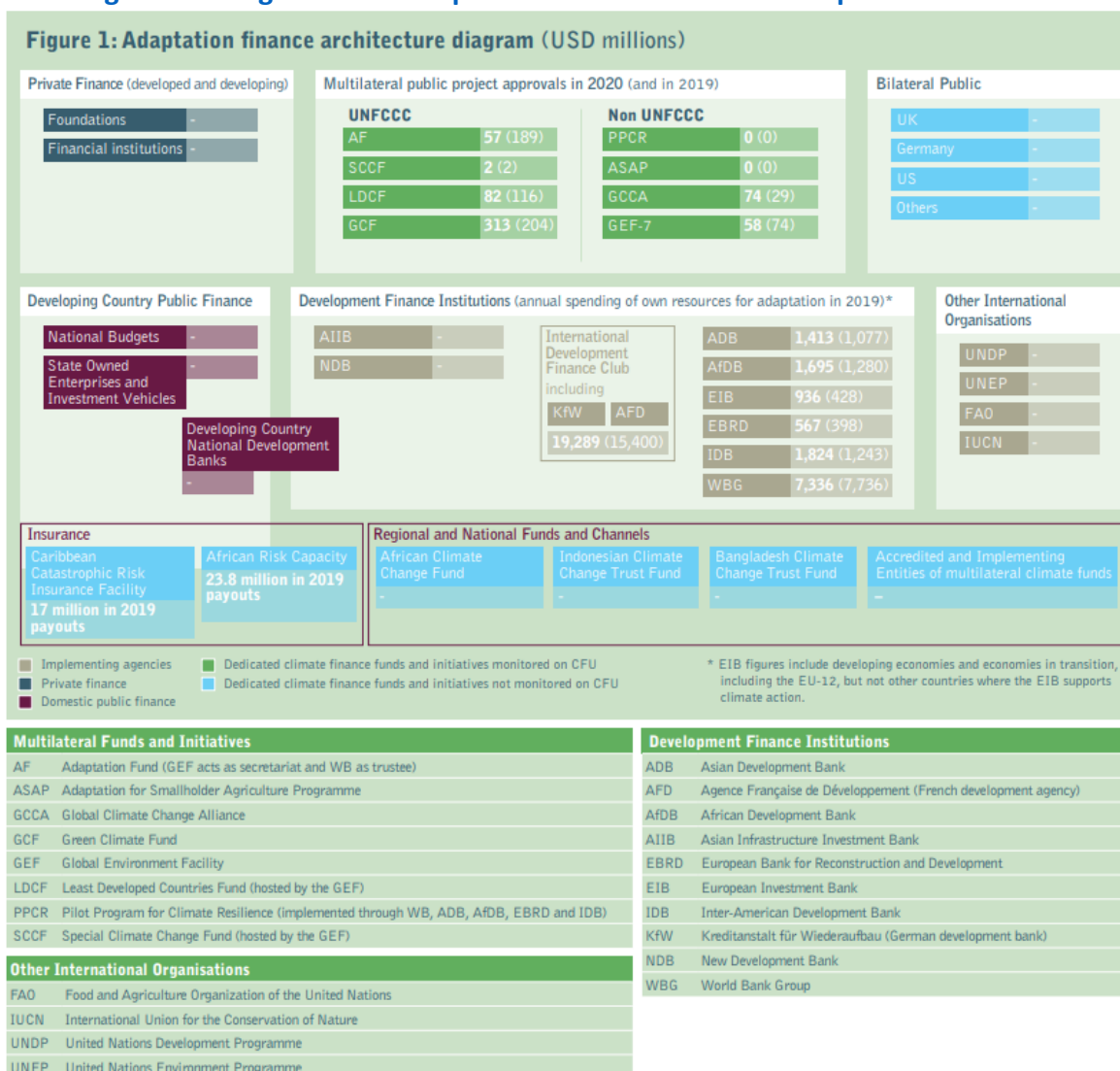
Figura 30. Desglose de los flujos de financiación climática mundial por agentes públicos y privados, 2013-2018 (media de dos años, miles de millones de USD).



Fuente: (CPI, 2019).

Por otro lado, el *Climate Funds Update* (CFU)⁸ trata de realizar un seguimiento a esta estructura financiera. Los fondos para el financiamiento climático se canalizan a través de canales multilaterales y bilaterales, que pueden estar tanto dentro como fuera del marco de financiamiento de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Y el Acuerdo de París; y por otra parte a través de fondos nacionales y regionales de cada uno de los países. (Ver Figura 2).

Figura 31. Diagrama de la arquitectura financiera de la adaptación climática.



Fuente: (Watson, C. y Schalatek, L., 2021)

Tal y como recoge el informe de (Frisari, G., Gallardo, M., Nakano, C., Cárdenas, V., y Monnin, P., 2020) para el BID, en 2015 los riesgos relacionados con el clima fueron incorporados oficialmente a la agenda de los mercados financieros. El Consejo de Estabilidad Financiera (FSB, por sus siglas en inglés), organismo internacional creado en la

⁸Disponible en: <https://climatefundsupdate.org/>

Cumbre del G20, estableció en 2015 un Grupo de Trabajo para promover la Divulgación de Información Financiera relacionada con el Clima (TCFD, por sus siglas en inglés) con el objetivo de apoyar el sistema financiero en la comprensión del impacto del cambio climático en los mercados financieros. En 2017 el TCFD publica un informe⁹ en el que establece un marco para la identificación y gestión de riesgos climáticos en la operación de instituciones financieras y no financieras. En este contexto, el **Banco Central de Costa Rica** se ha unido recientemente a la Red para apoyar el Enverdecimiento de los Sistemas Financieros (NGFS, por sus siglas en inglés)¹⁰, fundada en 2017 por el Banco de México y formado por ocho bancos centrales y supervisores financieros.

El financiamiento climático por tanto acoge todas las fuentes de financiación disponibles: públicas o privadas, a escala internacional, nacional, regional o local que puedan contribuir al desarrollo de proyectos y acciones que persigan los objetivos de actuación en la lucha contra el cambio climático (tanto en el contexto de adaptación como de mitigación). En este sentido, en el Anexo 7 se recogen las principales fuentes de financiación identificadas **en materia de adaptación con especial relevancia para Costa Rica**.

Igualmente, los proyectos en actual desarrollo en Costa Rica de cambio climático facilitados por fuentes de financiamiento internacionales pueden consultarse en la web del Gobierno de Costa Rica <https://cambioclimatico.go.cr/proyectos-climaticos/>.

⁹ [FINAL-2017-TCFD-Report-11052018.pdf \(bbhub.io\)](#)

¹⁰ <https://www.banque-france.fr/en/financial-stability/international-role/network-greening-financial-system>

10 Conclusiones y recomendaciones

El presente documento recoge el Plan de Acción para la Adaptación Climática de Turrialba (PAAC), el cual pretende ser un documento de referencia que estructure la acción climática en el cantón. 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 las brechas de desigualdad, entre ellas de género y socioeconómica, igualdad de oportunidades y conservación del patrimonio natural.

El Plan se ha estructurado en 4 principales fases como se detalla en los primeros apartados (diagnóstico, marco estratégico, monitoreo y reporte y financiamiento), donde el diagnóstico ha sido la base para 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 Turrialba.

Para sustentar adecuadamente las etapas de formulación e implementación del PAAC, se completaron diferentes ejercicios en el diagnóstico. Entre ellos 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 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 sequía, inundaciones y deslizamientos son las amenazas más recurrentes en el cantón. De cara al futuro, los resultados obtenidos indican que el riesgo de experimentar episodios de olas de calor se verá significativamente incrementado. 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 los humedales. Aproximadamente un 80% de las fincas dedicadas a estas actividades y la totalidad de los humedales podrían verse afectados por episodios de sequía con un riesgo medio-alto y alto. Por otro lado, aproximadamente un 60% de la población se encuentra en riesgo frente a deslizamientos e igualmente sufrirá el aumento de las temperaturas en forma de olas de calor.

Esto obliga a considerar la necesidad de articular una estrategia 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, el análisis DAFO definido en el en el apartado 6, permiten conocer las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades para facilitar la definición de la visión, ejes estratégicos y los objetivos de adaptación del PAAC. Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra que las comunidades están dispuestas a participar y su propia cultura, así como la propia presencia de las instituciones y el mejoramiento de las políticas.

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 climáticos 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.

La estrategia de adaptación propuesta en el PAAC busca, en términos generales, reducir los impactos desencadenados por las amenazas climáticas, así como aprovechar las oportunidades que ofrece este para el desarrollo sostenible y resiliente, teniendo siempre presente un enfoque inclusivo e integrador con respecto al género, la diversidad cultural.

En este sentido, esto se ha concretado en una visión del cantón, y un total de 6 ejes y objetivos estratégicos. Estos ejes estratégicos se han desarrollado piramidalmente a través de un total de 15 medidas de adaptación al cambio climático. El nivel de detalle con el que han sido definidas estas medidas permitirá establecer objetivos y metas concretas, condiciones habilitantes y actores involucrados en su implementación, posibles cobeneficios e indicadores de seguimiento concretos.

No obstante, para dotar de adecuada consistencia al PAAC, se ha puesto especial esfuerzo en desarrollar dos aspectos claves para hacer viable su propuesta estratégica. Se trata, en primer lugar, de la definición de un esquema de monitoreo y reporte consistente, basado en indicadores capaces de reportar el grado de cumplimiento de las medidas y su eficacia a la hora de reducir los riesgos climáticos sobre los que deben actuar.

El segundo de estos aspectos es el análisis financiero, que ha permitido identificar potenciales vías para complementar los presupuestos de las administraciones cantonales.

De este modo, si bien todas las acciones de adaptación resultarán efectivas incluso si no llegasen a materializarse los cambios en el clima pronosticados, se dispone de un insumo de información necesario a la hora de priorizar y/o estructurar propuestas de financiamiento.

En resumen, el presente PAAC 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.

Como todo documento estratégico, se trata de un instrumento vivo, que debe ser revisado y actualizado periódicamente. Esto facilitará mejorarlo, ampliando y renovando su capacidad y valor, a fin de garantizar las condiciones de resiliencia climática necesarias para avanzar en la senda del desarrollo sostenible.

11 Referencias bibliográficas

- Barahona, D., Méndez, J., & Sjöbohm, L. (2013). *Análisis de la susceptibilidad a deslizamientos en el distrito de Tres Equis: una base para la gestión del riesgo y ordenamiento territorial*. San José.
- CMNUCC. (2016). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 21er período de sesiones, celebrado en París del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2015*. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf>.
- CNE. (Enero de 2022). Obtenido de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/index.aspx
- CPI. (2019). *Global Landscape of Climate Finance 2019* [Barbara Buchner, Alex Clark, Angela Falconer, Rob Macquarie, Chavi Meattle, Rowena Tolentino, Cooper Wetherbee]. Disponible en: <https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/upl>. London: Climate Policy Initiative.
- Deschenes, O. (2014). Temperature, human health and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*(46), 606-619.
- ESA. (2021). *Climate Change Initiative*.
- Frisari, G., Gallardo, M., Nakano, C., Cárdenas, V., y Monnin, P. (2020). *Sistemas financieros y riesgo climático. Mapeo de prácticas regulatorias, de supervisión y de industria en América Latina y el Caribe, y las mejores prácticas internacionales aplicables*. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático.
- Gobierno de Costa Rica. (2018).
- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020a). *Contribución Nacionalmente Determinada*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020b). *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública*.
- INEC. (2011). *Censo de población*.
- INEC. (2014). *Censo agropecuario*.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Anex II: Glossary. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland.
- IPCC. (2014). *Quinto Informe de Evaluación del IPCC*.
- MIDEPLAN. (2017). *Índice de Desarrollo Social*.
- MIDEPLAN. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos*. San José de Costa Rica.
- MINAE y PNUMA. (2021). *Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático, con financiamiento del Fondo Verde para el Clima. Producto 2. Análisis de fuentes de financiamiento y mecanismos financieros para movilizar recursos e implementar medidas de adaptación priorizadas*.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2020). *Producto 1. Diagnóstico de capacidades, necesidades y herramientas existentes. Componente 5. Monitoreo y Evaluación*.

- 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). *Diagnóstico social, económico y espacial para el fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático del cantón de Turrialba*.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2013). *Índice de Desarrollo Social 2013*.
- Municipalidad de Turrialba. (2014). *Plan de Desarrollo Rural del Territorio Turrialba-Jiménez 2015-2020*.
- Municipalidad de Turrialba. (2015). *Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2016-2026*.
- Municipalidad de Turrialba. (2015). *Plan Estratégico Municipal 2016-2021*.
- Municipalidad de Turrialba. (2018). *Plan de Conservación y Desarrollo de la Red Vial Cantonal 2019-2023*.
- Municipalidad de Turrialba. (2018). *Plan de Gestión Integral del destino turístico 2019-2022*.
- O'Neill, M. S., & Ebi, K. L. (2009). Temperature Extremes and Health: Impacts of Climate Variability and Change in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(1), 13-25.
- OCDE. (2015). *Climate finance in 2013-14 and the USD 100 billion goal*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y Climate Policy Initiative (CPI). París Francia.
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Fenómeno El Niño 1997-1998*.
- Universidad de Costa Rica. (2017). *Índice de Competitividad Cantonal 2006-2016*.
- Watson, C. y Schalatek, L. (2019). *La arquitectura mundial del financiamiento para el clima. Información básica sobre financiamiento para el cambio climático 2. Climate Funds Update*.
- Watson, C. y Schalatek, L. (2021). *Climate Finance Thematic Briefing: Adaptation Finance. Climate Finance Fundamentals 3. Climate Funds Update*.
- Watson, C. y Schalatek, L. (2021). *Climate Finance Thematic Briefing: Adaptation Finance. Climate Finance Fundamentals 3. Climate Funds Update*.

12 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 resume con la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo climático} = \text{Peligrosidad} * \text{Exposición} * \text{Vulnerabilidad}$$

Para diferentes escenarios y horizontes temporales *Para cada receptor*

12.1 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.

12.1.1 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).

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

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 28. 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)	$x \leq 0$	Nulo	Existe una reducción del número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 durante el periodo analizado
	$0\% < x \leq 10\%$	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.
	$10\% < x \leq 20\%$	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.
	$20\% < x \leq 30\%$	Medio	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del periodo analizado registra un aumento de entre un 20% y un 30% con respecto al número de eventos recogidos durante el periodo de referencia.
	$30\% < x \leq 40\%$	Medio-Alto	El número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del 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 95 del periodo analizado es superior al 40% del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

12.1.1.1 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 29. 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 (2022)

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 con lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de inundación.

Tabla 30. Peligrosidad a inundaciones

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

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

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 31. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones

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

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

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

Tabla 32. 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 (2022)

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

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 con lo establecido en la siguiente matriz, con el fin de obtener un mapa con diferentes categorías sobre la amenaza de deslizamientos.

Tabla 33. 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 (2022)

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 34. 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 (2022)

12.1.2 Déficit de lluvias - Sequía

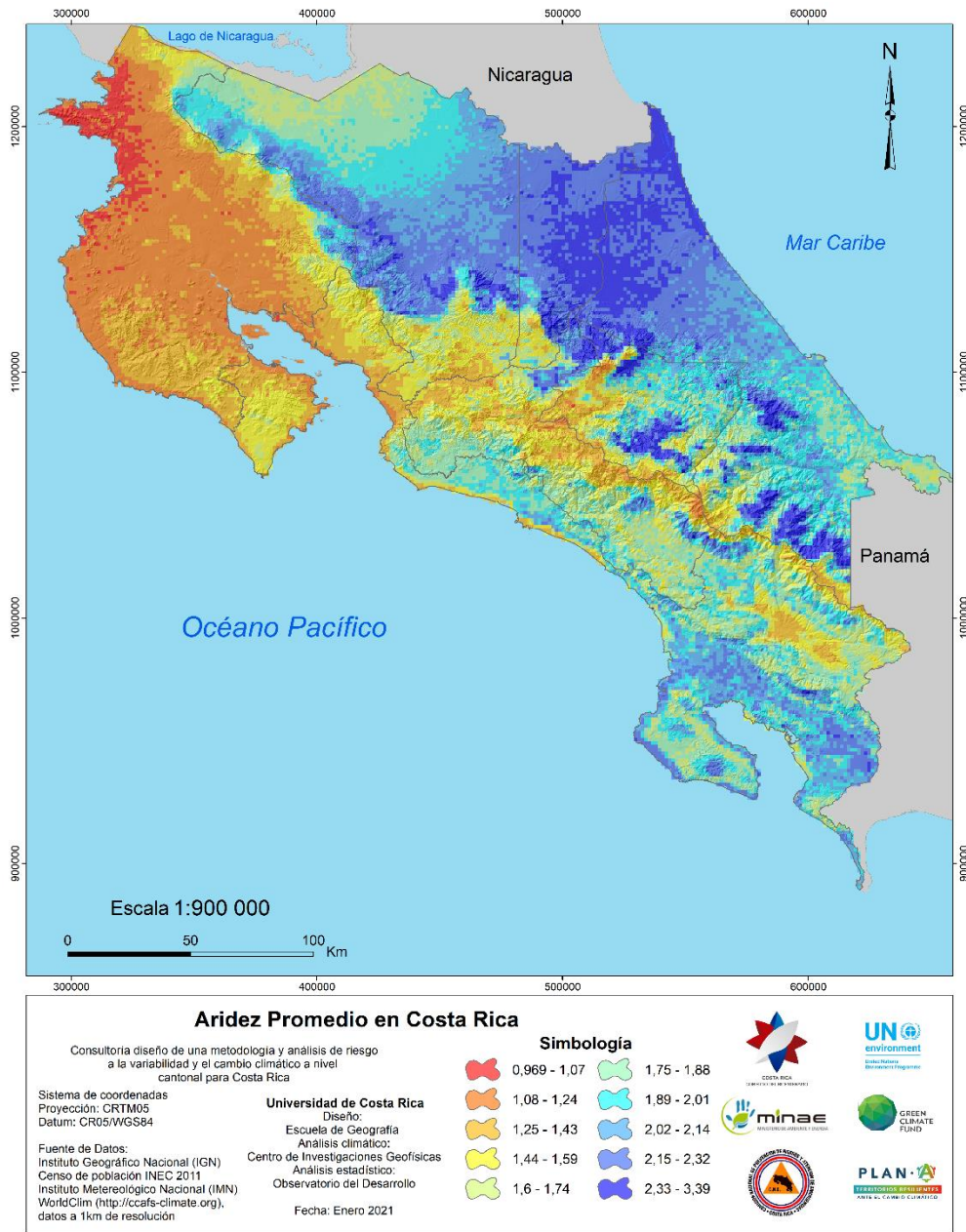
En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

Peligrosidad actual a sequía

Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez¹¹ global, obtenido a partir de los datos WorldClim 2.0 (1970-2000). Este índice representa la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (que a su vez depende de la temperatura), es decir, la precipitación sobre la demanda de agua para la vegetación (agregada sobre una base anual).

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

Figura 32. Índice de aridez promedio



Fuente: Plan-A (2020)

De esta manera se ha elaborado un mapa de susceptibilidad de sequías, de acuerdo con el criterio de categorización discreta de los valores globales del índice de aridez a escala nacional (mín.: 0.7, máx.: 4.4) en las cinco categorías que recoge la siguiente Tabla 35. 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 35. 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 (2022)

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:

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

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 36. 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)	$x \leq 0$	Nulo	Existe una reducción del número de días secos consecutivos durante el periodo analizado
	$0\% < x \leq 25\%$	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.
	$25\% < x \leq 50\%$	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.
	$50\% < x \leq 75\%$	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.
	$75\% < x \leq 100$	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 100% del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

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 37. 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 (2022)

12.1.3 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 las 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.

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

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 38. 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)	$x \leq 0$	Nulo	Existe una reducción del número de días cálidos consecutivos durante el periodo analizado
	$0\% < x \leq 25\%$	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.
	$25\% < x \leq 50\%$	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.
	$50\% < x \leq 75\%$	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.
	$75\% < x \leq 100\%$	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 (2022)

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

Tabla 39. Clasificación de la peligrosidad.

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

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

12.2 Exposición y vulnerabilidad

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

La justificación de esa elección queda detallada en el apartado de Cadenas de impacto (apartado 5.5), 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 5.6).

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

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

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

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

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

Áreas de acción	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
	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.

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

Tabla 40. Clasificación de la vulnerabilidad.

Grado de vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Escala numérica	1	2	3

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

12.3 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 geo procesos que se han efectuado con la información, se indica en cada punto la herramienta utilizada en el software que se ha empleado, en este caso ArcGIS en su versión 10.7.1.

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

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

donde el rango de valores resultantes del riesgo es de (11-35), de la vulnerabilidad es de (1-3), de la peligrosidad es de (1-5), y la exposición viene determinada por la ubicación geográfica del receptor.

3. Seguidamente, se agrega un nuevo campo donde se categoriza el resultado de la operación anterior (punto 2); de acuerdo con la siguiente matriz:

Tabla 41. Clasificación del riesgo.

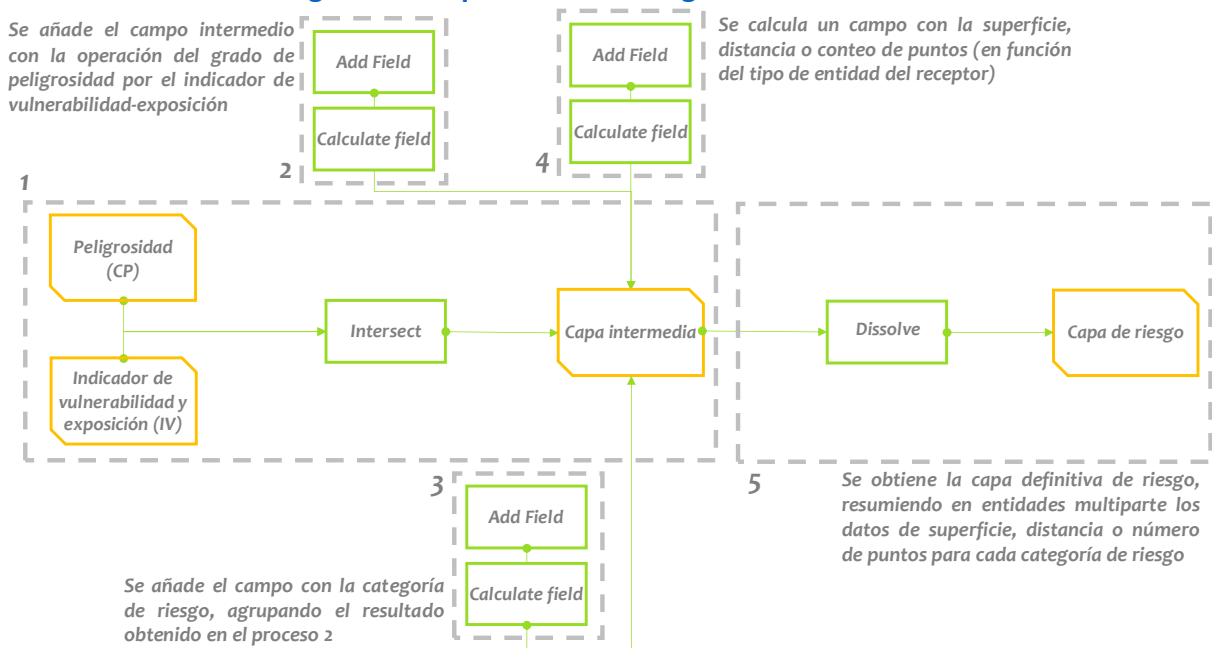
		Peligrosidad				
		Baja (1)	Media Baja (2)	Media (3)	Media Alta (4)	Alta (5)
Vulnerabilidad y exposición	Baja (1)	Bajo (11)	Medio Bajo (12)	Medio (13)	Medio Alto (14)	Medio Alto (15)
	Media (2)	Bajo (21)	Medio Bajo (22)	Medio (23)	Medio Alto (24)	Alto (25)
	Alta (3)	Medio Bajo (31)	Medio (32)	Medio Alto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

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

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

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

Figura 33. Esquema metodológico de cálculo.



Fuente: IDOM-CPSU (2022)

13 Anexo 2. Clima histórico y proyecciones climáticas en Costa Rica

13.1 Clima histórico

Para caracterizar el clima histórico del apartado 5.1 se ha utilizado la siguiente información:

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

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

13.2 Proyecciones climáticas

En Costa Rica, el IMN realizó los primeros escenarios regionalizados de cambio climático en 2012, y en el 2017 realizó una actualización de estos utilizando el modelo regional PRECIS. Igualmente, se realizó una tercera actualización en el año 2021 usando los escenarios de emisiones RCP2.6 y RCP8.5 en el periodo 2006-2099 para variables medias de temperatura y lluvia, poco apropiadas para caracterizar amenazas de carácter extremo por tratarse de valores medios.

(<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/ProyeccionesEscenariosClimaticos/ofline/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 38 para un listado de los modelos y su origen). Se trata de información de libre acceso a la cual se puede [acceder aquí](#).

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

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

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

Fuente: iniciativa NEX-GDDP de la NASA¹².

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

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

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

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

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

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

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

- 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.

$$\text{Porcentaje de cambio de las precipitaciones (\%)} = \frac{(\text{Prec}_{\text{periodo futuro}} - \text{Prec}_{\text{periodo histórico}})}{\text{Prec}_{\text{periodo histórico}}} \times 100$$

14 Anexo 4. Resumen del proceso participativo

El proceso de elaboración de este PAAC es el resultado de un proceso de aprendizaje e intercambio mutuo entre el equipo municipal y los actores locales de academia, sector público, sector privado y sociedad civil vinculados y/o necesarios para desarrollar con éxito esta estrategia de resiliencia climática.

Por lo que para la elaboración de este plan se realizaron una serie de reuniones técnicas y espacios participativos con las partes interesadas locales del cantón, con el fin de:

- Discutir y validar los resultados del diagnóstico cantonal
- Definir una visión cantonal y objetivos principales para la adaptación.
- Identificar y priorizar las medidas de adaptación mediante un análisis multicriterio.
- Definir los arreglos institucionales necesarios para la implementación y transversalización de las medidas de adaptación en instrumentos y procesos de planificación y gestión local.
- Revisar y validar los planes de acción.

A continuación (Tabla 43) se muestra la recopilación de los talleres y reuniones realizados para la elaboración de este plan, en el periodo comprendido entre octubre de 2021 y julio de 2022.

Tabla 43. Esquema de actividades previsto

Actividad	Objetivos / Propuesta de agenda
Reunión técnica 1 (Virtual)	Analizar conjuntamente el 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 Revisión del Perfil Local y el 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)	Revisión de la propuesta de visión y objetivos principales para la adaptación Selección y priorización de las medidas de adaptación
Reunión técnica 4 (Virtual)	Revisión del borrador del Plan de Acción
Tercer taller de validación (Presencial)	Validar la propuesta de Plan de acción con actores claves Definir la estructura de gobernanza del plan
Presentación final (Presencial)	Presentación final del plan ante el Concejo Municipal

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

Dichas actividades contaron con la participación de las siguientes personas (Tabla 44) que contribuyeron con sus conocimientos sobre la realidad cantonal para el desarrollo del PAAC.

Tabla 44. Personas asistentes a los procesos participativos

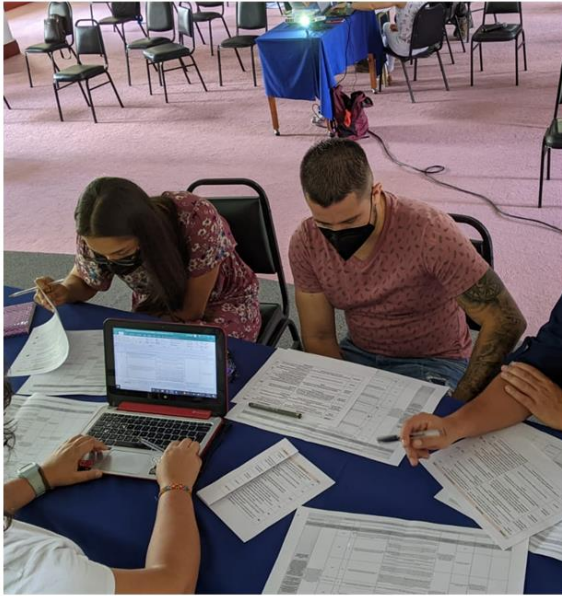
Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Diego Salazar Cubero	SINAC- Parque Nacional Volcán Turrialba
Vanessa Valverde	Municipalidad de Turrialba
Luis Estrada Chavarría	Municipalidad de Turrialba
Daniel Segura Saborío	Municipalidad de Turrialba
Alexander Rodríguez Vargas	Municipalidad de Turrialba
Lucrecia Esquivel	Municipalidad de Turrialba
Elmer Salazar	Municipalidad de Turrialba
Esteban Hernández	Municipalidad de Turrialba
Adrián Sánchez	Municipalidad de Turrialba
Freddy Pizarro	SINAC-Turrialba
David Loría	ADI Chirripó - Promotor CONAI
Miguel Salazar Rodríguez	SINAC-ACC-MNG
Iveth Cerdas	Turrialba Sostenible
Alberto Agüero	Descubre Turrialba
Arturo Rodríguez	Municipalidad de Turrialba
Luigui Sojo	Municipalidad de Turrialba
Gerardo Sequeira	Municipalidad de Turrialba
Laura Benegas	CATIE
Carlos Seas	MAG
Eduardo Soto	SENARA
Vanessa Zamora	SINAC Turrialba
Danilo Jiménez Robles	SINAC – PNUT
William Walter	CATIE
Josseth Araya Meneses	Municipalidad Turrialba
Eddy Romero del Valle	SENARA

Fuente: IDOM-CPSU (2022).

En las siguientes imágenes se ilustra el proceso participativo realizado para la construcción del PAAC de cantón de Turrialba.

Figura 34. Imágenes de los procesos participativos realizados



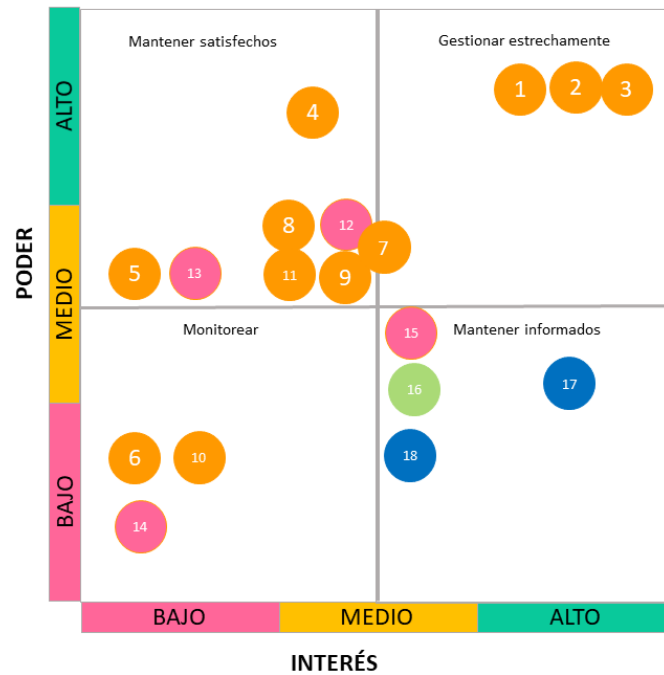


Fuente: IDOM-CPSU (2022)

14.1 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.

Figura 35. Matriz de relevancia de actores



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	2
Sector Público	5	Oficina de la Mujer	2	3
Sector Público	6	Ministerio de Salud	3	3
Sector Público	7	Comisión Nacional de Emergencias	2	2
Sector Público	8	Ministerio de Agricultura y Ganadería	2	2
Sector Público	9	Servicio Nacional de Riego y Avenamiento	2	2
Sector Público	10	Ministerio de Educación Pública	3	3
Sector Público	11	Instituto De Desarrollo Rural	2	2
Sector Privado	12	Cámaras de turismo	2	2

Sector Privado	13	Cámaras de comercio	2	3
Sector Privado	14	Bancos	3	3
Sector Privado	15	Empresas del cantón	2	2
Sociedad Civil	16	Asociaciones de Desarrollo	2	2
Academia	17	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	2	3
Academia	18	Universidad de Costa Rica	2	2

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

Fuente: IDOM-CPSU (2022)

15 Anexo 5. Análisis DAFO

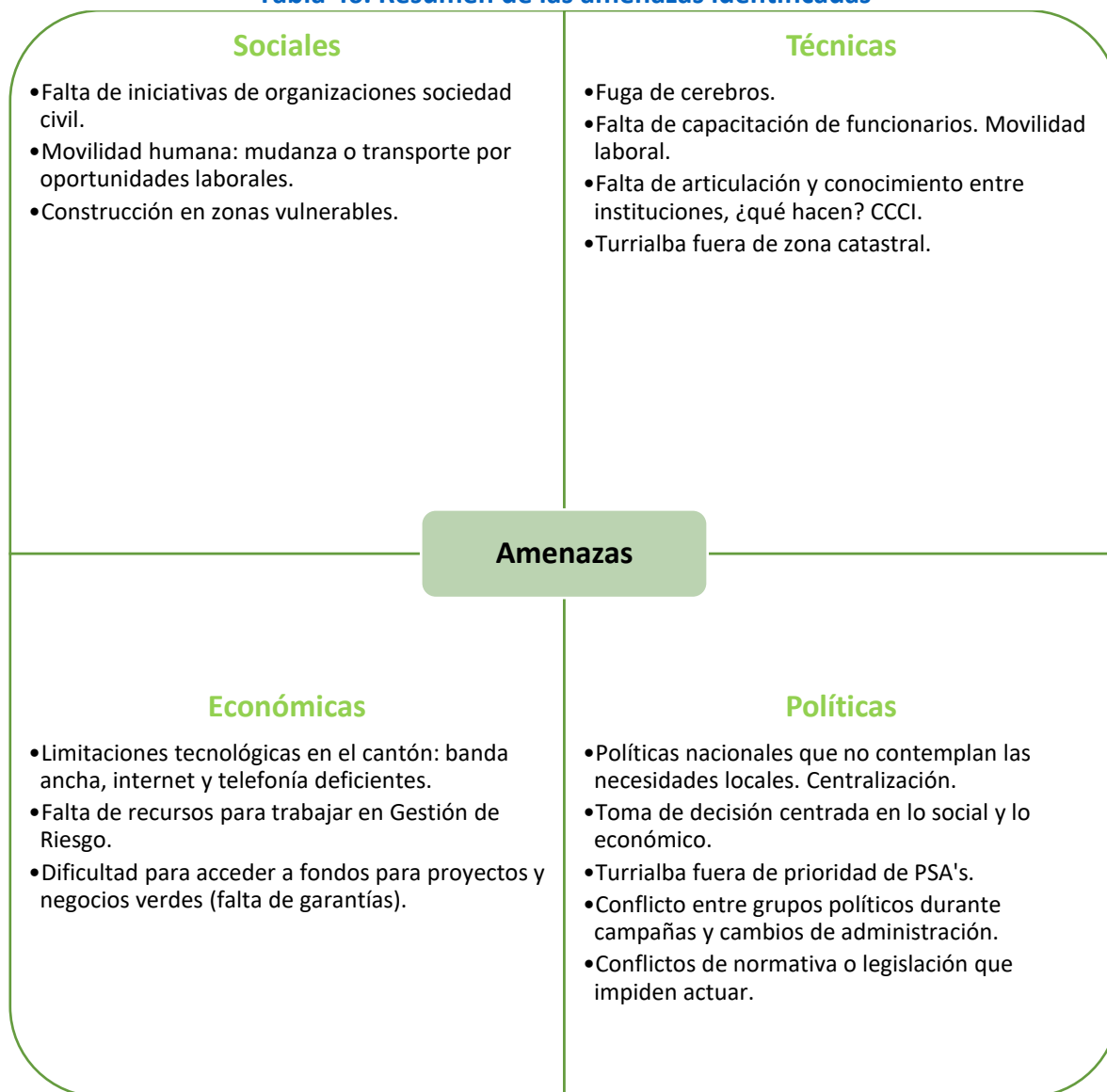
A continuación, se muestran los principales resultados derivados del análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO), desarrollado durante el taller 1. Los resultados se analizaron tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos.

Tabla 45. Resumen de las debilidades identificadas

<p style="text-align: center;">Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> •Pobreza •Desconocimiento social de manejo en temas básicos de ambiente. •Desconocimiento sobre el idioma de la población indígena. •Falta de consultas a los ciudadanos. •Falta de acciones para diferentes poblaciones en materia de educación ambiental. •Acceso a las tecnologías para la población. •Falta de comunicación con la sociedad civil desde la municipalidad. 	<p style="text-align: center;">Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> •Elaboración de un plan integrado de capacitación a la comunidad (instituciones). •Duplicidad de funciones. •Plaza de gestor ambiental sin ocupar o asignar. •Falta de supervisión en campo. La realidad es diferente a lo del papel. •Los profesionales trabajan como islas. •Falta de implementación de las políticas de Gestión de Riesgos. •Conflicto de competencias entre departamentos. •Falta de capacitación en el tema. •Utilización y acceso a las tecnologías. •Falta de coordinación entre los diferentes departamentos en las instituciones. •Falta de planificación. •Falta interés institucional en participar en temas ambientales. •Falta de claridad en las funciones. •Falta de recurso humano. Departamentos unipersonales. •Sobrecarga laboral de algunos funcionarios.
<p>Debilidades</p>	
<p style="text-align: center;">Económicas</p> <ul style="list-style-type: none"> •Asignación de recursos para la adaptación. No presupuestan el tema. •Falta de presupuesto asignado al tema ambiental. •Falta de ejecución de presupuesto de la municipalidad. •En caso SINAC cada año es mayor el recorte presupuestario. Difícil abordar el tema cambio climático. •No hay suficientes recursos económicos. •Presupuesto insuficiente para trabajar comunalmente en capacitación. •Restricciones para ejecución presupuestaria. •Gastos no cobrables, por ejemplo costo de alineamientos no se pueden cobrar a los usuarios. 	<p style="text-align: center;">Políticas</p> <ul style="list-style-type: none"> •Participación política del Concejo y Alcaldía. •Políticas cantonales débiles. No llegan al cumplimiento. •Falta resolver más rápidamente problemas, solicitudes, etc. •Poca o escasa comunicación con los diferentes entes competentes en permisos (SINAC-DA). •Falta conocimiento en el tema. •Intereses particulares o personales desde las personas del Concejo o partidos políticos.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 46. Resumen de las amenazas identificadas



Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 47. Resumen de las fortalezas identificadas

<p style="text-align: center;">Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finca de 73 hectáreas. Asegurar el recurso hídrico. • Programa de educación ambiental. • Fuerzas vivas, comunidades organizadas. • Pluriculturalidad del cantón. • Organizaciones representantes comunales. • Plan para la erradicación de zonas de alto riesgo en los márgenes del río Turrialba y parque lineal. • Varios grupos organizados con un enfoque ambiental. • Respuesta y solidaridad social ante eventos. 	<p style="text-align: center;">Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de desarrollo humano cantonal vigente. • Red gestores riesgo. • Existencia de la oficina de Gestión de Riesgo. • Proyecto Turrialba ODS. • Plan Integral de Residuos. • Trabajo transversal de la oficina de gestión de riesgo con las otras oficinas de la municipalidad. • Plan aprobado: Políticas, gestión y riesgo. • Se tiene un Plan de Gestión de Residuos. • Presencia de UNED, UCR, CATIE, INA y universidades privadas. • Política de reutilización del papel. Iniciativas a lo interno de la municipalidad con miras al ambiente: Digitalización.
<p>Fortalezas</p>	
<p style="text-align: center;">Económicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recurso amplio que se puede aprovechar (de forma sostenible). • Potencial de trabajo de empresas exportadoras. • Diversidad de empresas públicas y empresas. • Incentivos económicos a las Pymes. • Hay recursos destinados a iniciativas como: Centro de transferencia, Acopio, programas. • Turismo: hay un inventario y apoyo del ICT. • Estabilidad zonas francas en el cantón. 	<p style="text-align: center;">Políticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planes estratégicos y políticos. Planes de Desarrollo Humano. • Capacidad de los funcionarios de solicitar apoyo al gobierno central. • Legislación vigente. • 63% de áreas protegidas. • Apoyo del Concejo Municipal. • Posición geográfica del cantón. • Conexiones con la institucionalidad. • Instituciones presentes en el cantón.

Fuente: IDOM-CPSU

Tabla 48. Resumen de las oportunidades identificadas



Fuente: IDOM-CPSU

16 Anexo 6. Fichas de Monitoreo y Evaluación.

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.			
MEDIDA		1.1 Creación de una plataforma digital para la divulgación de información relacionada con la acción climática cantonal	
Indicador 1		Plataforma creada.	
Fuente de información		Departamento de Planificación y de Tecnologías de la Información Municipalidad de Turrialba	
Metodología		Revisión anual del estado de la plataforma por la municipalidad.	
Periodicidad de monitoreo		Anual.	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Plataforma creada y operativa.

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.			
MEDIDA		1.1 Creación de una plataforma digital para la divulgación de información relacionada con la acción climática cantonal	
Indicador 2		Número de iniciativas compartidas en la plataforma.	
Fuente de información		Departamento de planificación de la municipalidad	
Metodología		Revisión anual de las iniciativas compartidas en la plataforma por la municipalidad.	
Periodicidad de monitoreo		Anual.	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Al menos 10 iniciativas compartidas al año en la plataforma

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.			
MEDIDA		1.1 Creación de una plataforma digital para la divulgación de información relacionada con la acción climática cantonal	
Indicador 3		Número de personas usuarias de la plataforma.	
Fuente de información		Departamento de Planificación y de Tecnologías de la Información Municipalidad de Turrialba	
Metodología		Revisión anual de los usuarios participantes en la plataforma por la municipalidad.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Al menos 200 personas utilizan la plataforma

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.			
MEDIDA		1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.	
Indicador 1		Número de actividades de educación realizadas.	
Fuente de información		Organizaciones que forman parte de la Comisión Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Revisión anual por parte de la Comisión Cantonal de Cambio Climático de las actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo promovidas y organizadas al año	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2023	Al menos 5 actividades de educación organizadas al año

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.			
MEDIDA	1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.		
Indicador 2	Número de personas participantes de las actividades de educación		
Fuente de información	Organizaciones que forman parte de la Comisión Cantonal de Cambio Climático		
Metodología	Creación de un procedimiento y herramientas para la recopilación de información sobre la participación en las actividades de educación promovidas segregada por género y grupo etario. Revisión anual por parte de la Comisión Cantonal de Cambio Climático de la participación de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo promovidas y organizadas al año, segregada por género y grupo etario.		
Periodicidad de monitoreo	Anual		
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2023	Al menos 150 personas participan de las actividades de educación promovidas al año. De las cuales al menos el 40% deber ser mujeres

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.	
MEDIDA	1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.
Indicador 3	Número de personas de población indígena participantes de las actividades de educación ambiental
Fuente de información	Organizaciones que forman parte de la Comisión Cantonal de Cambio Climático
Metodología	Creación de un procedimiento y herramientas para la recopilación de información sobre la participación en las actividades de educación promovidas segregada por género y grupo etario. Revisión anual por parte de la Comisión Cantonal de Cambio Climático de la participación de personas indígenas en las actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo promovidas y organizadas al año.
Periodicidad de monitoreo	Anual

EJE 1. ACCESO A LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.			
MEDIDA		1.2 Promoción de actividades de educación sobre cambio climático y gestión del riesgo para los diversos sectores del cantón.	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2023	Al menos 25 personas indígenas capacitadas anualmente dentro del programa de educación.

EJE 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE.			
MEDIDA		2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión municipal	
Indicador 1		Número de instrumentos de planificación municipales que incorporan criterios y acciones de adaptación.	
Fuente de información		Departamento de Planificación Municipal y Comisión Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Desarrollar un procedimiento y herramientas para la recopilación de la información sobre los instrumentos de planificación municipales que incorporan criterios y acciones de adaptación. Revisión anual del Departamento de Planificación sobre los instrumentos de planificación actualizados y nuevos generados que incorporan la adaptación al cambio climático.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Al menos 3 instrumentos de planificación y ordenamiento territorial municipal incorporan la variable climática

EJE 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE.			
MEDIDA		2.2 Fomento de las condiciones para la resiliencia a nivel comunal	
Indicador 1		Número de comités locales de emergencia sensibilizados en adaptación al cambio climático.	
Fuente de información		Comisión Cantonal de Cambio Climático Comité Cantonal de Emergencias	
Metodología		Desarrollar un procedimiento y herramientas para la recopilación de la información sobre los procesos de capacitación dirigidos a los comités	

EJE 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE.			
MEDIDA		2.1 Incorporación de criterios de adaptación en la gestión municipal	
		locales de emergencia relacionados con la adaptación al cambio climático Revisión anual de la Comisión Cantonal de Cambio Climático para recopilar la información.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Al menos el 50% de los comités locales de emergencia han sido sensibilizados en adaptación al cambio climático

EJE 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL RESILIENTE.			
MEDIDA		2.2 Fomento de las condiciones para la resiliencia a nivel comunal	
Indicador 2		Número de planes locales de gestión del riesgo que consideran la variable adaptación	
Fuente de información		Comisión Cantonal de Cambio Climático Comité Cantonal de Emergencias	
Metodología		Desarrollar un procedimiento y herramientas para la recopilación de la información sobre los procesos de actualización y creación de los planes locales de gestión del riesgo. Revisión anual de la Comisión Cantonal de Cambio Climático para recopilar la información.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Al menos 5 planes locales de gestión del riesgo realizados que incorporan la variable climática.

EJE 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO.			
MEDIDA		M-3.1 Fomento a la investigación para la conservación de la biodiversidad local	
Indicador 1		Número de trabajos académicos realizados	

EJE 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO.			
MEDIDA		M-3.1 Fomento a la investigación para la conservación de la biodiversidad local	
Fuente de información		Municipalidad y Comisión/Comité Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Revisión anual de los proyectos de investigación realizados sobre la biodiversidad local en el cantón.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	No disponible	2027	Al menos 1 trabajo académico anual sobre la biodiversidad local y sus servicios ecosistémicos.

EJE 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO.			
MEDIDA		M-3.2 Fortalecimiento de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.	
Indicador 1		Figura de enlace con las asadas creada.	
Fuente de información		Acueducto Municipal y Concejo Municipal	
Metodología		Gestionar ante el Concejo Municipal la creación de la figura de enlace con las asadas del cantón para coordinar la implementación de las acciones de adaptación propuestas en el plan	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2023	Figura de enlace creada y en implementación

EJE 3. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO.			
MEDIDA		M-3.2 Fortalecimiento de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.	
Indicador 1		Número de proyectos realizados en el marco del programa.	
Fuente de información		Acueducto Municipal Asadas del cantón	
Metodología		Revisión anual de las municipalidad de las proyectos realizados en el marco del programa de fortalecimiento de gestión integrada del recurso hídrico.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2023-2030	Implementar al menos un proyecto por año .

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES.			
MEDIDA		4.1. Desarrollo de infraestructura y servicios públicos con criterios de adaptación al cambio climático	
Indicador 1		Número de obras de infraestructura y servicios que incorporan criterios de adaptación al cambio climático en su diseño	
Fuente de información		Departamento de Planificación Municipal Departamento de Control Urbano Municipal	
Metodología		Desarrollar un procedimiento y herramientas para la recopilación de la información sobre las iniciativas que incorporan criterios y acciones de adaptación en las obras de infraestructura y servicios construidas y por construir a nivel municipal. Revisión anual del Departamento de Planificación respecto a la ejecución del Plan Operativo Anual ,sobre los instrumentos de planificación actualizados y nuevos proyectos generados que incorporan la adaptación al cambio climático	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2030	el 100% de la infraestructura y servicios brindados por la municipalidad incorporan criterios de adaptación al cambio climático.

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES.			
MEDIDA	M-4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.		
Indicador 1	Cantidad de residuos gestionados a través de prácticas innovadoras y sostenibles.		
Fuente de información	Departamento de Gestión Ambiental Municipal		
Metodología	Consulta al departamento de Gestión Ambiental Municipal sobre la cantidad de residuos generados y gestionados apropiadamente en el cantón, diferenciados entre valorizables, no valorizables y no tradicionales.		
Periodicidad de monitoreo	Anual		
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2021	Cantidad de residuos valorizables recuperados 180,5 toneladas Cantidad de residuos no tradicionales recuperados 1588 toneladas Promedio diario de recolección de residuos ordinarios 23 TM Población atendida por el servicio municipal de recolección 43 092 personas Porcentaje de cobertura de la recolección municipal 59%	2030	Al menos el 80% de los residuos recolectados o generados en las áreas de cobertura del servicio municipal, se gestionan bajo criterios de jerarquización

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES.			
MEDIDA	M-4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.		
Indicador 2	Número de proyectos realizados en manejo de residuos sostenible.		
Fuente de información	Departamento de Gestión Ambiental Municipal		
Metodología	Desarrollar un procedimiento y herramientas para el registro de las iniciativas y proyectos en gestión de residuos realizados en el cantón. Consulta al departamento de Gestión Ambiental Municipal sobre el registro de iniciativas y proyectos sobre el manejo sostenible de los residuos sólidos realizadas en el cantón.		
Periodicidad de monitoreo	Anual		
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2021	<p>La municipalidad mantiene de forma ordinaria los siguientes proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operación provisional del vertedero • Operación del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables Municipal. • Programa de Tratamiento de Biorresiduos en Hogares y Centros de Trabajo • Campaña de recolección de árboles de navidad • Campaña de recolección de residuos no tradicionales • Actividades de educación • Proyecto de recuperación de residuos agrícolas • Proyecto de recuperación de residuos cárnicos 	2025	Al menos 5 nuevos proyectos de gestión de residuos sólidos implementados en el cantón

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES.			
MEDIDA		M-4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.	
Indicador 3		Plan para la continuidad del servicio de recolección creado	
Fuente de información		Departamento de Gestión Ambiental Municipal	
Metodología		Consulta al departamento de Gestión Ambiental Municipal sobre las acciones realizadas para contar con un Plan para la continuidad del servicio de recolección en caso de la materialización de riesgos de las amenazas climáticas.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2027	Plan creado

EJE 4. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS RESILIENTES.			
MEDIDA		M-4.2 Gestión integral de residuos sólidos a través de prácticas innovadoras y sostenibles.	
Indicador 4		Plan Vial Quinquenal ajustado considerando los caminos prioritarios para el servicio de recolección.	
Fuente de información		Departamento de Gestión Ambiental Municipal Junta Vial Cantonal	
Metodología		Consulta al departamento de Gestión Ambiental Municipal y la junta vial sobre las acciones realizadas para para la incorporación de caminos cantonales prioritarios para continuidad del servicio de recolección en el Plan Vial Quinquenal	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2027	Plan Quinquenal actualizado incorporando los caminos prioritarios para el servicio de recolección de residuos

EJE 5. ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE.			
MEDIDA		5.1. Fomento de las buenas prácticas de producción y el consumo responsable	
Indicador 1		Número de alianzas para el fomento de la producción y el consumo responsable.	
Fuente de información		Municipalidad y Comisión Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Consulta y revisión de los datos anuales recogidos y publicados por la municipalidad sobre el número de alianzas establecidas mediante convenio con instituciones claves para el fomento de la producción y el consumo responsable.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	No disponible	2025	-Al menos una alianza en el sector en el sector agropecuario, turístico y comercial formalizada

EJE 5. ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE.			
MEDIDA		5.1. Fomento de las buenas prácticas de producción y el consumo responsable	
Indicador 2		Números de personas capacitadas segregado por género y sector económico	
Fuente de información		Municipalidad y Comisión Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Consulta y revisión de los datos anuales recogidos y publicados por la municipalidad sobre el número de personas capacitadas en las actividades de fomento de las buenas prácticas de producción y el consumo responsable organizadas	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	No disponible	2025	Al menos 30 personas capacitadas en por sector agropecuario, turístico y comercial. De las cuales el 40% son mujeres

EJE 5. ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE.			
MEDIDA		M-5.2 Fomento de la innovación y la eco-competitividad de los sectores productivos	
Indicador 1		Número de alianzas establecidas para el fomento de la innovación y la eco competitividad	
Fuente de información		Municipalidad Comisión Cantonal de Cambio Climático Organizaciones aliadas	
Metodología		Revisión anual por parte de la municipalidad de las alianzas establecidas para el fomento de la innovación y la eco-competitividad en el cantón.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Al menos el establecimiento de dos alianzas para el fomento de la innovación y la eco-competitividad en el cantón mediante convenios de cooperación.

EJE 5. ECONOMÍA CANTONAL RESILIENTE.			
MEDIDA		M-5.2 Fomento de la innovación y la eco-competitividad de los sectores productivos	
Indicador 1		Número de actividades de fomento de la innovación y la eco competitividad realizadas	
Fuente de información		Municipalidad Comisión Cantonal de Cambio Climático Organizaciones aliadas	
Metodología		Revisión anual por parte de la Comisión Cantonal de Cambio Climático de las actividades realizadas para el fomento de la innovación y la eco competitividad en el cantón mediante la articulación interinstitucional.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2025	Lograr la realización anual de al menos un evento o iniciativa sobre alguno de los siguientes temas: innovación, resiliencia de la economía ante el cambio climático, generación de empleo verde y emprendimientos climáticos.

EJE 6. LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-6.1 Coordinación multisectorial y multinivel para el fomento de la adaptación cantonal.	
Indicador 1		Número de actividades de intercambios de experiencias multisectoriales en el cantón.	
Fuente de información		Comisión Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Revisión de los datos anuales recogidos y publicados por la municipalidad sobre el número de actividades de intercambio de experiencias multisectoriales en el cantón	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2024	Al menos 1 actividad de intercambio de experiencias multisectoriales en el cantón anual sobre adaptación

EJE 6. LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-6.1 Coordinación multisectorial y multinivel para el fomento de la adaptación cantonal.	
Indicador 2		Número de proyectos y/o iniciativas ejecutadas de forma interinstitucional.	
Fuente de información		Comisión Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Revisión de los datos anuales recogidos y publicados por la municipalidad sobre el número de proyectos y/o iniciativas ejecutadas de forma interinstitucionales que contribuyen a la implementación del plan	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2024	Al menos una iniciativa o proyecto ejecutado al año

EJE 6. LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-6.2 Identificación acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales.	
Indicador 1		Número de instituciones aliadas que incorporan acciones climáticas en sus presupuestos.	
Fuente de información		Municipalidad y Comisión/Comité Intersectorial de Cambio Climático.	
Metodología		Revisión por parte de la Comisión/Comité Intersectorial de Cambio Climático de los presupuesto y planes operativos y de trabajo de las instituciones miembros.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2030	- Al menos un 70% de las organizaciones miembros incorporan acciones climáticas en sus presupuestos

EJE 6. LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-6.2 Identificación acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales.	
Indicador 2		Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo.	
Fuente de información		Municipalidad y Comisión/Comité Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Revisión por parte de la Comisión Comisión/Comité Cantonal de Cambio Climático del Informe de cuentas publicado por cada organización involucrada.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2030	Al menos 8 propuestas de proyectos presentadas.

EJE 6. LIDERAZGO E INVERSIÓN PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA.			
MEDIDA		M-6.2 Identificación acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales.	
Indicador 3		Número de propuestas de proyectos presentadas para la obtención de financiamiento externo aprobadas	
Fuente de información		Municipalidad y Comisión/Comité Cantonal de Cambio Climático	
Metodología		Revisión por parte de la Comisión Comisión/Comité Cantonal de Cambio Climático de las propuestas de proyectos aprobadas.	
Periodicidad de monitoreo		Anual	
Línea base		Meta/Resultados esperados	
2022	0	2030	Al menos 4 propuestas de proyectos aprobadas.

17 Anexo 7. Fuentes de financiamiento en Costa Rica

A continuación, se recogen las principales fuentes de financiación identificadas en materia de adaptación con especial relevancia para Costa Rica, tanto de fondos multilaterales, fondos bilaterales como las fuentes nacionales de financiamiento.

17.1 Fondos Multilaterales

Dentro de los fondos multilaterales existentes, se recogen a continuación aquellos con potencial en Costa Rica que desarrollen sus actividades en el marco de la adaptación.

17.1.1 Fondo para la Adaptación – AF

El Fondo para la Adaptación (AF, por sus siglas en inglés) ligado formalmente a la CMNUCC, se financia a través de una tasa del 2 % sobre la venta de créditos de emisiones del Mecanismo para el Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto (Watson, C. y Schalatek, L., 2019). Ha destinado desde 2010 más de 850 millones de USD a la adaptación climática.

Para solicitar la financiación de proyectos y programas, los países deben presentar sus propuestas a través de una institución acreditada: nacionales, regionales o multilaterales.

La Entidad Nacional de Aplicación (NIE, por sus siglas en inglés) de Costa Rica es Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible¹³. El AF ha aportado a Costa Rica los siguientes ayudas:

- *Adaptation finance readiness in Costa Rica* (mayo 2020):
<https://www.adaptation-fund.org/adaptation-finance-readiness-in-costa-rica/>
- *Adaptation Fund in Costa Rica* (febrero 2018):
<https://www.adaptation-fund.org/adaptation-fund-costa-rica-2/>
- *Readiness Grant: Technical Assistance Grant for Gender* (diciembre 2016):
<https://www.adaptation-fund.org/project/technical-assistance-grant-gender-3/>
- *Readiness Grant: Technical Assistance Grant for ESP* (febrero 2016):
<https://www.adaptation-fund.org/project/technical-assistance-grant-esp-3/>
- *Project: Reducing the Vulnerability by Focusing on Critical Sectors (Agriculture, Water Resources and Coastlines) in order to Reduce the Negative Impacts of Climate Change and Improve the Resilience of these Sectors* (octubre 2014):
<https://www.adaptation-fund.org/project/reducing-the-vulnerability-by-focusing-on-critical-sectors-agriculture-water-resources-and-coastlines-in-order-to-reduce-the-negative-impacts-of-climate-change-and-improve-the-resilience-of-these/>

¹³ <https://fundecooperacion.org/>

17.1.2 Fondo Especial para el Cambio Climático- FECC:

El Fondo Especial para el Cambio Climático (SCCF, por sus siglas en inglés, <https://www.thegef.org/what-we-do/topics/special-climate-change-fund-sccf>) se estableció en 2001 bajo la CMNUCC para financiar proyectos relacionados con la adaptación, entre otros temas. El fondo debería de complementar otros mecanismos financieros que implementen las decisiones de la CMNUCC.

El FMAM, es la entidad operadora del mecanismo financiero. EN 2004 el Consejo del FMAM aprobó un documento que proveía la base operativa para las actividades de financiación que se desarrollasen bajo el FECC.

En los 20 años transcurridos desde su nacimiento, el FECC ha invertido 355 millones de USD en 87 proyectos alrededor del mundo. En el periodo próximo, el FECC continuará focalizándose en el soporte a las iniciativas innovadoras que faciliten el compromiso con la adaptación del sector privado, la gestión de riesgos climáticos, y la tecnología e infraestructura resiliente.

Costa Rica es un país miembro receptor de los fondos del FMAM, beneficiario a través de 42 proyectos (<http://www.thegef.org/projects-operations/database?f%5B0%5D=countries%3A48&total=42>).

17.1.3 Fondo Verde del Clima – FVC:

El Fondo Verde del Clima (GCF, por sus siglas en inglés) al igual que el FMAM, ejerce de entidad operativa del mecanismo financiero de la CMNUCC y del Acuerdo de París, bajo las directrices de la COP. Tiene un compromiso de asignación del 50% del financiamiento a actividades de adaptación y 50% a mitigación. Los países en desarrollo pueden acceder al FVC a través de forma indirecta a través de agencias o de manera directa mediante entidades acreditadas nacionales, regionales o subnacionales (Watson, C. y Schalatek, L., 2021).

En Costa Rica constan 6 proyectos apoyados por el GCF y 2 actuaciones en el marco de Readiness (disponibles para consulta en el sitio web del GCF para Costa Rica: <https://www.greenclimate.fund/countries/costa-rica>).

17.1.4 EUROCLIMA+

Programa de la Unión Europea con un importante eje de adaptación. Se han identificado proyectos regionales, la mayoría actualmente en ejecución con Costa Rica como beneficiario y reflejan la colaboración de diferentes actores estatales y de la sociedad civil a nivel de la región.

Según recoge (MINAE y PNUMA, 2021) en el contexto actual de EUROCLIMA, el diálogo país con Costa Rica ha identificado las siguientes acciones a ser financiadas en un plazo máximo de 27 meses entre las agencias involucradas:

- Acción 1. Propuesta para la implementación de la Estrategia Nacional para el Empoderamiento Climático que Costa Rica está realizando, a cargo de FIIAPP.
- Acción 2. Fortalecimiento de capacidades para la implementación de la Política Nacional de Adaptación de Costa Rica a nivel subnacional, a cargo de AECID y EF.
- Acción 3. Aumento del involucramiento, participación y ambición del sector privado en la acción climática, a cargo de GIZ.
- Acción 4. Fortalecimiento de la capacidad institucional para el acompañamiento técnico en Producción Agropecuaria Orgánica, a cargo de FIIAPP.

17.1.5 Fondo Mundial para la Reducción y Recuperación de los Desastres – GFDRR

El Fondo GFDRR por sus siglas en inglés, fue creado para apoyar a los países a reducir su vulnerabilidad a los peligros naturales y el cambio climático. Fundado en 2006 y administrado por el Banco Mundial trabaja en el ámbito de la resiliencia climática en el marco de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Es un fondo especialmente diseñado para la reducción y recuperación frente a desastres con enfoque a la adaptación climática. Aunque en el contexto costarricense es menos relevante que el resto de los fondos citados previamente, en Costa Rica apoyó el Proyecto piloto de sistemas de alerta temprana para amenazas hidrometeorológicas en 2010.

17.2 Fondos bilaterales

Dentro de los fondos bilaterales para Costa Rica destaca especialmente la cooperación procedente del gobierno alemán, la Agencia Francesa para el desarrollo y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón; por su experiencia ya desarrollada en el país y por el enfoque de la financiación a la adaptación:

El Gobierno alemán a través de la **Agencia Alemana para la Cooperación** (GIZ, por sus siglas en alemán), que representa al Ministerio Federal Alemán en Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ, por sus siglas en alemán) apoya a Costa Rica en tres principales áreas de acción vinculadas al clima, siendo una de ella la adaptación al cambio climático. Es destacable entre ellos su labor de coordinación y financiamiento al Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB) a través de la Estrategia nacional de Biodiversidad de Costa Rica. También es reseñable la **Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI)**, iniciativa del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), que inició la cooperación con Costa Rica en 2008, con el principal objetivo de apoyar las prioridades del Acuerdo de París, la implementación de la NDC, la implementación de las metas AICHI de la CDB y de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles. Los proyectos llevados a cabo en este contexto, como la Implementación de la NDC de Costa

Rica, pueden consultarse en el siguiente link: <https://www.international-climate-initiative.com/en/projects>.

La **Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD)** por su parte ha anunciado en 2021 el crédito verde por valor de 50 millones de USD al Banco Nacional de Costa Rica, estableciendo el primer lazo económico entre ambas entidades (MINAE y PNUMA, 2021).

La **Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)** tiene una Estrategia de Cooperación para el Cambio Climático que orienta su apoyo en varios objetivos, entre los que se encuentran objetivos en materia de adaptación climática. Japón apoyará a Costa Rica con apoyo en tratamiento de aguas residuales y cooperación para contribuir al mejoramiento de las capacidades en la prevención de desastres naturales en Costa Rica. (MINAE y PNUMA, 2021).

17.3 Fuentes nacionales de financiamiento

El financiamiento público nacional proviene por una parte de los presupuestos y programas institucionales, y por otra parte de los instrumentos de fiscalidad verde de carácter tributario.

En este contexto a escala nacional, destacan las contribuciones de finanzas para adaptación del país recogidas en La **Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés) de Costa Rica 2020**. La NDC establece en su marco estratégico financiero el aumento de la inversión extranjera y del financiamiento en la generación de negocios verdes que contribuyan al desarrollo de un sector financiero resiliente y descarbonizado, estableciendo como puntos prioritarios las siguientes contribuciones¹⁴:

- 1) Al 2030 Costa Rica habrá implementado al menos un instrumento de reforma fiscal verde consistente con la trayectoria necesaria para la descarbonización.
- 2) Al 2025 el país habrá desarrollado las herramientas, instrumentos, reglamentos e incentivos para acompañar al sector financiero en el análisis, revelación y gestión de los riesgos e impactos del cambio climático en su sector.
- 3) Movilizar el sistema financiero, incluyendo el Sistema de Banca para Desarrollo para que al 2030 existan en el mercado productos financieros en apoyo de la descarbonización y resiliencia.
- 4) Costa Rica se compromete con fortalecer instrumentos financieros tales como pago de servicios ecosistémicos, cánones y otros instrumentos de precio al carbono, así como seguros e instrumentos tarifarios y fiscales, para financiar las necesidades de adaptación y mitigación.
- 5) Costa Rica se compromete a **identificar acciones climáticas en los ejercicios presupuestarios anuales**, con el fin de contar con medidas de protección financiera ante impactos de la variabilidad y cambio climático.

¹⁴ <https://cambioclimatico.go.cr/contribucion-nacionalmente-determinada-ndc-de-costa-rica/>

- 6) Para el 2022 Costa Rica publicará el primer Análisis de inversión del Plan Nacional de Descarbonización y del Plan de Adaptación (aún a ser presentado).
- 7) Al 2024 se han incorporado criterios de infraestructura sostenible, descarbonizada, resiliente y que promueva la creación de empleos verdes para priorización de la inversión pública, en consonancia con el Plan Estratégico Nacional 2050.
- 8) Durante el periodo de ejecución de esta NDC, Costa Rica habrá desarrollado un instrumento de apoyo financiero con el sistema bancario nacional para impulsar la transición energética.
- 9) Al 2024 se habrá lanzado el Mecanismo de Compensación de Costa Rica (MCCR) como sucesor del Mercado Doméstico de Carbono.

Tal y como se recoge en la ficha descriptiva del **Plan A**¹⁵, el proyecto fortalecerá las capacidades de actores subnacionales para movilizar recursos de financiamiento para la implementación de acciones de adaptación, mediante:

- El desarrollo de una estrategia para movilizar recursos de financiamiento para la implementación de las acciones de adaptación que hayan sido identificadas como prioritarias a nivel subnacional.
- La elaboración de tres notas de concepto de proyectos de adaptación para el Fondo Verde para el Clima.
- La capacitación de actores gubernamentales relevantes para la adecuada implementación de la estrategia desarrollada para movilizar recursos de financiamiento para la ejecución de acciones de adaptación.
- La incorporación de criterios de adaptación en las guías metodológicas de MIDEPLAN para proyectos de inversión pública.

Por otro lado, a nivel nacional, es reseñable la labor del **Fondo de Biodiversidad Sostenible** (FunBAM), organización sin ánimo de lucro para apoyar al gobierno costarricense a desarrollar proyectos de desarrollo sostenible. Sus miembros pertenecen al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR).

En su recorrido ha movilizado más de 4 millones de USD en iniciativas de desarrollo sostenible enfocadas al cuidado de la biodiversidad y al mantenimiento de sistemas agroforestales, silvopastoriles y bosques. En la actualidad, tiene proyectos activos con instituciones como el Fondo de Biodiversidad Sostenible (FBS) y Fondo de Desarrollo Verde, además de la implementación del proyecto Plan-A.

Por otra parte, en el sector productivo hay que destacar que el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y el Instituto Nacional de la Mujer (INAMU), coordinan conjuntamente el **Programa “Mujeres Semilla Gestoras de la Vida”** por el cual las mujeres reciben formación tanto teórica como práctica en el Centro Nacional

¹⁵ https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2020/12/PlanA_FichaDescriptiva.pdf

Especializado en Agricultura Orgánica del INA, y las instituciones competentes articulan las ayudas económicas para las participantes.

18 Anexo 8. Glosario de términos

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

Resulta oportuno por tanto definir el conjunto de elementos y criterios que requieren ser conceptualizados para ser manejados y entendibles a lo largo del perfil climático que se desarrolla en el presente documento. La práctica totalidad de las definiciones que a continuación se aportan han sido directamente extraídas de los glosarios que acompañan los últimos informes publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático como el AR5 o el informe especial del calentamiento global de 1,5°C.

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.

Desviación o anomalía

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

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 preindustrial. Una nula posibilidad de cambio climático por causas antropogénicas implicaría forzamientos radiativos nulos.

Para completar el último informe de análisis del IPCC 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 $8,5 \text{ W/m}^2$ para 2100.

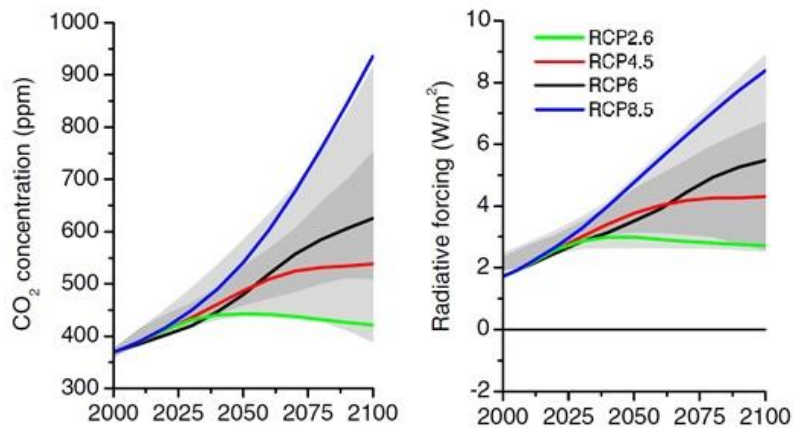


Figura 1. Escenarios de trayectorias de concentración representativas (van Vuuren et al. 2011)

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.

PLAN · A

**TERRITORIOS RESILIENTES
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**