

PLAN · 

TERRITORIOS RESILIENTES  
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

# PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

## CANTÓN CAÑAS

### Producto 2. Diagnóstico

Febrero de 2022





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

Febrero de 2022, San José, Costa Rica

Contrato:

Consultoría para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático en procesos de planificación municipal en los cantones Cañas, Nicoya, La Cruz, Upala y Los Chiles (NAP Costa Rica Región Chorotega y Huetar Norte)

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 2. Diagnóstico

Versión del documento:

Versión 2. Diagnóstico consolidado

Supervisión técnica:

Ximena Apéstegui Guardia, Coordinadora del proyecto Plan A

Natalia Gómez Solano, Asistente técnica del proyecto Plan-A

Raquel GómezRamírez, Asesora técnica en planificación de la adaptación proyecto Plan-A

## Contenidos

<b>Abreviaciones</b> .....	<b>6</b>
<b>Figuras</b> .....	<b>8</b>
<b>Tablas</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Glosario</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Presentación</b> .....	<b>15</b>
<b>3 Perfil local</b> .....	<b>16</b>
3.1 Contexto geográfico .....	16
3.2 Caracterización socioeconómica .....	21
3.3 Planificación territorial y sectorial.....	25
3.4 Acciones climáticas en el cantón.....	28
<b>4 Perfil climático</b> .....	<b>34</b>
4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima .....	35
4.2 Proyecciones climáticas.....	42
4.3 Amenazas a considerar .....	43
4.4 Categorización de la peligrosidad .....	47
4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto .....	58
4.6 Exposición y vulnerabilidad .....	66
4.7 Caracterización de riesgos climáticos.....	72
4.8 Capacidad adaptativa actual.....	85
<b>5 Lineamientos estratégicos</b> .....	<b>88</b>
5.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática .....	88
5.2 Análisis DAFO.....	90
5.3 Elementos estructuradores de la propuesta de adaptación .....	92
<b>6 Avances en el proceso participativo</b> .....	<b>95</b>
6.1 Avances hasta la fecha.....	95
6.2 Mapeo de actores.....	98
<b>7 Sigüientes pasos</b> .....	<b>101</b>
<b>8 Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>104</b>
<b>9 Referencias</b> .....	<b>107</b>
<b>10 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos</b> .....	<b>109</b>
10.1 Peligrosidad .....	109
10.2 Exposición y vulnerabilidad .....	119
10.3 Cálculo del riesgo.....	124
<b>11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica</b> .....	<b>126</b>
<b>12 Anexo 3. Análisis DAFO</b> .....	<b>129</b>



## Abreviaciones

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

---

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

## Figuras

Figura 1. Localización.....	17
Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos .....	20
Figura 3. Usos del suelo 2020.....	24
Figura 4. Conceptualización del riesgo climático .....	34
Figura 5. Precipitación media anual en Cañas.....	36
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Cañas.....	38
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Cañas .....	39
Figura 8. Climodiagrama.....	40
Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas .....	45
Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones.....	49
Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos .....	52
Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías .....	55
Figura 13. Mapa de vulnerabilidad de la población .....	70
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano.....	71
Figura 15. Composición espacial del riesgo climático .....	73
Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano.....	77
Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías .....	78
Figura 18. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano .....	81
Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y humedales .....	83
Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano .....	85
Figura 21. Matriz de relevancia de actores .....	99
Figura 22. Índice de aridez promedio.....	115

## Tablas

Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo .....	21
Tabla 2. Población activa por tipo de actividad.....	22
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo.....	23
Tabla 4. Eventos asociados al clima (1988-2019).....	40
Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Cañas .....	42
Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Cañas .....	43
Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Cañas.....	43
Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p.....	48
Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD .....	56
Tabla 10. Receptores sensibles.....	58
Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones.....	59
Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos .....	60
Tabla 13. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019 .....	61
Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías .....	62
Tabla 15. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019 .....	63
Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor .....	64
Tabla 17. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático.....	65
Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas .....	67
Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados .....	76
Tabla 20. Riesgo por deslizamientos sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados .....	80
Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados .....	82
Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados .....	84
Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC.....	89
Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO .....	91
Tabla 25. Esquema de actividades previsto .....	95
Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1.....	96
Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2.....	97
Tabla 28. Personas asistentes al Taller 1 .....	97
Tabla 29. Relevancia de actores identificados .....	99
Tabla 30. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas.....	110
Tabla 31. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones.....	111
Tabla 32. Peligrosidad a inundaciones .....	111
Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones.....	112

---

Tabla 34. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos .....	113
Tabla 35. Peligrosidad a deslizamientos.....	113
Tabla 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos .....	114
Tabla 37. Categorización de la aridez .....	116
Tabla 38. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias .....	117
Tabla 39. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias .....	117
Tabla 40. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor .....	119
Tabla 41. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características..	127
Tabla 42. Resumen de las debilidades identificadas .....	129
Tabla 43. Resumen de las amenazas identificadas .....	130
Tabla 44. Resumen de las fortalezas identificadas.....	131
Tabla 45. Resumen de las oportunidades identificadas.....	132

---

## 1 Glosario

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

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

### **Adaptación**

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

### **Amenaza**

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

### **Capacidad adaptativa**

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

### **Exposición**

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

## **Impacto**

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

## **Mitigación**

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

## **Medida de adaptación**

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

## **Peligrosidad**

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

## **Percentil**

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

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

## **RCP (*Representative Concentration Pathway*)**

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

Para completar el último informe de análisis del 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  $3 \text{ W/m}^2$  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  $6.0 \text{ W/m}^2$ .
- 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.

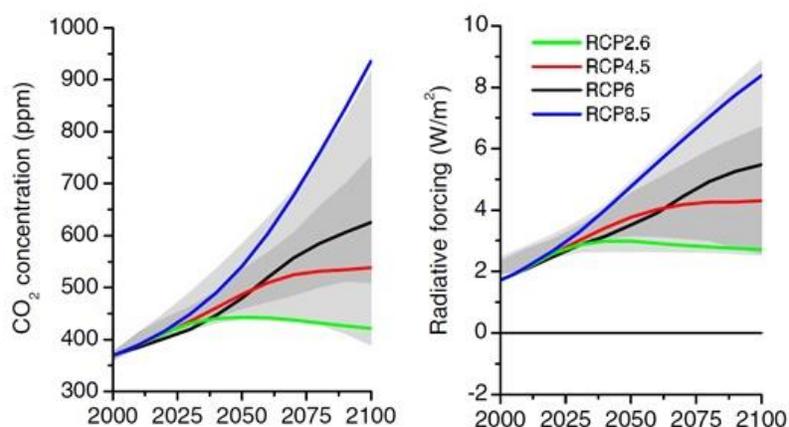


Figura 1. Escenarios de trayectorias de concentración representativas (van Vuuren et al. 2011)

## 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.

## 2 Presentación

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

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

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

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

En este contexto se desarrollan por parte de la asociación entre IDOM y el Centro Para la Sostenibilidad Urbana (CPSU) los servicios de "Consultoría para la integración efectiva de estrategias de adaptación al cambio climático en procesos de planificación municipal en los cantones de Cañas, Nicoya, La Cruz, Upala y Los Chiles (NAP Costa Rica Región Chorotega y Huetar Norte)".

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

---

## 3 Perfil local

### 3.1 Contexto geográfico

Cañas es el cantón número seis de la provincia de Guanacaste. Su extensión aproximada de 682 km<sup>2</sup> limita al norte con el cantón de Guatuso, al oeste con Bagaces, al este con Tilarán y Abangares, y al sur con Nicoya y Abangares (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021a). Su forma es alargada, con dirección noreste-suroeste, y parte desde la Cordillera Volcánica de Guanacaste hasta las tierras bajas de la desembocadura del río Tempisque. Se conforma por 5 distritos: Cañas, Palmira, San Miguel, Bebedero y Porozal.

Cabe señalar que su situación geográfica da lugar a su consideración como ecorregión, definido así por el SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). Esto se detalla en el apartado 2.1.3 del presente documento.



---

El cantón de Cañas está conformado por materiales del Terciario y el Cuaternario, donde predominan las volcánicas de este último período. Desde un punto de vista geomórfico, se estructura en las siguientes unidades:

- **Terciario volcánico**: se encuentra en los cerros Pelado, Coronación y Huacas; los poblados de Montes de Oro, Correntadas, El Vergel, Concepción, Higuerón, San Juan y Hacienda Santa Isabel; y las fincas de Santa Rica y Coyolar.
- **Terciaria sedimentaria**: localizada al suroeste de la carretera interamericana en las zonas bajas del cantón. Se caracteriza por colinas con pendientes suaves que aumentan cerca de los cauces fluviales.
- **Cuaternario volcánico**: se encuentra a ambos lados de la carretera al oeste del río Corobicí y al norte de la ciudad de Cañas hasta el edificio volcánico del Tenorio.
- **Cuaternario sedimentario**: se ubican al sur de la carretera interamericana, la primera sección se extiende hacia el sur hasta la Hacienda Taboga y la comunidad de Hotel, y por el norte hasta Vergel y Sandillal. En algunos casos la superficie plana de esta unidad se confunde con la llanura del Tempisque.
- **Conos aluviales**: es una extensión que frecuentemente se ve afectada por las crecidas de los ríos Tenorio, Corobicí, Cañas y Lajas.
- **Unidad del Holoceno**: corresponde con la planicie aluvial con influencia marina localizada con el extremo sur del cantón a lo largo de la margen derecha de los ríos Bebedero y Tempisque.

### 3.1.2 Hidrología

El sistema fluvial del cantón forma parte de la vertiente del Pacífico, que pertenece a las cuencas de los ríos Bebedero y Abangares. Los ríos y quebradas principales son el río Lajas, Bebedero, Higuerón, Cañas, Tenorio, Corobicí, Magdalena, Santa Rosa, San Lorenzo y la quebrada Palmira.

En esta vertiente los ríos se caracterizan por ser cortos, accidentados y profundos. Su escasa longitud se debe a la cercanía y paralelismo del relieve montañoso a la costa. En términos generales, discurren en sentido transversal a las cadenas y a la costa. Por otro lado, el descenso en pocos kilómetros les obliga a salvar escalones rocosos y a tener pendientes pronunciadas que aumentan su poder erosivo, de ahí la profundidad de sus cauces. Los ríos, como el Tempisque, tras abandonar las zonas montañosas donde nacen, recorren grandes planicies y se convierten en ríos más tranquilos de llanura (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021a).

La diferencia de caudal a lo largo del año no permite un aprovechamiento exhaustivo de sus aguas para riego.

### 3.1.3 Áreas de especial protección

En el cantón de Cañas existen zonas que presentan algún tipo de régimen de protección especial (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021a). Estas se diferencian en humedales y Áreas Silvestres Protegidas.

- **Humedales (SINAC):**

En el cantón hay un total de 23,8 km<sup>2</sup> que pertenecen a humedales, lo que supone algo menos del 3,5% de su superficie total. El único distrito que no cuenta con humedales es San Miguel, y Porozal es el que mayor superficie alberga al contar con 20,3 km<sup>2</sup>. Estos humedales son de tipo lacustre (laguna), estuarino (bajos de lodo, arena, suelos salinos no arbolados) y palustre (pantano herbáceo). Solo tres de ellos se encuentran dentro de Áreas Silvestres Protegidas (ASP), y son Camaronera Julio Hong, Laguna Madrigal y Duque.

El humedal del río Bebedero o Cipancí es una de las zonas con mayor importancia para la conservación de la biodiversidad, así como la Laguna Madrigal.

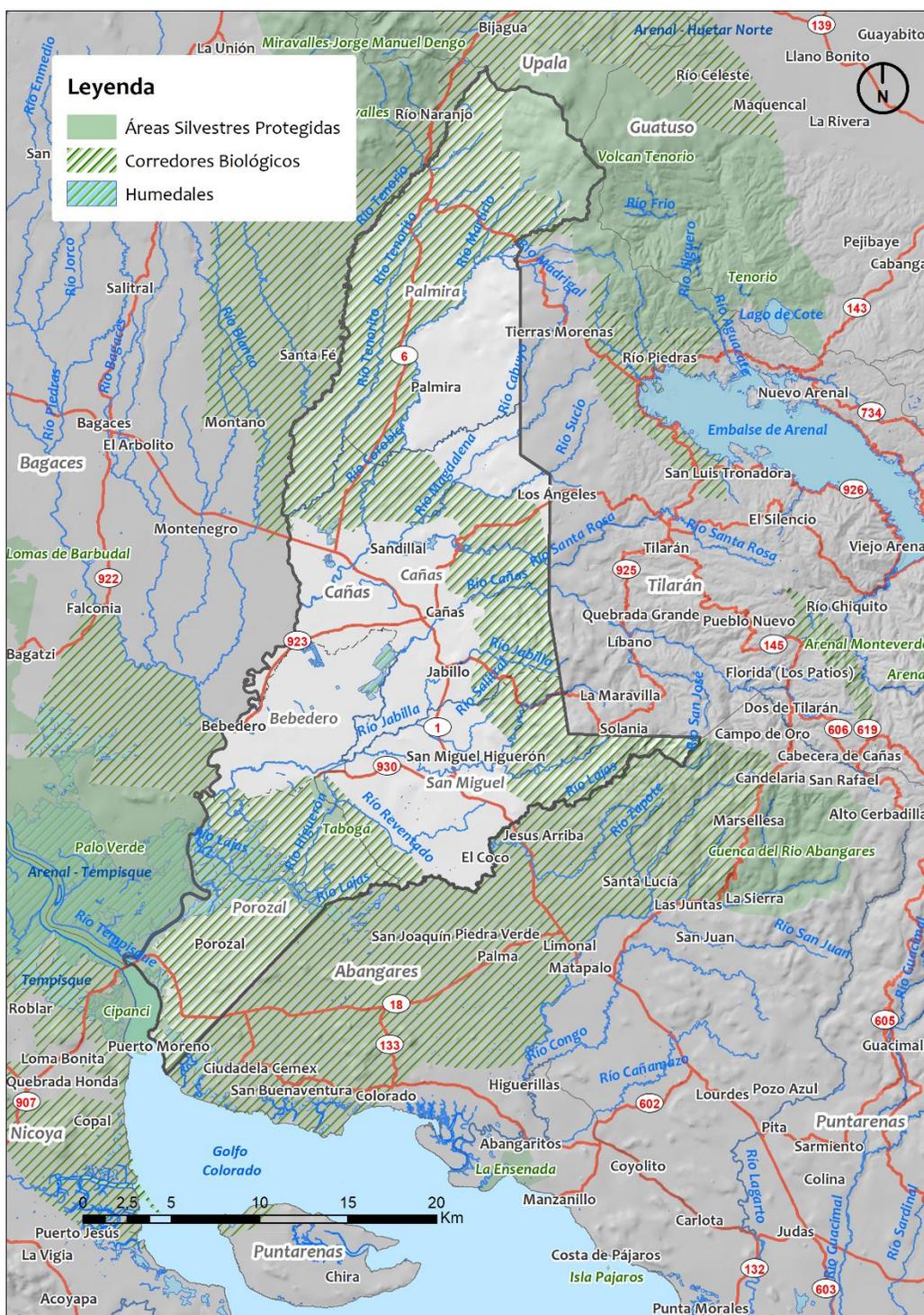
- **Áreas Silvestres Protegidas:**

Casi el 5% de la superficie del cantón corresponde con Áreas Silvestres Protegidas (ASP), lo que corresponde con 33,6 km<sup>2</sup>. Estas áreas son el Parque Nacional Volcán Tenorio (22,89 km<sup>2</sup>) y su zona protectora (1,58 km<sup>2</sup>), la Reserva Forestal Taboga (2,97 km<sup>2</sup>) y el Refugio Nacional de Vida Silvestre Cipancí (5,69 km<sup>2</sup>).

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:

- C06. Mono aullador
- C11. Tenorio Miravalles

Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos



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

Cabe señalar que en este cantón se encuentra el Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT), ubicado al sur y abarca por completo el distrito de Bebedero y parte de Cañas, Palmira, San Miguel y Porozal. Fue creado con el objeto de administrar y controlar las aguas generadas

en el complejo hidroeléctrico ARCOSA (Arenal-Corobicí-Sandillal) en función de su aprovechamiento para la irrigación en las partes bajas de los cantones de Cañas, Bagaces, Abangares, Liberia y Carrillo.

Por otro lado, este cantón se considera **ecorregión**, que hace referencia a un territorio que desde un punto de vista ecosistémico comparte una serie de condiciones similares en términos de composición, estructura y funcionamiento. En este caso, el cantón de Cañas forma parte de la ecorregión V. Tempisque-P. Sta Elena y Llanura Esparza-Orotina (Fallas, 2011).

## 3.2 Caracterización socioeconómica

### 3.2.1 Población

Los datos del último censo oficial publicado en 2011 indican que la población de Cañas suma un total de 26.201 habitantes, de los que 12.910 son hombres (49,3%) y 13.291 son mujeres (50,7%). Esta se distribuye por los distritos de modo que Cañas acapara la mayoría de la población con un 79%. En la Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo se muestra la población diferenciando por distritos, sexo y zona urbana-rural.

En ese año, casi el 80% de la población se localizaba en zonas urbanas. Cabe indicar que el distrito de Porozal es eminentemente rural, no contando con zonas urbanas. Atendiendo a los datos de densidad de población que también arroja el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la densidad en el año 2011 se situaba en los 38,4 hab/km<sup>2</sup>, siendo el distrito que presenta un valor mayor Cañas (107,7 hab/km<sup>2</sup>). Esto supone que el 79% de la población del cantón, que es de mayoría urbana, se concentra en menos del 30% del territorio.

**Tabla 1. Población distribuida por zona y sexo**

Distritos	Zona urbana			Zona rural		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
<i>Cañas</i>	8.709	9.460	18.169	1.381	1.266	2.647
<i>Palmira</i>	181	189	370	322	296	618
<i>San Miguel</i>	209	237	446	644	554	1.198
<i>Bebedero</i>	1.041	923	1.964	72	48	120
<i>Porozal</i>	-	-	-	351	318	669
<b>Total</b>	<b>10.140</b>	<b>10.809</b>	<b>20.949</b>	<b>2.770</b>	<b>2.482</b>	<b>5.252</b>

Fuente: INEC (2011).

### 3.2.2 Actividades productivas

En cuanto a las actividades productivas que se desarrollan en el cantón en líneas generales, en el distrito de Cañas se concentran las principales actividades comerciales del cantón, así como los centros educativos, de salud y públicos. En los distritos de Palmira, San Miguel y

Porozal, las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, aunque parte de su población se desplaza a trabajar a otras zonas del cantón. Por último, en Bebedero se encuentran grandes empresas que se presentan como focos generadores de empleo y su principal actividad económica es la producción de caña de azúcar (y alcohol), y arroz. En cuanto a la tilapia se desarrolla en el distrito de Cañas.

El perfil productivo de Cañas puede definirse por la población ocupada por sector y/o actividad económica. Según los datos del censo de 2011 del INEC, como se recoge en la Tabla 2. Población activa por tipo de actividad, se puede señalar que en este cantón el sector terciario tiene mayor relevancia en términos de empleo.

**Tabla 2. Población activa por tipo de actividad**

Actividad	Población ocupada (%)
Sector primario	22,4%
Sector secundario	27,3%
Sector terciario	50,3%

Fuente: INEC (2011).

### 3.2.3 Usos del suelo

Este cantón cuenta con 22,8 ha dedicadas a la actividad pecuaria, 13,75 ha están ocupadas por bosque y 11,60 ha destinadas a la actividad agrícola (cultivo de caña de azúcar, arroz y sandía principalmente). Además, 1.077 ha están dedicadas a la conservación y al uso forestal (Wong & Guevara, 2021).

Según la información analizada de la Agencia Espacial Europea bajo la *Climate Change Initiative* (CCI), en los últimos veinte años la cubierta del suelo se ha visto alterada por la actividad humana puesto que, como se ve en la Tabla 3. Cambios en el uso del suelo, ha habido un incremento de la huella urbana. El aumento de la superficie cubierta por la vegetación natural y semi-natural, se puede explicar por el abandono de parte de la superficie dedicada con anterioridad al cultivo. La Figura 3 muestra el mapa de usos del suelo en 2020.

**Tabla 3. Cambios en el uso del suelo**

Cobertura	2000 (%)	2020 (%)	Tasa de cambio (%)
Cultivos	59,83	59,47	-0,36
Vegetación natural y semi-natural terrestre	38,40	38,61	0,21
Herbazal	0,25	0,25	0
Vegetación natural y semi-natural acuática	0,48	0,56	0,08
Áreas urbanas	0,21	0,37	0,16
Suelo desnudo	0	0,01	0,01
Láminas de agua	0,75	0,63	-0,12
Total	100	100	-

Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de European Space Agency (ESA)<sup>1</sup> (2020).

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



### 3.3 Planificación territorial y sectorial

El cantón de Cañas 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 Regulador (2006)**

Los objetivos del Plan Regulador del cantón de Cañas se basan en promover y regular una relación óptima entre los usos del suelo para que conservación y desarrollo sean posibles.

Estos objetivos van en consonancia con el presente Plan de adaptación al cambio climático, puesto que una ordenación y planificación de los usos del territorio adecuada es una medida clave para que el cantón se fortalezca.

- **Plan de Desarrollo Región Chorotega 2030 (2014)**

Constituye un instrumento articulador de las políticas nacionales con el nivel local, que nace del fruto de un proceso participativo durante el que se identificaron las problemáticas y potencialidades de la región. Los problemas señalados se relacionan con la pobreza, el desempleo, la planificación urbana, la conectividad, el uso ineficiente de los recursos y el ordenamiento territorial.

El objetivo general es promover el desarrollo integral de la región de forma sostenible, a partir del adecuado aprovechamiento de sus vocaciones territoriales y dando especial atención a los sectores más desfavorecidos. Este Plan se estructura en 6 dimensiones, cada una de ellas con un objetivo específico. Estas son:

- Producción, productividad y competitividad
- Pobreza, exclusión e inseguridad
- Accesibilidad y conectividad
- Agua y suelo
- Salud y educación
- Fortalecimiento institucional y territorial

- **Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2017-2026 (2016)**

Este Plan supone la definición de la estrategia local de desarrollo cuyo punto objetivo es lograr el Cañas que se imaginan sus habitantes. Define una visión de Cañas como “un cantón con desarrollo humano integral y calidad de vida, que atiende la diversidad de la población, mediante la participación ciudadana e institucional, infraestructura y servicios adecuados, un entorno seguro y ambientalmente sostenible, acceso al empleo y oportunidades para la producción y una planificación urbano-rural controlada”.

Las políticas cantonales que vertebran el Plan son:

- Desarrollo socioeconómico y productivo sostenible
- Seguridad humana

- Educación
- Salud
- Servicios públicos
- Medio ambiente
- Infraestructura
- Participación ciudadana
- Gestión del riesgo

Entre sus objetivos generales se encuentra el de contribuir al logro sostenible de mejores condiciones económicas y sociales de los habitantes del cantón. Con este principio de sostenibilidad se han definido objetivos más específicos y sus correspondientes líneas de acción relacionadas con el ordenamiento territorial, los recursos hídricos o el acceso a servicios públicos.

La base del plan y lo que promueve se integra con los principios de adaptación al cambio climático.

- **Plan Estratégico Municipal 2017-2021 (2016)**

Se trata de un instrumento enfocado en el mediano plazo que asume la visión de desarrollo del municipio a largo plazo definida por el Plan Cantonal de Desarrollo, así como el resto de planes y programas de escala mayor. La visión municipal que presenta este Plan es que “la Municipalidad de Cañas aspira a convertirse en una institución modelo en la administración eficiente y eficaz de los recursos, a partir del planteamiento de mecanismos y estrategias que promuevan la calidad de vida integral (ambiental, económica y social); mediante la participación activa de la ciudadanía y la vinculación de empresas privadas en la gestión del desarrollo cantonal”.

Los ejes de desarrollo son comunes, por tanto, con el Plan Cantonal, y define distintas áreas estratégicas compuestas por políticas, objetivos y líneas de acción. Estas áreas son:

- AE1. Ordenamiento territorial.
- AE2. Infraestructura.
- AE3. Gestión de riesgo de emergencias.
- AE4. Participación ciudadana.
- AE5. Medio ambiente y desarrollo sostenible.
- AE6. Gestión municipal y administración.
- AE7. Desarrollo socioeconómico.
- AE8. Cultura, deporte y recreación.
- AE9. Salud y seguridad ciudadana.

El objetivo estratégico general es administrar de manera eficaz y eficiente los recursos, mediante la planificación interna y externa promoviendo un mayor desarrollo cantonal. Muchas de los objetivos específicos y sus acciones asociadas propuestas van encaminadas

---

a reforzar la resiliencia y capacidad de adaptación del territorio. En concreto se pretende contar con normativa cantonal sobre el manejo integral de residuos sólidos y cambio climático.

- **Plan de Gobierno de la Alcaldía 2020-2024**

Se trata del programa de trabajo a seguir durante los 4 años señalados por parte de la Alcaldía Municipal. El documento se configura diferenciando por temáticas: desarrollo social, gestión ambiental, ordenamiento territorial, seguridad humana, desarrollo económico sostenible, infraestructura, y modernización del cantón y administración municipal.

Incluye entre sus políticas programas relacionados con la carbono neutralidad del cantón.

- **Plan de Acción Climática para el cantón de Cañas 2020-2021**

El compromiso de este Plan es determinar las acciones de mitigación y adaptación que se estén desarrollando en el cantón y que pueden desarrollar estrategias de reducción de emisiones, sostenibilidad, prevención y minimización de la vulnerabilidad relacionada con el clima. Recoge objetivos y medidas concretos de mitigación y adaptación clasificados por sectores como residuos, movilidad o energía. Estas medidas, junto a otras, se incluyen a continuación en el apartado 3.4.

Este Plan surge para integrar los esfuerzos de programas y estrategias nacionales, y entre otras, ha propiciado la firma de adhesión al Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía.

- **Plan Cantonal de Emergencias de Cañas (2021)**

El Plan contiene el funcionamiento administrativo, operativo y logístico del Comité Municipal de Emergencias de Cañas en lo referido a su sistema de preparación y respuesta. Resulta fundamental, especialmente en términos de riesgos asociados al cambio climático, contar con un plan de emergencias donde se recojan los mecanismos de activación y protocolos del Comité.

Por último, a nivel sectorial:

- **Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos [2018-2022]**

El objetivo general de este Plan es contar con una herramienta técnica y administrativa que permita a la Municipalidad gestionar de forma adecuada los residuos sólidos ordinarios que se generan, mejorando de manera intrínseca la calidad de vida de la población y protegiendo los recursos naturales. La visión que plantea para el cantón para el año 2032 es que “Cañas será un cantón ambientalmente limpio y saludable, con una gestión integral de residuos sólidos modelo para la Región Chorotega, en busca de un cambio cultural que garantice una mejor calidad de vida de sus habitantes y el logro del desarrollo sostenible”.

Desde un punto de vista estratégico, es necesario establecer el horizonte de la gestión integral de residuos sólidos donde se definan objetivos concretos y metas en una escala

temporal (corto, medio y largo plazo). Estos objetivos específicos se basan en sensibilizar a la población y divulgar este Plan, contar con un servicio de manejo de residuos sólidos eficiente, mejorar los programas municipales y cantonales relacionados con las 5R y la valorización de residuos.

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

### 3.4 Acciones climáticas en el cantón

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

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

El cantón de Cañas cuenta con un Plan de Acción Climática para el período 2020-2021, que como se ha comentado en el apartado anterior incluye acciones dirigidas tanto a la mitigación como a la adaptación. Así mismo, en los planes territoriales también se incluyen medidas en esta línea de actuación. Además, en la información facilitada por la municipalidad se incluye la Caja de Herramientas, donde se han identificado las acciones climáticas que están implementadas o en proceso de ejecución en el cantón.

En la siguiente tabla se recogen algunas de estas acciones:

Plan territorial/sectorial	Acción climática
Plan de Desarrollo Región Chorotega 2030	Mejorar el acceso de los productores regionales a los circuitos comerciales

<sup>3</sup> Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	<p>Mejora tecnológica para la producción y diversificación de la economía regional</p> <p>Universalización de las tecnologías de comunicación</p> <p>Desarrollo e implementación del programa regional de manejo integrado del recurso hídrico que incluye el mejoramiento de las aguas residuales, estudios hidrogeológicos, balances hídricos y huella hídrica</p> <p>Manejo integral de los desechos sólidos</p> <p>Mejora de la calidad de la educación</p> <p>Fortalecer las capacidades (humanas, técnicas, financieras y materiales) de instituciones públicas para el cumplimiento de su rol como facilitador del desarrollo económico</p>
<p><b>Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local</b></p>	<p>Mejoramiento y apoyo a la producción agrícola y el desarrollo turístico</p> <p>Búsqueda y promoción de nuevas oportunidades e iniciativas que generen fuentes de empleo en la comunidad</p> <p>Acompañamiento a la micro y pequeña empresa en el cantón que promuevan un mayor bienestar económicos en equilibrio con el medio ambiente</p> <p>Generación de oportunidades integrales para el desarrollo de las mujeres para su plena incorporación a la vida económica</p> <p>Fortalecimiento de la calidad de la oferta educativa</p> <p>Oferta de educación técnica ajustada a necesidades de la zona</p> <p>Crecimiento y fortalecimiento del sistema de salud del cantón que brinde a la ciudadanía adecuados mecanismos de prevención</p> <p>Mejoramiento de la calidad y cobertura de servicios básicos para el desarrollo integral de la ciudadanía y del cantón</p> <p>Posicionamiento del tema ambiental como prioridad del desarrollo cantonal a través de campañas de educación ambiental, protección y rescate de la biodiversidad</p> <p>Desarrollo de proyectos para la mejora de infraestructura</p> <p>Construcción de infraestructura accesible para toda la población del cantón</p> <p>Recuperación de espacios públicos en estado de deterioro</p> <p>Participación ciudadana activa como mecanismo que permita ampliar la democracia y el desarrollo humano del cantón</p> <p>Capacitación constante a la ciudadanía en la ejecución de los planes de gestión de riesgo existentes</p>

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	<p>Transferencia de información y capacitación a la ciudadanía sobre temáticas relevantes de prevención de desastres</p> <p>Conformación y fortalecimiento de comités locales de gestión de riesgos</p>
Plan Estratégico Municipal	<p>Planificar el desarrollo territorial acorde a lo establecido en la propuesta del plan regulador</p> <p>Promover la canalización de recursos hacia proyectos de infraestructura relacionadas con las necesidades de la población</p> <p>Implementar el Plan para la preparación y atención de emergencias del cantón</p> <p>Velar por una participación ciudadana informada para la toma de decisiones</p> <p>Maximizar el desarrollo ambiental del cantón de manera sostenible</p> <p>Atraer inversión pública y privada que fortalezca el desarrollo socioeconómico</p>
Plan de Acción Climática	<p>Propuesta de mitigación mediante compostaje de residuos orgánicos</p> <p>Propuesta de mitigación mediante la construcción de un boulevard caminable y ciclable en el cantón central</p> <p>Propuesta de mitigación mediante la utilización de biodigestores como fuentes de energía para viviendas o fincas</p> <p>Propuesta de mitigación mediante la sustitución de luminarias de edificios municipales y zonas recreativas del cantón</p> <p>Propuesta de mitigación mediante la construcción de sitios de recarga para autos eléctricos dentro del cantón</p> <p>(Adaptación) Mantener un programa de educación ambiental dentro del cantón de Cañas</p> <p>(Adaptación) Actualización del Plan Regulador del Cantón de Cañas</p> <p>(Adaptación) Construcción y mejora de infraestructura comunal y su posibilidad de funcionamiento como albergues</p> <p>(Adaptación) Actualización de los Planes de Emergencia</p> <p>(Adaptación) Encuentros de Comités Comunales de Emergencia</p> <p>(Adaptación) Alianza 2.0 para la resiliencia ante inundaciones a través del Proyecto Zurich</p> <p>(Adaptación) Mantener los sistemas de alerta temprana sobre la cuenca del Río Cañas y Cuenca Tenorio</p> <p>(Adaptación) Apoyar los objetivos estratégicos y estrategias del Plan de Gestión Local del Corredor Biológico Paso del Mono Aullador</p>

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	<p>(Adaptación) Apoyar el proyecto Dinámica Urbana Emergente</p> <p>(Adaptación) Realizar asesorías para el cumplimiento ambiental en el desarrollo de proyectos agrícolas o agropecuarios</p> <p>(Adaptación) Retomar y organizar una feria de la salud dentro del cantón, en donde se incluya cómo la variabilidad climática tiene una repercusión directa en la salud</p> <p>(Adaptación) Apoyar el Proyecto de Siembra y Cosecha del agua de lluvia como medidas de adaptación al cambio climático en los territorios Abangares-Cañas-Bagaces-Tilarán y Liberia-La Cruz-Guanacaste</p> <p>(Adaptación) Fortalecer las capacidades y los aspectos técnicos para el manejo de ASADAS dentro del cantón</p> <p>(Adaptación) Promover la protección de los recursos hídricos y la conservación de la riqueza natural mediante la siembra de árboles nativos dentro del cantón de Cañas (Proyecto Cañas Respira)</p> <p>(Adaptación) Mantener un proceso educativo y operativo de separación de residuos desde la fuente, mediante el proyecto de reciclaje “Cañas Te Quiero Limpia)</p> <p>(Adaptación) Promover el ahorro energético dentro de edificios municipales</p> <p>(Adaptación) Crear espacios públicos urbanos dentro del cantón, que incentiven el uso de medios de transporte cero emisiones</p> <p>(Adaptación) Convertir el cantón en un modelo de producción en pequeña escala de energías limpias no convencionales</p> <p>(Adaptación) Promover la infraestructura verde mediante la reforestación de zonas públicas y la creación de ambientes más saludables</p>
<b>Plan Cantonal de Emergencias</b>	Establecer procedimientos y mecanismos de respuesta ante situaciones de emergencia por evento súbito o por alerta
<b>Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos</b>	Manejo eficiente de los residuos sólidos, incluyendo la valorización
<b>Caja de herramientas</b>	<p>Programa de educación ambiental para capacitar a la población sobre temas de cambio climático, resiliencia, manejo de residuos sólidos y demás temas ambientales relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático</p> <p>Actualización del Plan Regulador del cantón en relación a los requisitos para construcción en zonas determinadas como de riesgo (inundación)</p> <p>Capacitación para miembros de comités comunales en temas de gestión del riesgo, uso de tecnologías,</p>

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	niñez y población vulnerable en emergencias, SCI, manejo de albergues y primeros auxilios comunitarios
	Seguimiento de la red de cuenca de Río Cañas mediante un grupo de integrado por 40 personas donde se monitorea en nivel de los ríos y las condiciones climáticas de las distintas comunidades aguas arriba (Tilarán y Abangares) para la eventual evacuación de las comunidades aguas abajo
	Mapa de amenazas y vulnerabilidades que ayuda en la toma de decisiones y planificación del territorio
	Promover prácticas de ahorro y manejo adecuado del recurso hídrico dentro del cantón dentro del Proyecto de Siembra y Cosecha de Agua
	Creación de la Federación de ASADAS para conocer el saneamiento básico que deben cumplir estas para el abastecimiento de agua potable
	Proyecto Cañas Respira (reforestación ) busca sitios para sembrar que cumplan una función de regeneración, conservación y preservación (agua, especies, boscosidad)
	Proyecto Cañas Te Quiero Limpia (valorización) para analizar la cantidad de residuos valorizables que anualmente se reciclan dentro del cantón. Establecer un porcentaje de reducción de residuos que se llevan diariamente hasta el relleno sanitario. Crear dentro del cantón una cultura de reciclaje
	Cambio de luminarias (LED) en sitios públicos y edificios municipales
	Proyecto Boulevard de los Guayacanes que promueve la instalación de puntos de recarga para vehículos eléctricos e incentivar el uso de medios de transporte cero emisiones (bicicletas)
	Recuperación de espacios públicos a través de proyectos de seguridad comunitaria

Desde Plan A se han monitoreado y evaluado las acciones iniciales de adaptación que la municipalidad de Cañas está llevando a cabo. Estas, junto a las incluidas en la Caja de Herramientas, muestran de forma actualizada y concreta las acciones realizadas o en proceso. A saber (Ministerio de Ambiente y Energía, 2020):

- Plan de Acción Climática: donde se definen las acciones de adaptación que ya se han realizado.
- Gestión del recurso hídrico: conservación de riberas de ríos, quebradas y nacientes, así como tres reservorios para siembra y cosecha de agua en la zona alta del cantón.
- Educación ambiental
- Mapeo de las zonas vulnerables y zonas de reubicación
- Requerimientos específicos de construcción: para casas que se vayan a construir en zonas inundables (por ejemplo: sobre pilotes a 1,9 metros de altura)

- 
- Monitoreo: a nivel de cuenca
  - Biodiversidad: corredores biológicos

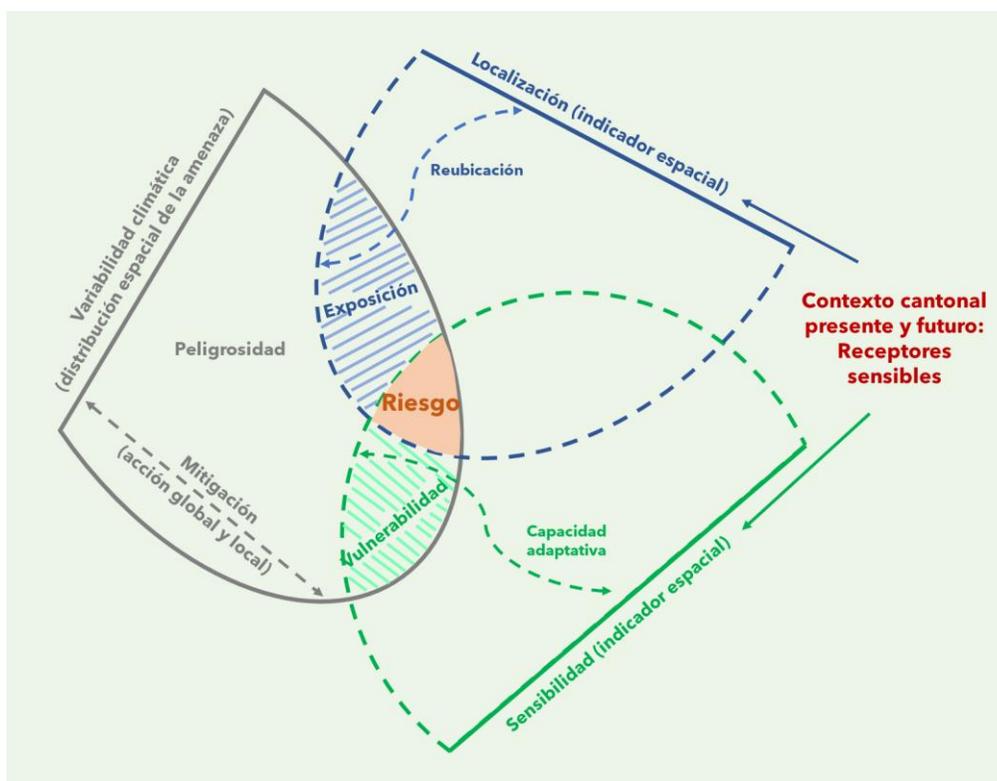
En cuanto a las acciones iniciales para el futuro, se ha planteado la construcción de un boulevard que incorpore vías peatonales, ciclovías y reforestación.

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

## 4 Perfil climático

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

Figura 4. Conceptualización del riesgo climático



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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

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

---

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

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

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

#### **4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima**

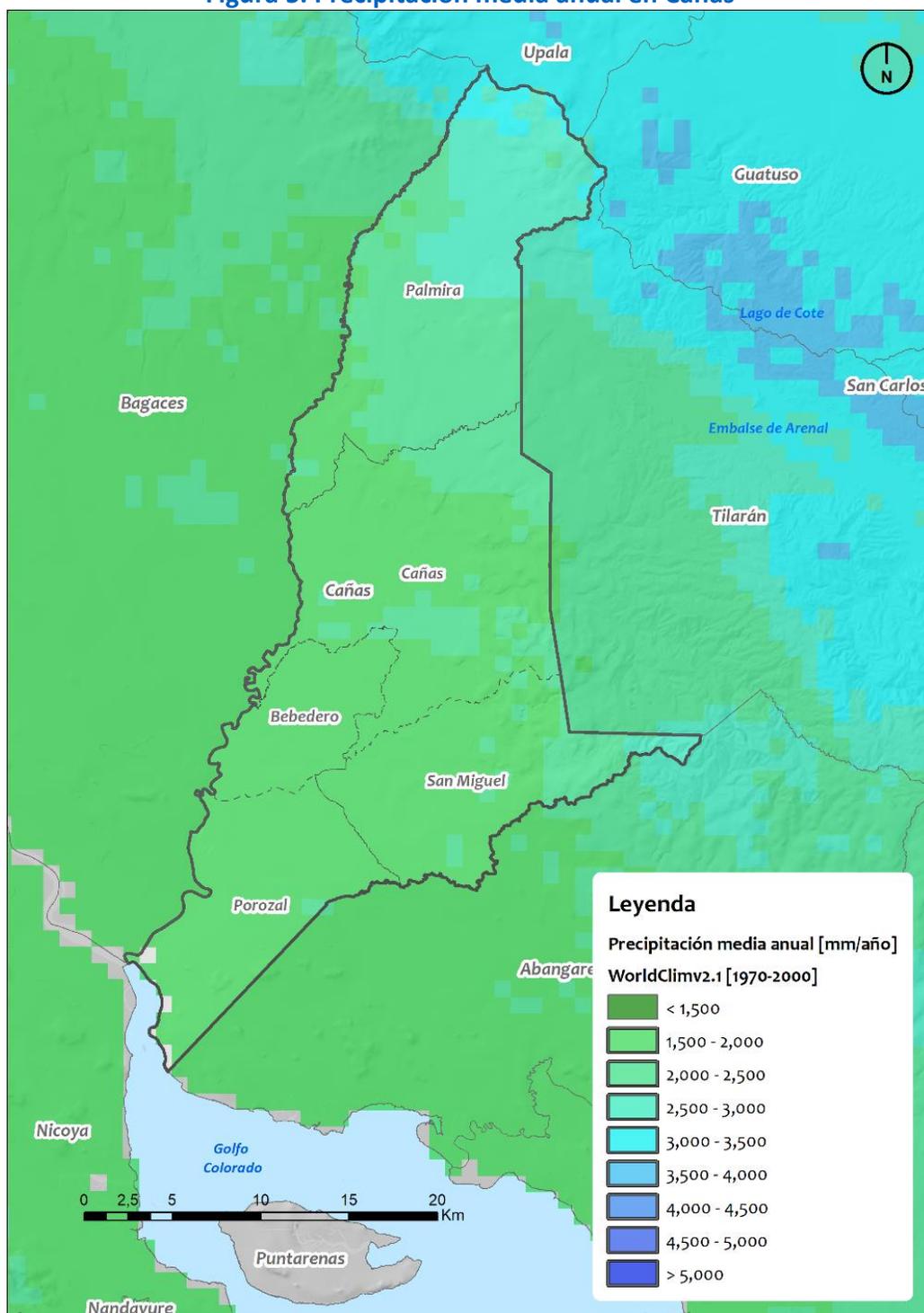
El clima en el cantón de Cañas es de sabana tropical, caracterizado por un período seco de diciembre a marzo y otro lluvioso de mayo a octubre, donde abril y noviembre son meses de transición. Este cantón además se localiza en la zona climática Pacífico Norte y es parte del corredor seco extendido a través de la depresión del río Grande de Tárcoles (IMN, 2021).

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

##### **4.1.1 Precipitación**

El gradiente de precipitación asciende en sentido sur – norte, con valores medios de 2.075,2 mm/año, de forma que las precipitaciones mínimas se dan en el sur del cantón, en los distritos de Bebedero y Porozal, con valores próximos a los 1.500 mm/año. Por el contrario, en el distrito del norte, Palmira puede alcanzar los 3.000 mm/año.

Figura 5. Precipitación media anual en Cañas



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

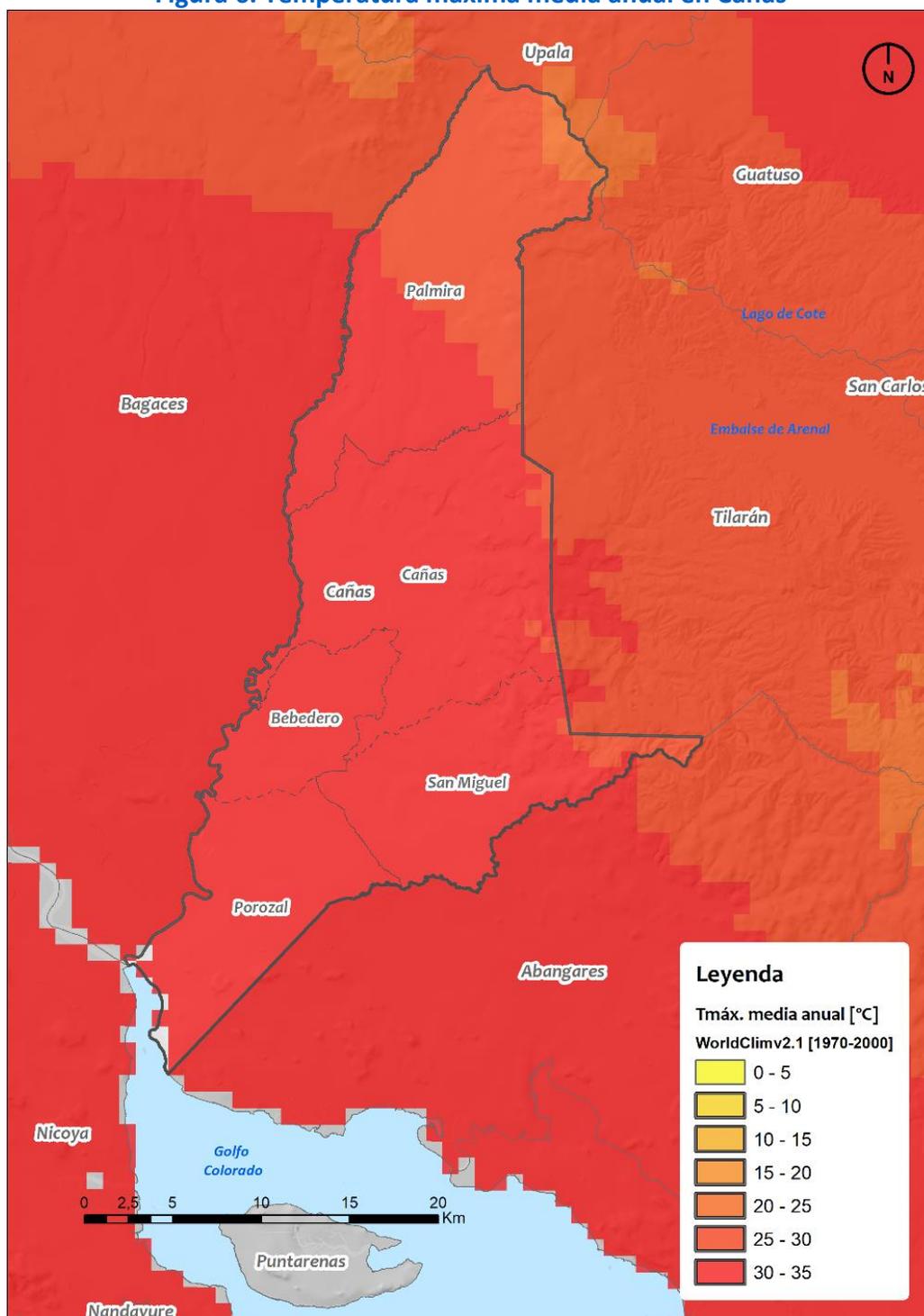
---

### 4.1.2 Temperatura

Estas dos estaciones marcadas, la seca y la lluviosa, tienen temperaturas que oscilan entre los 22°C por la noche y los 37°C durante el día, con variaciones que en gran parte están vinculadas a fenómenos de variabilidad climática como El Niño.

Ocurre lo mismo con las temperaturas máximas, pues los distritos del sur alcanzan máximas de 35°C y disminuyen a medida que ascienden hacia el norte, donde Palmira mantiene una Tª entorno a los 20°C. En todo el cantón se consigue una Tª máxima media de 31,1°C.

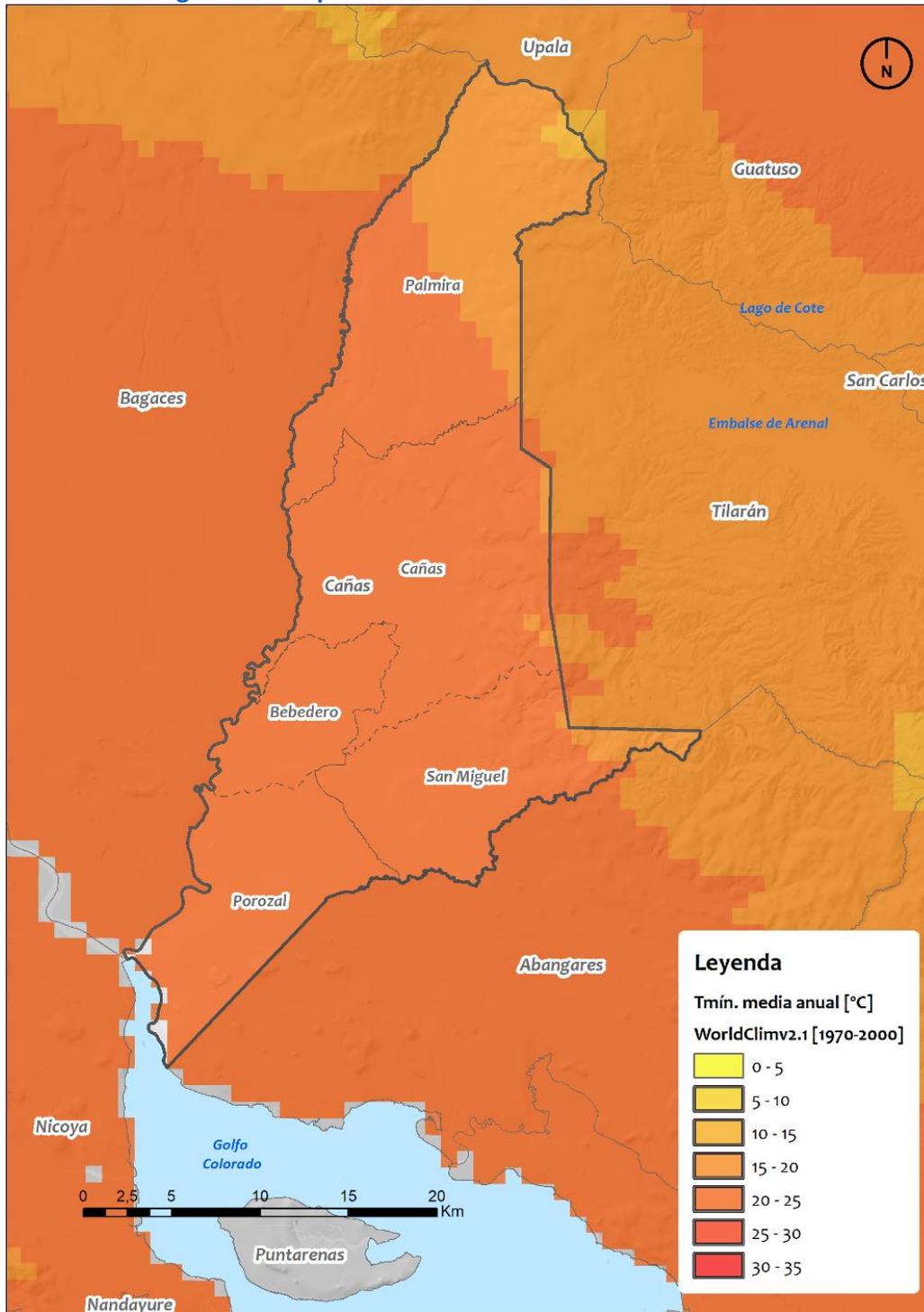
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Cañas



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

Asimismo, la T<sup>a</sup> mínima media es de 21,03°C, disminuyendo hacia el norte, con valores que rondan los 10°C, mientras que en los distritos del sur suben hasta los 20°C.

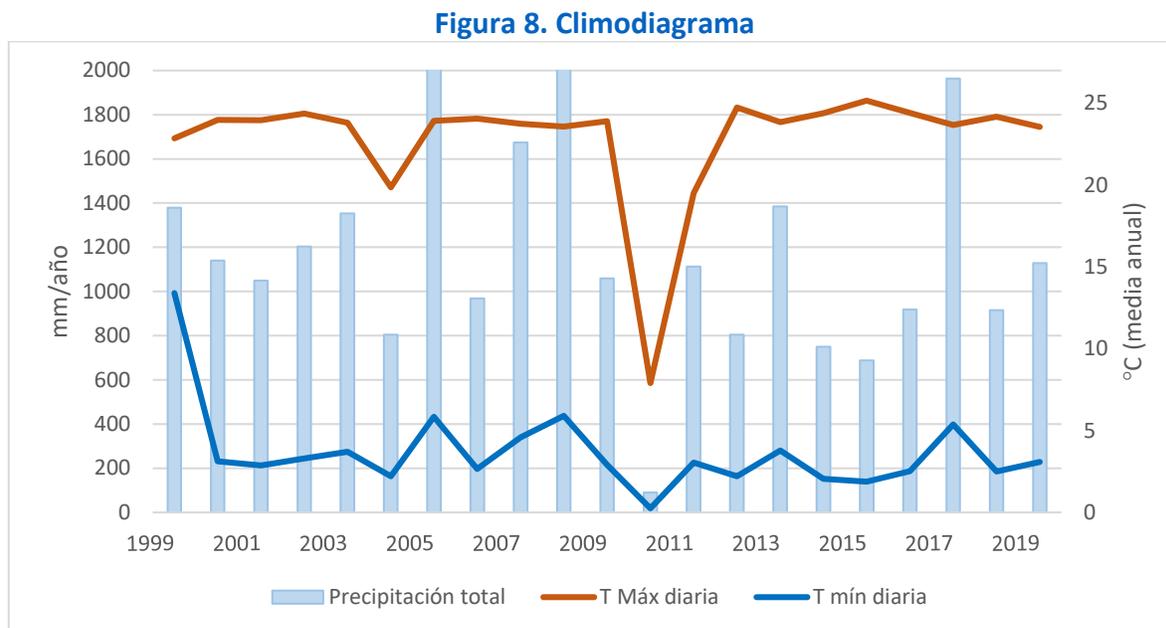
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Cañas



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

Los datos para perfilar el clima histórico proceden de la estación de Hacienda Mojica, que es la más cercana al cantón, y son ofrecidos por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Estas dos variables se relacionan en el siguiente climodiagrama (Figura 8), que recoge el

cómputo anual de las precipitaciones y la media de la temperatura máxima diaria y de la temperatura mínima diaria:



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

Como se puede ver, las temperaturas siguen un patrón similar y más o menos constante, aunque con tendencia ascendente. En cuanto a las precipitaciones anuales presentan resultados muy heterogéneos y parecen no responder a ningún patrón debido a la falta de datos diarios en la estación de medida.

#### 4.1.3 Eventos asociados al clima

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

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

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
1	Huracán Juana	Lluvias intensas	Oct 1988	5 días	-
2	ENOS	Sequía	1997-1998	366 días	-
3	Período lluvioso de 1995	Lluvias intensas	Oct 1995	11 días	-
4	Tormenta tropical Lili	Lluvias intensas	Oct 1996	3 días	Cañas y Bebedero

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
5	Huracán Mitch	Lluvias intensas	Oct-Nov 1998	18 días	Bebedero
6	Fenómenos hidrometeorológicos	Lluvias intensas	Ag-Oct 1999	55 días	-
7	Huracán Michelle	Lluvias intensas	Oct 2001	10 días	Cañas, Palmira y Bebedero
8	Lluvias semipermanentes en vertiente Caribe y Norte	Lluvias intensas	Nov 2001	38 días	Cañas, Palmira, San Miguel y Bebedero
9	Onda tropical e influencia indirecta de los huracanes Rita y Vilma	Lluvias intensas	Sept 2005	40 días	-
10	Temporal y paso de una onda tropical en el Pacífico Central, Norte, Sur y Cordillera de Guanacaste	Lluvias intensas	Oct 2007	12 días	Cañas, Palmira, San Miguel, Bebedero y Porozal
11	Tormenta tropical Alma	Lluvias intensas	Mayo 2008	8 días	Cañas, Palmira, Bebedero y Porozal
12	Tormenta tropical Gustav y Hanna	Lluvias intensas	Ag 2008	10 días	-
13	Depresión tropical Nº 16	Lluvias intensas	Oct 2008	4 días	Cañas y San Miguel
14	El Niño 2009-2010	Sequía	2009-2010	304 días	-
15	Huracán Tomas	Lluvias intensas	Nov 2010	6 días	Cañas, Palmira, San Miguel, Bebedero y Porozal
16	El Niño 2014 (Plan de Emergencia)	Sequía	2014	395 días	Cañas, Palmira, San Miguel, Bebedero y Porozal
17	Tormenta tropical Nate	Lluvias intensas	Oct 2017	5 días	Cañas, Palmira, San Miguel, Bebedero y Porozal

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

Durante las reuniones técnicas con la municipalidad se ha indicado que el terremoto que tuvo lugar en Nicoya el 5 de septiembre de 2012, conocido como Gran terremoto de la Península de Nicoya o Terremoto de Sámara, también afectó al cantón de Cañas. Este se percibió muy fuerte y prolongado y con un grado de intensidad VI (sacudida sentida por todo el mundo y daños ligeros) en la escala modificada de Mercalli, sobre un rango máximo de XII (Linkimer & Soto, 2012).

Los detalles en relación con la cuantificación y alcance de sus impactos se encuentran en el apartado 4.5 del presente documento.

## 4.2 Proyecciones climáticas

A continuación, se presentan los escenarios de cambio climático a través del análisis regionalizado de Modelos de Circulación General (GCM por sus siglas en inglés), que permiten simular la respuesta del sistema climático global a los aumentos en los gases de efecto invernadero (IPCC, 2014).

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

### 4.2.1 Precipitación

La precipitación media anual muestra una tendencia variable. En la Tabla 5 se aprecia como para el escenario RCP 4.5 hay un ligero descenso en ambos horizontes temporales con respecto al periodo histórico (1975-2005), siendo este un descenso continuado a lo largo del tiempo.

Sin embargo, el escenario RCP8.5 muestra una tendencia dispar. Para el horizonte temporal cercano (2030) hay un aumento de un 4,10% de la precipitación media anual, sin embargo, la tendencia se revierte en el futuro lejano habiendo de nuevo una disminución de la variable cercana al 0,5%. Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al escenario climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

**Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Cañas**

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación media anual (%)	RCP4.5	2030	-0,30 %	0,36 %	-0,55 %	0,24 %
		2060	-2,45 %	0,28 %	-2,59 %	-1,96 %
	RCP8.5	2030	4,10 %	0,76 %	3,65 %	5,31 %
		2060	-0,47 %	0,50 %	-0,62 %	0,42 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

## 4.2.2 Temperatura

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

Por un lado, en la Tabla 6 se aprecia como la temperatura máxima sufre un aumento progresivo en los diferentes periodos temporales (2030 y 2060). Para el RCP 4.5 aumenta más de 1,5°C en el periodo temporal más lejano y para el escenario de emisiones RCP 8,5 llega a superar los 2 grados de temperatura de incremento en el horizonte temporal asociado al 2060.

**Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Cañas**

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación temperatura máxima (°C)	RCP4.5	2030	0,96 °C	0,01 °C	0,95 °C	0,97 °C
		2060	1,61 °C	0,01 °C	1,59 °C	1,62 °C
	RCP8.5	2030	1,07 °C	0,01 °C	1,06 °C	1,08 °C
		2060	2,30 °C	0,01 °C	2,29 °C	2,32 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Por otro lado, la temperatura mínima sigue un patrón muy similar al anterior (ver Tabla 7). Para el escenario de emisiones RCP 4.5 el aumento llega a ascender hasta casi el grado y medio de temperatura. De nuevo, en el escenario de emisiones RCP 8.5 el aumento de la temperatura mínima llega hasta los 2,26°C. Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al horizonte temporal siendo superior en el año 2060 con respecto al 2030 en ambos escenarios.

**Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Cañas**

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación temperatura mínima (°C)	RCP4.5	2030	0,89 °C	0,01 °C	0,88 °C	0,90 °C
		2060	1,51 °C	0,01 °C	1,51 °C	1,53 °C
	RCP8.5	2030	1,09 °C	0,01 °C	1,08 °C	1,10 °C
		2060	2,26 °C	0,02 °C	2,24 °C	2,29 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

## 4.3 Amenazas a considerar

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

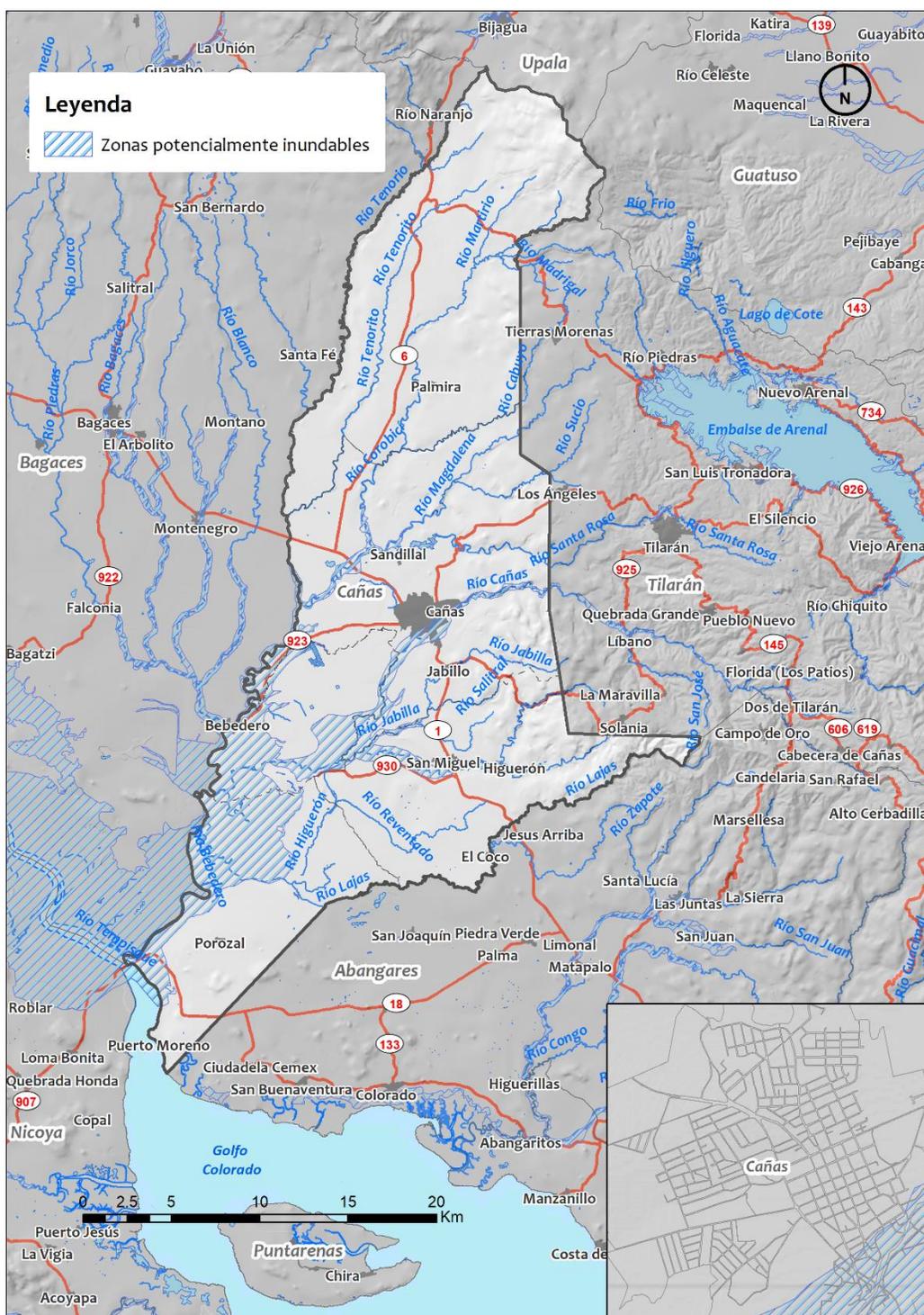
- Los resultados obtenidos en el análisis del clima histórico.
- Los eventos o desastres asociados al clima registrados a lo largo del tiempo.

- 
- La información disponible para caracterizar las amenazas.

Finalmente, se definieron 4 amenazas a evaluar en el cantón de Cañas, que son: inundaciones, deslizamientos, sequías, olas de calor.

No se ha considerado el aumento del nivel del mar puesto que se estima que en el Pacífico va a descender (Nicholls & Cazenave, 2010).

Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas



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

### 4.3.1 Inundaciones

---

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

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

Las zonas o barrios que pueden verse más afectados por las inundaciones de ríos y quebradas del cantón son El Güis, El Coco, Bebedero, Higuerón, San Miguel, El Vergel, San Pedro, Cantarrana, Libertad, Taboga, Bebedero, Río Chiquito, Cepo, Corobicí, Tenorito, San Isidro, Santa Lucía, Sandillal, Paraíso, San Cristóbal (Norte y Sur) y Santa Isabel (Arriba y Abajo) y Palmira. Como se ha comentado en la reuniones técnicas donde han participado distintos técnicos, el mayor problema de inundación se localiza en Santa Isabel (Arriba y Abajo), El Vergel, Corobicí y Bebedero. Además, en los últimos 2 o 3 años las zonas de Presa San Luis y el barrio Los Ulate (San Miguel) han sufrido inundaciones recurrentes.

#### **4.3.2 Deslizamientos**

Esta amenaza puede estar ligada a períodos de fuertes lluvias. Su grado de incidencia depende de distintos factores, como las pendientes, el grado de deforestación o la geología. Este cantón tiene características propias que dan como resultado que algunas partes sean altamente vulnerables a los deslizamientos o movimientos en masa. Estas características tienen que ver con las fuertes pendientes, como en la zona norte donde la pendiente es más abrupta, o lugares donde se han practicado cortes de caminos y rellenos poco compactos.

#### **4.3.3 Sequías**

Las sequías tienen su inicio en la ausencia prolongada de precipitaciones o en la variación en la frecuencia de su intensidad, que supone un déficit hídrico en el territorio, y que también se puede ver incrementado por 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. Los períodos de sequía en este cantón han sido provocados por el fenómeno de El Niño, con distinto alcance en función del episodio.

En las reuniones técnicas se ha explicado que en Santa Lucía se han presentado problemas serios por sequía, puesto que son necesarias cisternas que descargan en reservorios desde los que la población puede acceder a agua potable para consumo humano.

#### 4.3.4 Olas de calor

Se trata de una amenaza relacionada con períodos de altas temperaturas que derivan en situaciones de estrés térmico y que tienen mayor impacto en las zonas urbanizadas.

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

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

#### 4.4 Categorización de la peligrosidad

Con este apartado se completa la construcción de los mapas de peligrosidad bajo los diferentes escenarios de cambio climático para cada una de las 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 indicadores estadísticos seleccionados a partir de los definidos por el Panel de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI por sus siglas en inglés) y divulgados a través de la iniciativa Climdex<sup>4</sup>, para representar sequías, lluvias intensas, heladas y altas temperaturas. La metodología y la categorización se detallan en el Anexo 1 de este documento.

##### 4.4.1 Lluvias intensas

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

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

En la Tabla 8 se aprecia el nivel de la amenaza correspondiente a los porcentajes de cambio previamente presentados. Como se observa, los porcentajes de cambio (valores medios) de

---

<sup>4</sup> Disponible en: <https://www.climdex.org/>

los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 están todos por debajo del 10%. Esto quiere decir que los episodios de lluvias intensas no aumentarán de forma significativa en ninguno de los escenarios climáticos y períodos temporales. En la Tabla 30, se indica que, si el porcentaje de cambio es inferior al 10%, el nivel de amenaza es bajo, lo que quiere decir que el número de días con lluvias extremas por encima del percentil 95 del período analizado registra un aumento de hasta un 10% con respecto al número de eventos recogidos durante el período de referencia. En otras palabras, no se estima que el número de lluvias con lluvias extremas aumente de forma contundente.

**Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p**

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en el R95p	RCP4.5	2030	0,30 %	1,11 %	-1,44 %	1,80 %
		2060	-0,36 %	1,12 %	-1,65 %	1,24 %
	RCP8.5	2030	8,82 %	2,10 %	6,92 %	12,16 %
		2060	5,08 %	1,99 %	3,19 %	8,14 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

#### 4.4.1.1 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.

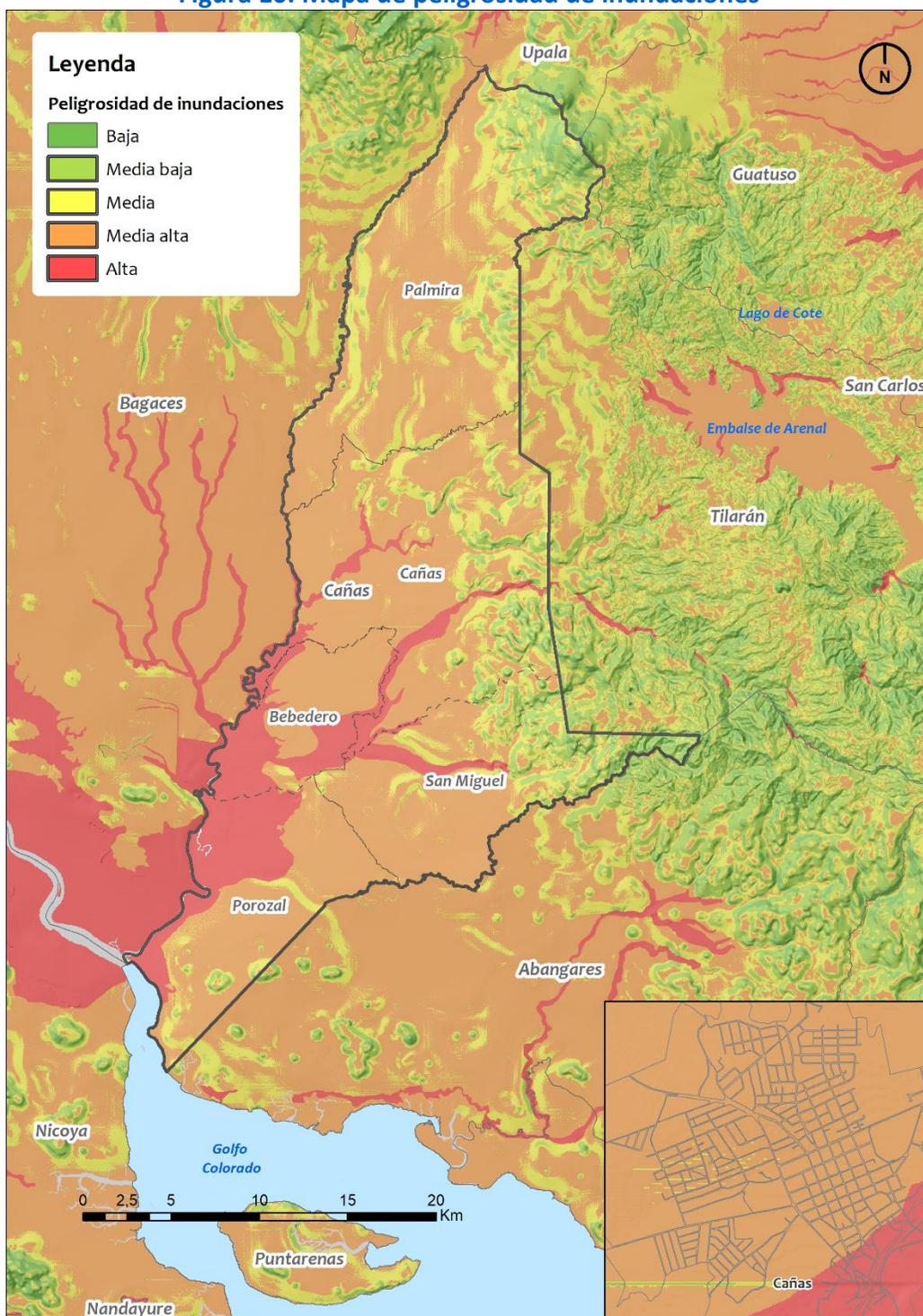
Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de peligrosidad, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones son las que presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

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

#### **Peligrosidad actual a inundaciones**

Como se ve en el zoom de la Figura 10, la zona urbana de Cañas tiene un nivel medio alto en casi toda su superficie con algunas manchas de nivel alto que corresponden con el río Cañas.

Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones



Fuente: IDOM-CPSU (2021)

## Peligrosidad futura a inundaciones

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P de la Tabla 8.

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

En base a estos cruces, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075. En Cañas, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8 y los rangos establecidos en la Tabla 30, el incremento de la peligrosidad para el RCP 4.5 es bajo por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual. Sin embargo, aunque en la tabla anterior para el RCP 8.5 el incremento también es bajo, este valor es la media del cantón y hay una pequeña área en el cantón donde el incremento es medio-bajo para el RCP 8.5, por lo que hay un ligero aumento en la peligrosidad principalmente de las categorías bajas y medias-bajas.

### *4.4.1.2 Deslizamientos*

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

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

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

En consecuencia, el estudio de la amenaza 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.

---

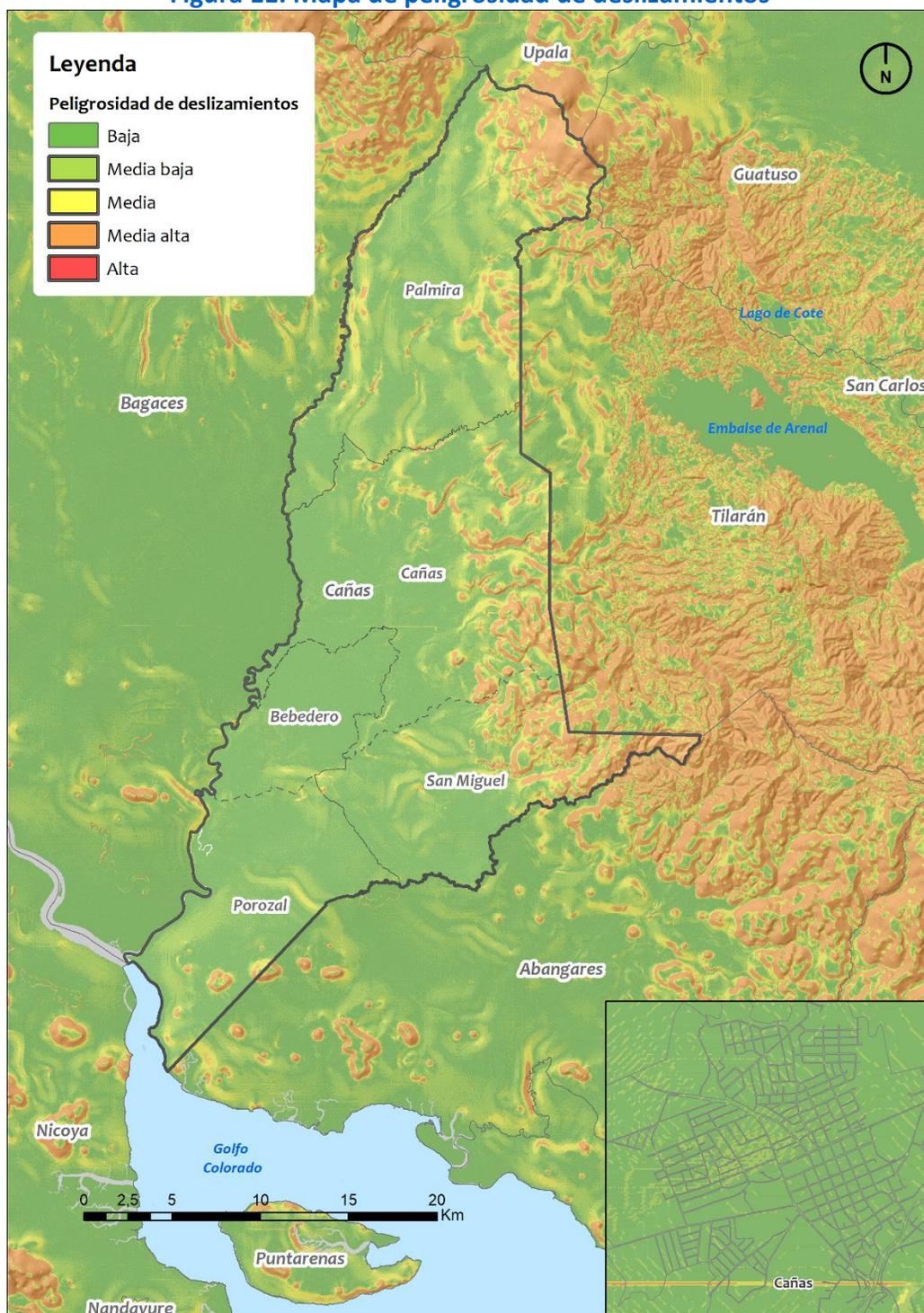
Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que, para el segundo análisis, se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan una mayor susceptibilidad a que 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 11) refleja que las zonas urbanas de los distritos presentan una peligrosidad baja ante eventos de deslizamientos, especialmente en el distrito de Bebedero. En el resto, salvo algunas zonas limitadas, el nivel de peligrosidad también es bajo de forma predominante.

Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos



Fuente: IDOM-CPSU

## Peligrosidad futura a deslizamientos

Para la obtención de los mapas de peligrosidad por deslizamientos bajo los escenarios de cambio climático, se ha combinado el mapa de peligrosidad actual obtenido, con la categorización del cambio previsto en el índice de precipitaciones intensas R95P de la Tabla 8.

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

En base a estos cruces, se ha procedido a obtener los mapas de peligrosidad por inundación en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para los horizontes 2015-2045 y 2045-2075. En Cañas, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8 y los rangos establecidos en la Tabla 30, el incremento de la peligrosidad para el RCP 4.5 es bajo por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual. Sin embargo, aunque en la tabla anterior para el RCP 8.5 el incremento también es bajo, este valor es la media del cantón y hay una pequeña área en el cantón donde el incremento es medio-bajo para el RCP 8.5, por lo que hay un ligero aumento en la peligrosidad principalmente de las categorías bajas y medias-bajas.

### **4.4.2 Déficit de lluvias**

La sequía es una alteración dramática en el ciclo hidrológico del planeta (Bonsal, B. R. et al, 2011) y uno de los fenómenos climáticos más complejos para su estudio, que tiene lugar por una ausencia prolongada de las precipitaciones. Según Mishra y Singh (2010), los principales tipos de sequías son<sup>5</sup>:

- 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.

---

<sup>5</sup> (Mishra & Singh, 2010)

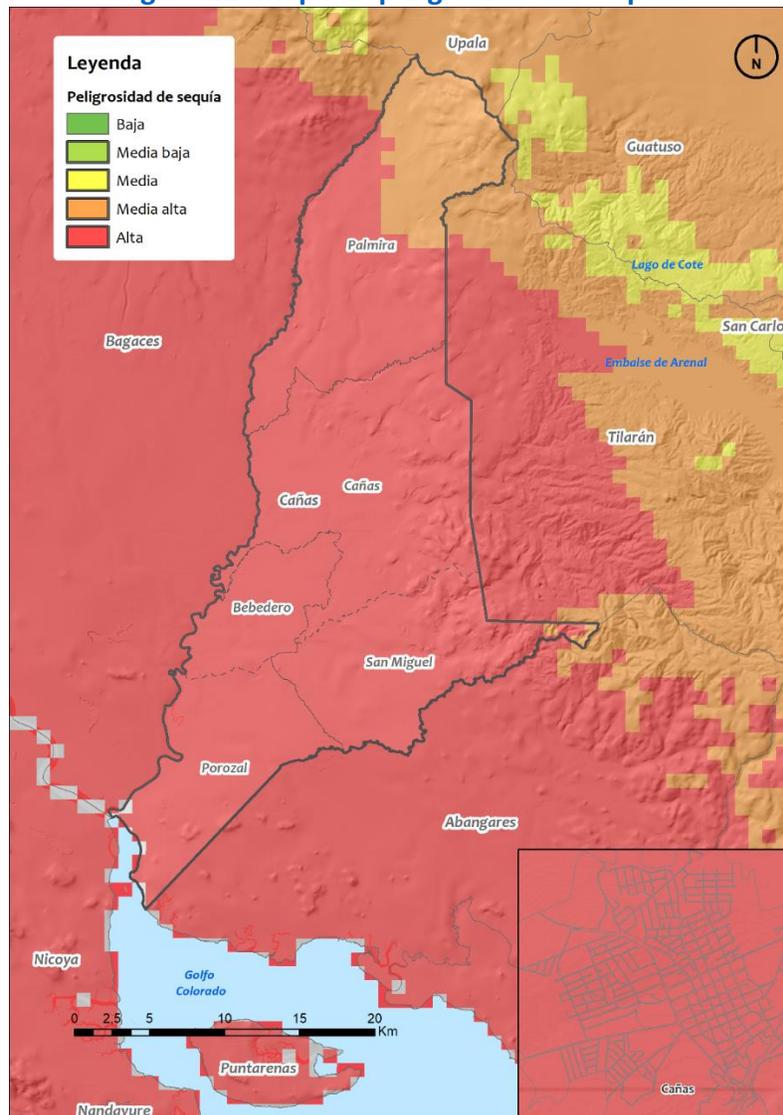
---

### Peligrosidad actual a sequía

Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez global (Trabucco & Zomer, 2019), obtenido a partir de los datos WorldClim 2.0 (1970-2000). Este índice representa la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (que a su vez depende de la temperatura), es decir, la precipitación sobre la demanda de agua para la vegetación (agregada sobre una base anual).

El nivel de amenaza asociado a estos porcentajes de cambio se observa en la Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías, donde la mayor parte del cantón tiene un nivel de peligrosidad alto en cuanto a la sucesión de eventos de sequía. Solo la parte norte tiene un nivel medio alto que coincide con la frontera con el cantón de Upala en el distrito de Palmira.

Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías



Fuente: IDOM-CPSU

### Peligrosidad futura a sequía

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

En la Tabla 9 se presenta el porcentaje de cambio del indicador CDD bajo los dos escenarios RCP y horizontes temporales considerados. El porcentaje de cambio del índice de los valores medios es menor al 10% en todos los escenarios y horizontes temporales (excepto para el RCP8.5 y el horizonte temporal de 2060, que está ligeramente por encima del 10%), por lo que existe un ligero aumento en el número de días secos consecutivos con respecto al período de referencia. En el caso de los valores máximos, solo en el período temporal más alejado (2060) y en el escenario climático más desfavorable (RCP8.5), se supera este 10%. Asumiendo los valores medios, esto implica que los días secos aumentarán en todos los escenarios, excepto en el RCP4.5 (2030), de forma ligera y poco significativa.

**Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD**

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
CDD	RCP4.5	2030	-0,15 %	1,79 %	-2,00 %	2,59 %
		2060	0,75 %	1,51 %	-1,08 %	2,65 %
	RCP8.5	2030	3,02 %	1,26 %	0,42 %	3,91 %
		2060	8,95 %	2,48 %	6,04 %	12,23 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

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

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

#### 4.4.3 Altas temperaturas

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

De acuerdo con la OMS y Organización Mundial de Meteorología (OMM) no hay una definición exacta de ola de calor<sup>6</sup> (WHO, 2015), sin embargo, como definición operacional se entiende como un periodo inusualmente caliente y seco o caliente o húmedo, con una

<sup>6</sup> 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.

---

duración de por lo menos dos días a tres días, con un impacto discernible en los seres humanos y los sistemas naturales.

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

### **Peligrosidad actual a olas de calor**

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

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

### **Peligrosidad futura a olas de calor**

En este caso, de acuerdo con la definición de ola de calor dada por la OMS y OMM descrita anteriormente, se ha tenido en cuenta para su procesamiento el indicador climático WSDI, que se asemeja a la definición mencionada y corresponde con el número de rachas cálidas 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 WSDI para los dos escenarios considerados (RCP4.5 y RCP8.5) y para los dos horizontes temporales, son siempre superiores al 100%, por lo tanto, la evolución futura de la amenaza es la misma en todos los casos planteados (para más detalle sobre la metodología de cálculo acudir al apartado 10).

De acuerdo con la justificación anterior no se representan los mapas de peligrosidad de olas de calor puesto que se trata de un único valor para todo el cantón, sin embargo, esta

información se encuentra disponible anexa al presente informe a modo de información geoespacial.

#### 4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto

Los **receptores sensibles** hacen referencia a todos aquellos elementos que pueden verse expuestos de forma potencial por las distintas amenazas que presenta este territorio, que se han descrito en el apartado 4.3. En este caso, se han agrupado por los sectores de población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas.

**Tabla 10. Receptores sensibles**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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

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

Cabe señalar que en el apartado 4.5.4 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 los impactos asociados a las amenazas en relación con los receptores.

#### 4.5.1 Lluvias intensas

Las lluvias intensas pueden convertirse en el factor desencadenante de distintas amenazas, como es el caso de las **inundaciones o los deslizamientos de tierra**. En este apartado se describe la cadena de impacto asociada a cada una de estas amenazas, 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 llegar a producir víctimas mortales y heridos; 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 asociada a la inundación, donde se muestra la relación entre sectores, receptores y los impactos potenciales sobre estos. Estas cadenas han sido alimentadas por los actores locales durante las reuniones técnicas acontecidas.

**Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones**

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
		Enfermedades por vectores
		Posible aumento de las migraciones
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales a edificaciones y viviendas. Anegamiento
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de cosechas por fuertes lluvias
	Pecuario	Posible pérdida de cabezas de ganado
		Pérdida de productividad de leche
Infraestructuras	Aeródromos Vías Puentes	Posible desabastecimiento de alimentos para el ganado derivados de la agricultura
		Posibles daños físicos a las infraestructuras de movilidad
		Afectación a la parte perimetral del aeródromo
		Socavamiento de puentes

Sector	Receptor	Potenciales impactos
		Posible corte en la circulación y operatividad. Especialmente en zonas rurales
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Recurso hídrico	Posible saturación de la infraestructura de drenaje, captación y abastecimiento
		Posible corte del suministro por daño directo a la infraestructura de captación y abastecimiento
		Posible alteración en la disponibilidad hídrica por el incremento brusco del caudal o bloqueos en cauces
		Posible efecto sobre la calidad del agua

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Algunos de los impactos que pueden darse, asociados a los **deslizamientos**, son la destrucción de viviendas debido al sepultamiento de estas, daños a caminos y otras infraestructuras; flujos de lodo generados por el represamiento de ríos que afecta a la infraestructura localizada cerca del cauce del río o dentro de la llanura de inundación de los mismos; o daños a la producción del tercer primario.

**Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos**

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Incremento de la accidentalidad y probabilidad de siniestros con daño personal
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Enfermedades por vectores Daños estructurales sobre edificaciones
Infraestructuras	Aeródromos Vías Puentes	Posibles daños físicos a las infraestructuras de movilidad
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Recurso hídrico	Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento Posible corte de suministro por daño directo a infraestructuras de abastecimiento

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Como se ha incluido en el apartado 4.1.3, los distintos eventos 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. El coste total de estos eventos se ha cuantificado en más de **treinta y seis millones de dólares (USD)**. Destacan por encima de todos los receptores las viviendas como foco de daños y coste asociado, puesto que asciende a casi quince millones de dólares (USD), el 40% del monto total.

En la siguiente tabla se refleja esta información de forma desglosada:

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

Tipo de evento	Daños (\$)					
	Vivienda	Agropecuario	Vías	Puentes	Educación	TOTAL
Deslizamiento	-	-	466.703,92	-	-	466.703,92
Aumento de caudal	-	-	-	2.648.375,58	-	2.648.375,58
Inundación	-	1.817.326,63	89.784,76	-	-	1.907.111,39
-	14.902.994,67	8.620.069,79	7.725.714,43	371.809,25	34.226,87	31.654.815,01
<b>TOTAL</b>	<b>14.902.994,70</b>	<b>10.437.396,42</b>	<b>8.282.203,11</b>	<b>3.020.184,83</b>	<b>34.226,87</b>	<b>36.677.005,90</b>

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

#### 4.5.2 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.

La agricultura y ganadería es la actividad productiva de los distritos de Palmira, San Miguel y Porozal. Junto al sector secundario, que en parte está relacionado con los productos primarios, corresponde con la mitad de las actividades del cantón, lo que implica que las afecciones pueden traducirse en un alto impacto socioeconómico.

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.

Si esta situación se da durante un tiempo prolongado puede llegar a ser desencadenante de incendios forestales, al igual que con el aumento de temperaturas. Esto se especifica en el apartado 4.5.3.

**Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías**

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

En el caso de las sequías, la base de datos *DesInventar*, que es una herramienta apoyada entre otros por la UNDRR y UNDP y que cuenta con datos para el período 1968-2020, incluye que las pérdidas económicas se estiman en **149.377,19 dólares (USD)**.

Respecto a lo eventos o desastres asociados al clima ocurridos en Cañas en relación con el déficit de temperaturas, MIDEPLAN incluye distintos episodios de El Niño. Entre ellos el que

tuvo lugar la temporada 1997-1998, que fue uno de los más devastadores en toda América Latina. En el caso de Costa Rica, que ya venía de una situación donde las precipitaciones habían descendido en el período de lluvias, este fenómeno propició la continuación e intensificación de la sequía, que lógicamente tuvo repercusiones en todos los elementos de la sociedad (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

En la siguiente tabla se cuantifican los daños económicos asociados a estos eventos de sequía, que ascienden a más de **tres millones de dólares (USD)** y que, como cabe esperar, afectan a cultivos y explotaciones ganaderas (sector agropecuario).

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

Tipo de evento	Daños (\$)	
	Agropecuario	TOTAL
El Niño	3.629.451,31	<b>3.629.451,31</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3.629.451,31</b>	<b>3.629.451,31</b>

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

### 4.5.3 Altas temperaturas

Las **olas de calor** vienen propiciadas por períodos de altas temperaturas. Esta amenaza está presente en el cantón de Cañas, y en este apartado se describe su cadena de impacto y sus daños económicos asociados

El efecto más destacado que se puede atribuir a estas corresponde con la salud de la población. Estas pueden provocar estrés cardiovascular (O'Neill & Ebi, 2009) o afecciones al sistema nervioso y problemas respiratorios (Deschenes, 2014) por ejemplo. Esto puede contribuir al incremento de la tasa de morbilidad y mortalidad entre la población de este cantón.

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 notables.

Por otro lado, cuando las temperaturas son superiores a los 30°C el peligro de que se genere un incendio forestal es alto. Esto es debido a que las altas temperaturas propician la aridez

del suelo y la vegetación, lo que implica que los incendios tengan mayor poder de propagación y que la extinción de estos se vuelva más compleja al disponer de recursos hídricos limitados (Wong & Guevara, 2021). En la actualidad, casi la totalidad de los incendios son provocados por la acción humana como pirómanos, quemas de basura o preparación de cultivos o fumadores.

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

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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

Las altas temperaturas implican el aumento de la temperatura superficial del mar, que conlleva impactos asociados que afectan a la biodiversidad marina. Por ejemplo, temperaturas superiores a los 35°C provocan que las raíces de ciertas especies rebroten. En la actualidad, los pastos marinos y los estuarios no se encuentran bajo estrés hídrico, pero se estima que esta situación cambiará en el futuro (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013).

#### 4.5.4 Equidad de género e inclusión social

Debido a que existe un impacto diferenciado frente al cambio climático, el desarrollo de estrategias con enfoques transversales permite fomentar el empoderamiento climático de las poblaciones con condiciones de mayor vulnerabilidad, como las mujeres y los niños. Aunque han sido históricamente excluidas debido a desigualdades sociales preexistentes, estas poblaciones cumplen un rol clave para la implementación y éxito de las medidas de adaptación y políticas de sostenibilidad.

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

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

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

Poblaciones vulnerables	Potenciales impactos indirectos del cambio climático
<b>Mujeres</b>	<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 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>
<b>Niñas, niños y adolescentes</b>	<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>
<b>Persona adulta mayor</b>	<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>
<b>Pueblos indígenas</b>	<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>
<b>Migrantes</b>	<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>

Poblaciones vulnerables	Potenciales impactos indirectos del cambio climático
Comunidades campesinas	Afectación a la seguridad alimentaria por pérdida de cultivos Reforzamiento de estereotipos de género, desigualdades sociales y brechas económicas, sociales y políticas Enfermedades y problemas de salud por peligros asociados al cambio climático Afectación de los ingresos económicos de los miembros por pérdida de productividad agropecuaria Pérdida de empleo y migración temporal Baja atención sanitaria médica básica y de emergencia

Fuente: IDOM-CPSU

#### 4.6 Exposición y vulnerabilidad

Para poder analizar y cuantificar la vulnerabilidad y exposición del cantón, 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 el territorio de Cañas.

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

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

**Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas**

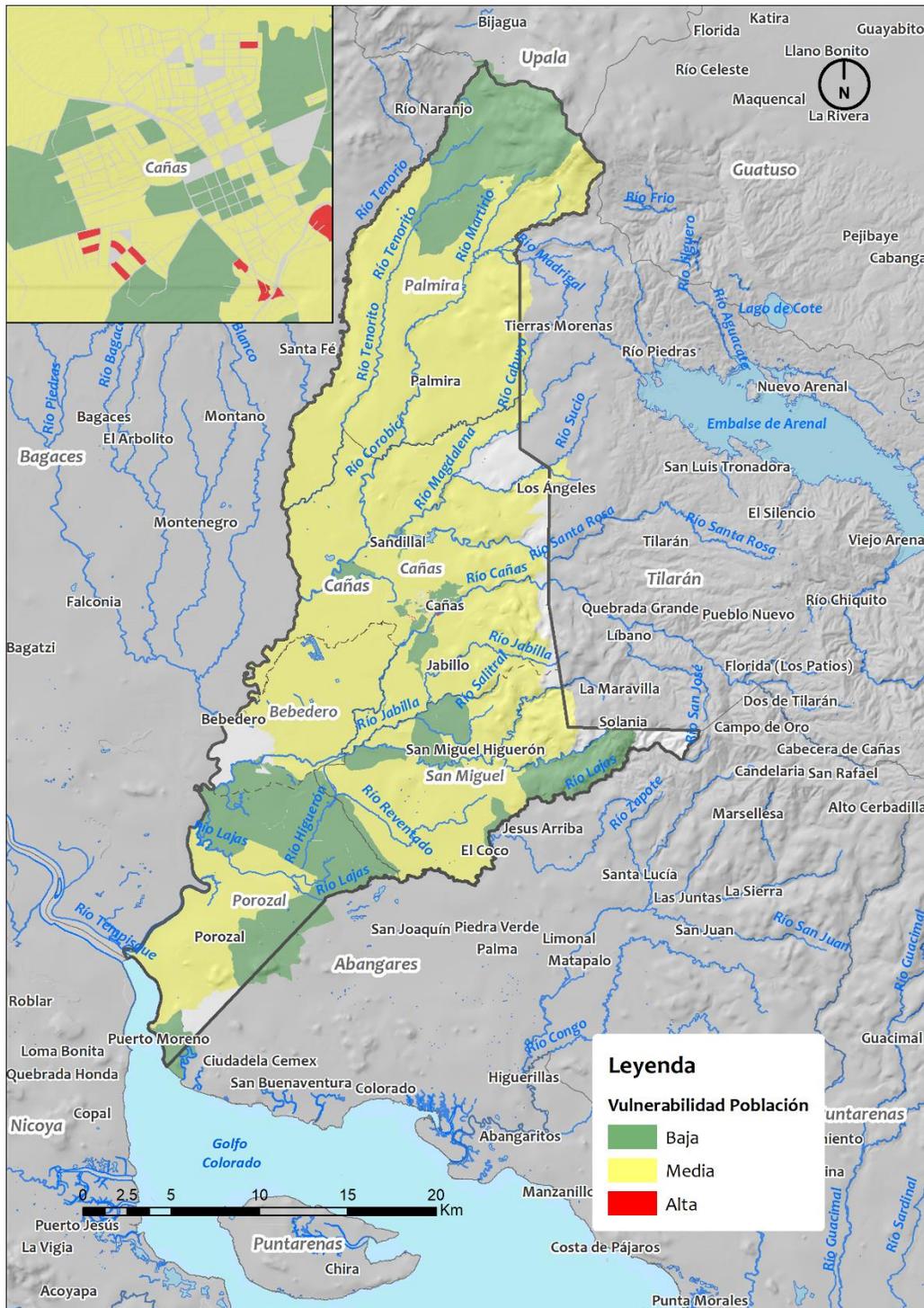
Sector	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos		
Población	Población	Deslizamientos Inundaciones Olas de calor	Edificaciones	IGN	Densidad de población	INEC (UGM)	Baja	0-30 hab/ha	
							Media	30-100 hab/ha	
							Alta	>100 hab/ha	
					Edad (<18 y >60)		Baja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

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
					Principal fuente de agua	Censo Agropecuario	Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA
							Media	Otras
							Alta	Cosecha de agua / pozo / manantial / río
Infraestructuras	Aeródromos	Deslizamientos Inundaciones	Aeródromos	IGN MOPT	Tipo de aeródromos	IGN MOPT	Baja	Campo de aterrizaje abandonado
							Media	Internacionales / aeródromo
							Alta	Campo de aterrizaje / pista de aterrizaje
	Vías		Red Vial	MOPT	Tipo de vía	MOPT	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Camino / Vereda / Caminos de tierra
	Puentes		Puentes	IGN	Tipo de puente	IGN	Baja	Vías Nacionales / Autopistas / Pavimentadas
							Media	Vías cantonales / Centro urbano
							Alta	Camino / Vereda / Caminos de tierra
Equipamientos	Educación	Deslizamientos Inundaciones	Centros educativos	MEP	Tipo de centro educativo	MEP	Baja	Colegio virtual
							Media	CINDEA / Colegio público / Colegio nocturno / CTP / Escuela nocturna / Escuela pública / IPEC / Telesecundaria

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
							Alta	Preescolar público / Centro especial / CAIPAD
	Recurso hídrico		ASADAS	PNUD	ASADAS	PNUD	Baja	-
							Media	ASADAS
							Alta	-
							Baja	Bajos de lodo
	Humedales		Humedales	SINAC	Tipo de humedal	SINAC	Media	Pantano arbustivo / Otros
							Alta	Pantano herbáceo / manglar / lago / laguna / laguna costera / estero
Áreas protegidas		Sequías					Baja	Pasto en corredor biológico / otras coberturas
	Áreas naturales		Áreas silvestres protegidas Corredores biológicos	SINAC	Tipo de área natural en función de la susceptibilidad al riesgo de incendios	IGN SINAC	Media	Pasto en Área Silvestre Protegida
							Alta	Forestal en corredor biológico / Forestal en área silvestre protegida

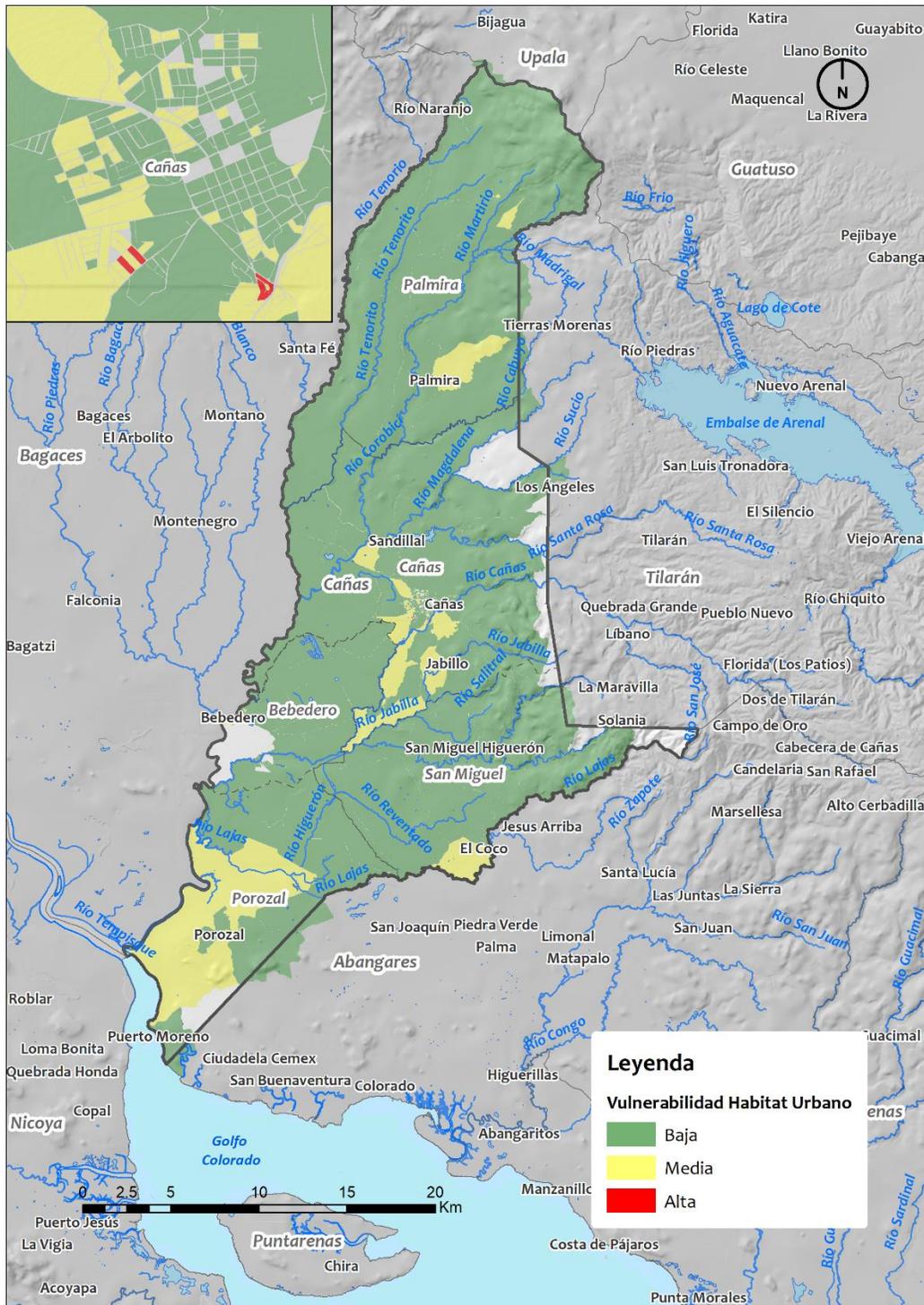
Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Figura 13. Mapa de vulnerabilidad de la población



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Figura 14. Mapa de vulnerabilidad del hábitat urbano



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Estos mapas representan la vulnerabilidad de los receptores de población y hábitat urbano del cantón de Cañas.

Como se puede ver en la Figura 13, la vulnerabilidad de la población es predominantemente media a lo largo del cantón salvo en algunas zonas de los distritos de Palmira, San Miguel y Porozal con vulnerabilidad baja. Esto se debe, entre otras cosas, a que está asociada a edificaciones, que es el indicador espacial de exposición en este caso. Se trata de un cantón donde el 80% de la población vive en zonas urbanas y, aunque la densidad media es inferior a 40 hab/km<sup>2</sup>, hay distritos, como Cañas donde supera los 100 hab/km<sup>2</sup>. Esto, sumado a que el porcentaje de población con las necesidades básicas insatisfechas es moderado, facilita este resultado de vulnerabilidad baja.

En cuanto a la representación de la vulnerabilidad del hábitat urbano en el cantón (Figura 14), en términos generales el nivel es bajo en casi el total del cantón. Cabe destacar que algunas zonas urbanas, como Cañas, tienen una vulnerabilidad de población media (posiblemente asociada al indicador de la densidad, como se ha comentado) pero una vulnerabilidad de hábitat urbano baja. Esto puede ser consecuencia de la razonable calidad de las viviendas que se localizan en este núcleo.

En relación con la vulnerabilidad de la zona marino-costera, existen procesos que, aunque no se encuentran vinculados directamente con el cambio climático contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de esta, según el estudio “Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino costeras de Costa Rica frente al cambio climático” dentro del proyecto BIOMARCC (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013). Como la falta de conocimiento de su biodiversidad, los problemas en la gestión de las áreas protegidas o la presión de la actividad humana.

En este cantón, el distrito costero es Porozal, que cuenta con un índice de vulnerabilidad al cambio climático muy alto (BIOMARCC-SINAC-GIZ, 2013).

#### 4.7 Caracterización de riesgos climáticos

Este capítulo recoge el trabajo acumulado para componer el análisis espacial de riesgos climáticos, atendiendo a la metodología presentada en el apartado 4.1. El riesgo climático es el resultado de la coincidencia en el espacio/tiempo de tres componentes:

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

Las amenazas climáticas consideradas han sido inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor. En el apartado 4.4 se ha caracterizado su peligrosidad para los escenarios climáticos RCP 4.5 (escenario intermedio) y RCP 8.5 (escenario pesimista), y para los horizontes temporales futuros cercano (2015-2045) y lejano (2045-2075). Esta peligrosidad está especialmente basada en la variabilidad a futuro asociada a las diferentes amenazas climáticas analizadas: episodios de lluvia intensa, ausencia prolongada de precipitaciones, y periodos de altas temperaturas.

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

Para categorizar espacialmente su vulnerabilidad se han definido indicadores específicos, recogidos en el anterior apartado 4.6. La capacidad adaptativa se ha tratado a escala cantonal (ver apartado 4.8), teniendo en cuenta el nivel de desagregación espacial de la información disponible.

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

**Figura 15. Composición espacial del riesgo climático**



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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

### 4.7.1 Inundaciones

En este apartado se recogen los resultados del análisis de riesgo de inundación para este cantón en los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 y para los períodos temporales señalados. Estos se han incluido en forma de tabla (Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados) y representados en mapas de algunos de los receptores analizados (Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano y Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías).

- **Escenario actual, escenarios RCP 4.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075) y escenario RCP 8.5 (horizonte 2051/2075):**

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis de riesgo en superficie o número para cada uno de los receptores establecidos y para las distintas categorías de riesgo. En esta se puede ver cómo los receptores de población y hábitat urbano se ven afectados casi un 90% por un nivel de riesgo medio alto y alto. De forma similar sucede con las vías y con el recurso hídrico, lo que supone una alta posibilidad de impactos sobre la calidad de vida de la población derivados de los episodios de inundaciones.

A nivel distrital, el distrito con mayor porcentaje de población ubicada en niveles medio alto y alto es Cañas con más del 58%. El resto siguen este orden descendente: San Miguel (9%), Bebedero (8%), Palmira (8%) y Porozal (5%).

La población cantonal que se encuentra en riesgo medio alto y alto de inundaciones es aproximadamente 19.563 personas. De esta última cifra, alrededor del 41% son mujeres, menos del 1% es población indígena y alrededor del 50% se encuentran en circunstancias de vulnerabilidad debido a la edad (menores de 18 años y mayores de 65 años). Esto se traduce en que buena parte de la población que vive en zonas donde el riesgo está caracterizado por niveles medio alto y alto pertenece a grupos vulnerables. La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 4.5.4, es que los impactos sobre estos grupos de población toman mayor alcance dadas sus circunstancias desfavorables iniciales que solo se agravan debido a las consecuencias del cambio climático.

En cuanto al resto de sectores analizados, y de forma más concreta, alrededor del 85% de las fincas agropecuarias están en zonas con riesgo medio alto y alto de inundación; más del 93% de las vías, casi el 83% de los puentes, el 94% de los centros educativos y casi el 86% de las ASADAS. En el caso de los aeródromos, uno de ellos se encuentra en una zona con riesgo medio y otro sobre riesgo medio alto.

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

En este escenario se puede ver cómo los resultados de todos los receptores en cuanto a su localización en las distintas categorías de riesgo son muy similares al resto de escenarios,

---

llegando incluso a ser iguales como es el caso de puentes, centros educativos, ASADAS y aeródromos. En el caso del sector agropecuario el cambio ha sido mínimo, ya que ha sumado una unidad, es decir, una finca, al nivel medio alto; pasando de 174 a 175 fincas en ese nivel.

El perfil de la población en esos niveles medio alto y alto son similares al de los otros escenarios, que como se ha indicado se compone por un 41% de mujeres y menos del 1% de población considerada indígena.

A nivel distrital, se mantienen también los mismos resultados que en los otros escenarios analizados. Sucede lo mismo con el perfil de la población, en cuanto a mujeres y población considerada indígena.

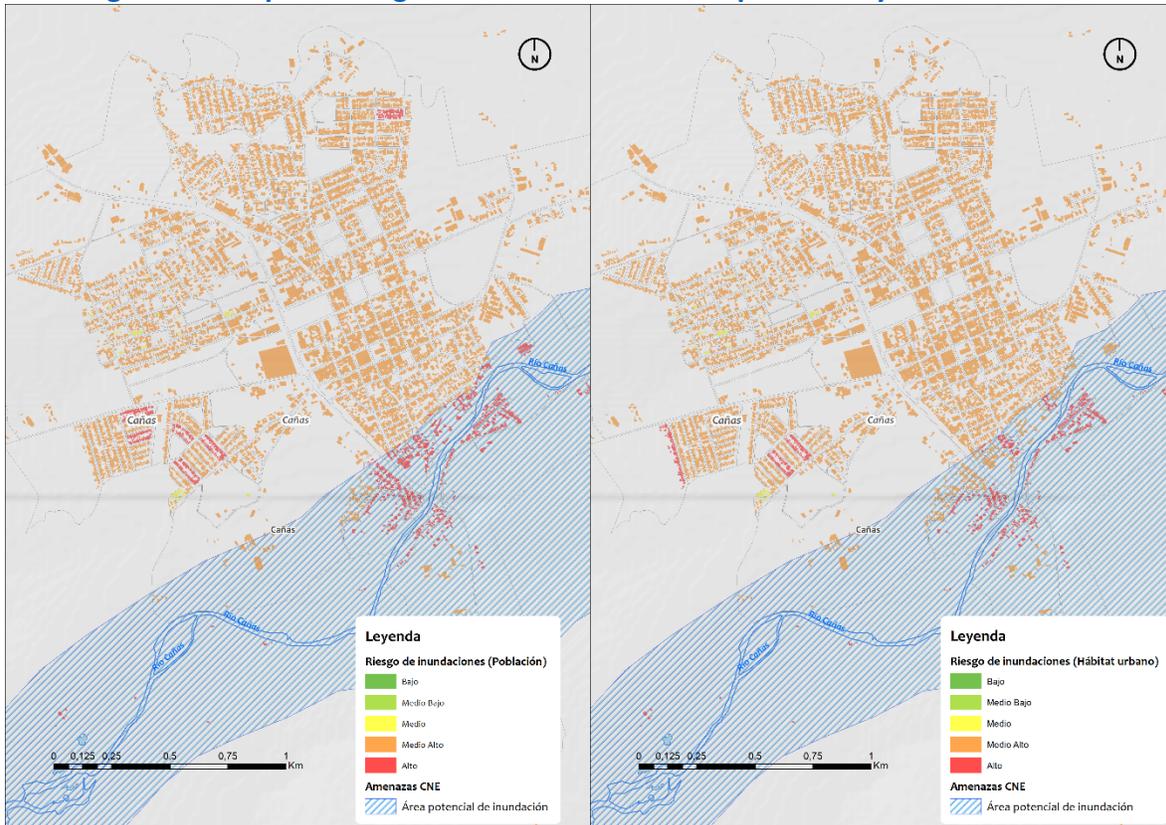
Tabla 19. Riesgo por inundaciones sobre los receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Agropecuario		Aeródromos		Vías		Puentes		Educación		Recurso hídrico	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº	%	nº	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	41,00	0,48	41,00	0,48	4,00	0,88	0,00	0,00	1,71	0,13	1,00	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	164,00	1,91	171,00	1,99	18,00	3,97	0,00	0,00	13,69	1,00	3,00	6,82	0,00	0,00	1,00	7,14
	medio	818,00	9,50	841,00	9,77	44,00	9,71	1,00	50,00	70,57	5,18	4,00	9,09	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	5.829,00	67,72	6.511,00	75,64	174,00	38,41	1,00	50,00	313,36	23,00	17,00	38,64	22,00	64,71	10,00	71,43
	alto	1.756,00	20,40	1.044,00	12,13	213,00	47,02	0,00	0,00	963,28	70,69	19,00	43,18	10,00	29,41	2,00	14,29
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	41,00	0,48	41,00	0,48	4,00	0,88	0,00	0,00	1,71	0,13	1,00	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	164,00	1,91	171,00	1,99	18,00	3,97	0,00	0,00	13,69	1,00	3,00	6,82	0,00	0,00	1,00	7,14
	medio	818,00	9,50	841,00	9,77	44,00	9,71	1,00	50,00	70,57	5,18	4,00	9,09	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	5.829,00	67,72	6.511,00	75,64	174,00	38,41	1,00	50,00	313,36	23,00	17,00	38,64	22,00	64,71	10,00	71,43
	alto	1.756,00	20,40	1.044,00	12,13	213,00	47,02	0,00	0,00	963,28	70,69	19,00	43,18	10,00	29,41	2,00	14,29
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	41,00	0,48	41,00	0,48	4,00	0,88	0,00	0,00	1,71	0,13	1,00	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	164,00	1,91	171,00	1,99	18,00	3,97	0,00	0,00	13,69	1,00	3,00	6,82	0,00	0,00	1,00	7,14
	medio	818,00	9,50	841,00	9,77	44,00	9,71	1,00	50,00	70,57	5,18	4,00	9,09	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	5.829,00	67,72	6.511,00	75,64	174,00	38,41	1,00	50,00	313,36	23,00	17,00	38,64	22,00	64,71	10,00	71,43
	alto	1.756,00	20,40	1.044,00	12,13	213,00	47,02	0,00	0,00	963,28	70,69	19,00	43,18	10,00	29,41	2,00	14,29
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	37,00	0,43	37,00	0,43	4,00	0,88	0,00	0,00	1,71	0,13	1,00	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	152,00	1,77	152,00	1,77	18,00	3,97	0,00	0,00	13,86	1,02	3,00	6,82	0,00	0,00	1,00	7,14
	medio	834,00	9,69	834,00	9,69	43,00	9,49	1,00	50,00	71,14	5,22	4,00	9,09	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	5.829,00	67,72	5.829,00	67,72	175,00	38,63	1,00	50,00	314,39	23,07	17,00	38,64	22,00	64,71	10,00	71,43
	alto	1.756,00	20,40	1.756,00	20,40	213,00	47,02	0,00	0,00	963,28	70,69	19,00	43,18	10,00	29,41	2,00	14,29
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2051-2075	bajo	41,00	0,48	41,00	0,48	4,00	0,88	0,00	0,00	1,71	0,13	1,00	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	164,00	1,91	171,00	1,99	18,00	3,97	0,00	0,00	13,69	1,00	3,00	6,82	0,00	0,00	1,00	7,14
	medio	818,00	9,50	841,00	9,77	44,00	9,71	1,00	50,00	70,57	5,18	4,00	9,09	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	5.829,00	67,72	6.511,00	75,64	174,00	38,41	1,00	50,00	313,36	23,00	17,00	38,64	22,00	64,71	10,00	71,43
	alto	1.756,00	20,40	1.044,00	12,13	213,00	47,02	0,00	0,00	963,28	70,69	19,00	43,18	10,00	29,41	2,00	14,29

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para el período de referencia y los escenarios RCP4.5 (para sus dos horizontes temporales) y el escenario RCP8.5 (segundo escenario temporal), ya que son los que tienen los valores comunes, como se ha descrito anteriormente. Se puede ver que la mayor parte del ámbito urbano de Cañas corresponde con un nivel medio alto, salvo algunas construcciones que se encuentran en nivel alto, especialmente las que coinciden con las áreas potenciales de inundación de la CNE.

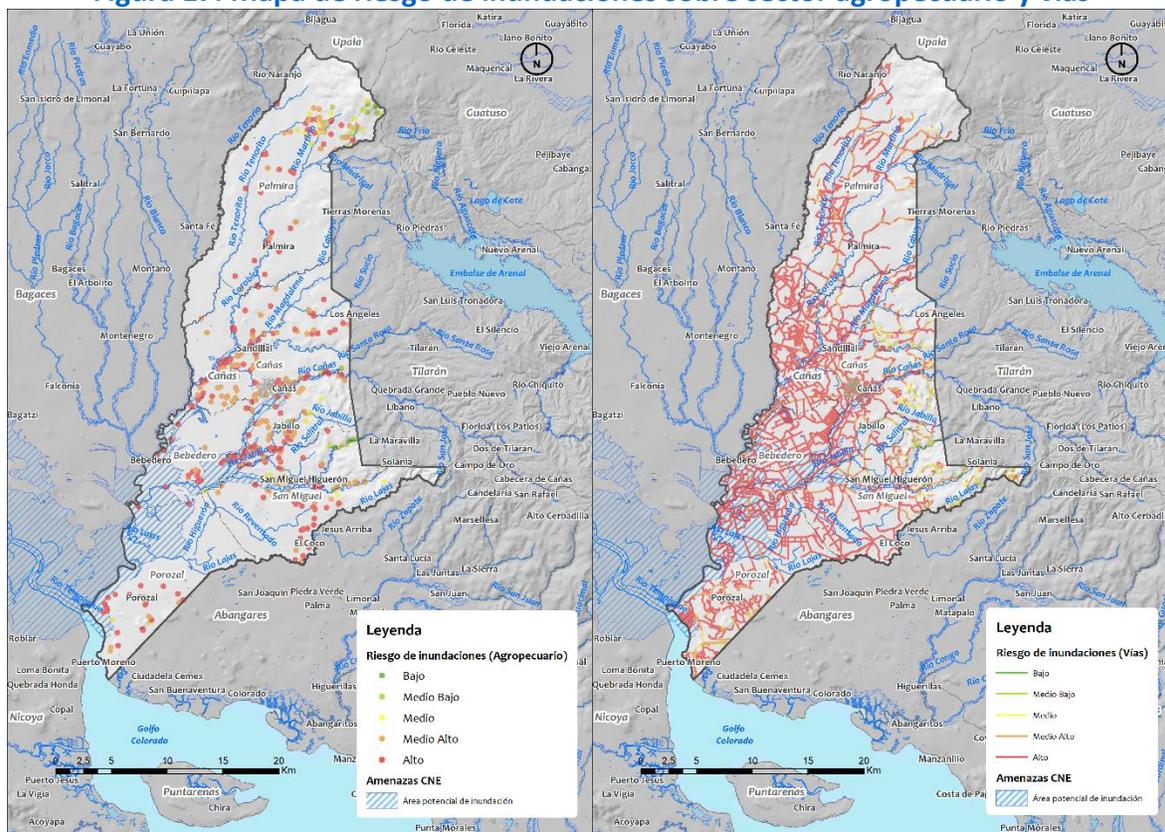
**Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano**



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En los siguientes mapas, donde se representan los sectores agropecuarios y las vías, se puede ver que la mayoría de elementos, es decir, fincas de explotaciones agrícolas y ganaderas y vías de acceso, están en zonas de riesgo alto.

**Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías**



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

### 4.7.2 Deslizamientos

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

- **Escenario actual, escenarios RCP 4.5 (horizontes 2015-2045/2045-2075) y escenario RCP 8.5 (horizonte 2051/2075):**

El alcance de los receptores afectados por los deslizamientos con un riesgo medio alto y alto es significativamente inferior que en el caso de las inundaciones, pero igualmente, se trata de un riesgo real en este cantón. Los puentes parecen ser el receptor sobre los que estas categorías de riesgo afectan a un mayor número, ya que más del 18% de estos estarían incluidos en las zonas de mayor riesgo.

La mayoría de la población se encuentra en niveles de riesgo bajo, ya que solo alrededor del 3% de esta estaría en zonas con riesgo medio alto y alto. Esta se caracteriza por estar compuesta por casi el 50% de mujeres y menos de 1% de población considerada indígena.

---

En cuanto a los grupos de edad más vulnerables, con edades inferiores a 18 años y superiores a 65 años, alrededor del 35% pertenece a este grupo.

A nivel distrital, San Miguel es el que se vería más afectado ya que tiene el porcentaje total de población mayor bajo los niveles más altos de riesgo de inundación.

Concretando algo más el resto de receptores, ninguno de los aeródromos ni de los centros educativos se encuentran en niveles de riesgo medio alto y alto. Respecto a las vías, más del 10% de estas y del 14% de las ASADAS se ubican en estos niveles de riesgo.

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

En este escenario se puede ver cómo los resultados de todos los receptores en cuanto a su localización en las distintas categorías de riesgo son muy similares al resto de escenarios, llegando incluso a ser iguales como es el caso de puentes, centros educativos, ASADAS y aeródromos.

A nivel distrital, se mantienen también los mismos resultados que en los otros escenarios analizados. Sucede lo mismo con el perfil de la población, en cuanto a mujeres y población considerada indígena.

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

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Aeródromos		Vías		Puentes		Educación		Recurso hídrico	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	5.658,00	65,73	5.762,00	66,94	0,00	0,00	127,49	9,36	11,00	25,00	25,00	73,53	6,00	42,86
	medio-bajo	2.172,00	25,23	2.118,00	24,61	2,00	100,00	793,60	58,24	19,00	43,18	6,00	17,65	5,00	35,71
	medio	480,00	5,58	449,00	5,22	0,00	0,00	299,12	21,95	6,00	13,64	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	289,00	3,36	278,00	3,23	0,00	0,00	79,25	5,82	6,00	13,64	1,00	0,00	2,00	14,29
	alto	9,00	0,10	1,00	0,01	0,00	0,00	63,15	4,63	2,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Horizonte 2015-2045	bajo	5.658,00	65,73	5.762,00	66,94	0,00	0,00	127,49	9,36	11,00	25,00	25,00	73,53	6,00	42,86
	medio-bajo	2.172,00	25,23	2.118,00	24,61	2,00	100	793,60	58,24	19,00	43,18	6,00	17,65	5,00	35,71
	medio	480,00	5,58	449,00	5,22	0,00	0,00	299,12	21,95	6,00	13,64	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	289,00	3,36	278,00	3,23	0,00	0,00	79,25	5,82	6,00	13,64	1,00	0,00	2,00	14,29
	alto	9,00	0,10	1,00	0,01	0,00	0,00	63,15	4,63	2,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	5.658,00	65,73	5.762,00	66,94	0,00	0,00	127,49	9,36	11,00	25,00	25,00	73,53	6,00	42,86
	medio-bajo	2.172,00	25,23	2.118,00	24,61	2,00	100,00	793,60	58,24	19,00	43,18	6,00	17,65	5,00	35,71
	medio	480,00	5,58	449,00	5,22	0,00	0,00	299,12	21,95	6,00	13,64	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	289,00	3,36	278,00	3,23	0,00	0,00	79,25	5,82	6,00	13,64	1,00	0,00	2,00	14,29
	alto	9,00	0,10	1,00	0,01	0,00	0,00	63,15	4,63	2,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	5.652,00	65,66	5.756,00	66,87	0,00	0,00	127,49	9,36	11,00	25,00	25,00	73,53	6,00	42,86
	medio-bajo	2.178,00	25,30	2.124,00	24,67	2,00	100	792,95	58,19	19,00	43,18	6,00	17,65	5,00	35,71
	medio	480,00	5,58	449,00	5,22	0,00	0,00	299,21	21,96	6,00	13,64	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	289,00	3,36	278,00	3,23	0,00	0,00	84,28	6,19	6,00	13,64	1,00	0,00	2,00	14,29
	alto	9,00	0,10	1,00	0,01	0,00	0,00	63,85	4,69	2,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2051-2075	bajo	5.658,00	65,73	5.762,00	66,94	0,00	0,00	127,49	9,36	11,00	25,00	25,00	73,53	6,00	42,86
	medio-bajo	2.172,00	25,23	2.118,00	24,61	2,00	100	793,60	58,24	19,00	43,18	6,00	17,65	5,00	35,71
	medio	480,00	5,58	449,00	5,22	0,00	0,00	299,12	21,95	6,00	13,64	2,00	5,88	1,00	7,14
	medio-alto	289,00	3,36	278,00	3,23	0,00	0,00	79,25	5,82	6,00	13,64	1,00	0,00	2,00	14,29
	alto	9,00	0,10	1,00	0,01	0,00	0,00	63,15	4,63	2,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para el período de referencia y los escenarios RCP4.5 (para sus dos horizontes temporales) y el escenario RCP8.5 (segundo escenario temporal), ya que son los que tienen los valores comunes, como se ha descrito anteriormente. En este caso se ve que en la zona urbana de Cañas, la mayoría de edificaciones y población se localizan en zonas con nivel de riesgo bajo.

**Figura 18. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población y hábitat urbano**



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

### 4.7.3 Sequía

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

Tanto las explotaciones agropecuarias como los humedales se encuentran en su totalidad bajo una categoría de riesgo medio alta y alta. Especialmente destacable es la situación de las primeras, puesto que más del 93% están en un nivel alto de riesgo de sequía. Respecto a este sector, las explotaciones que se encuentran en nivel alto de riesgo se caracterizan por dedicarse al ganado vacuno y al cultivo de caña de azúcar y arroz, de forma predominante.

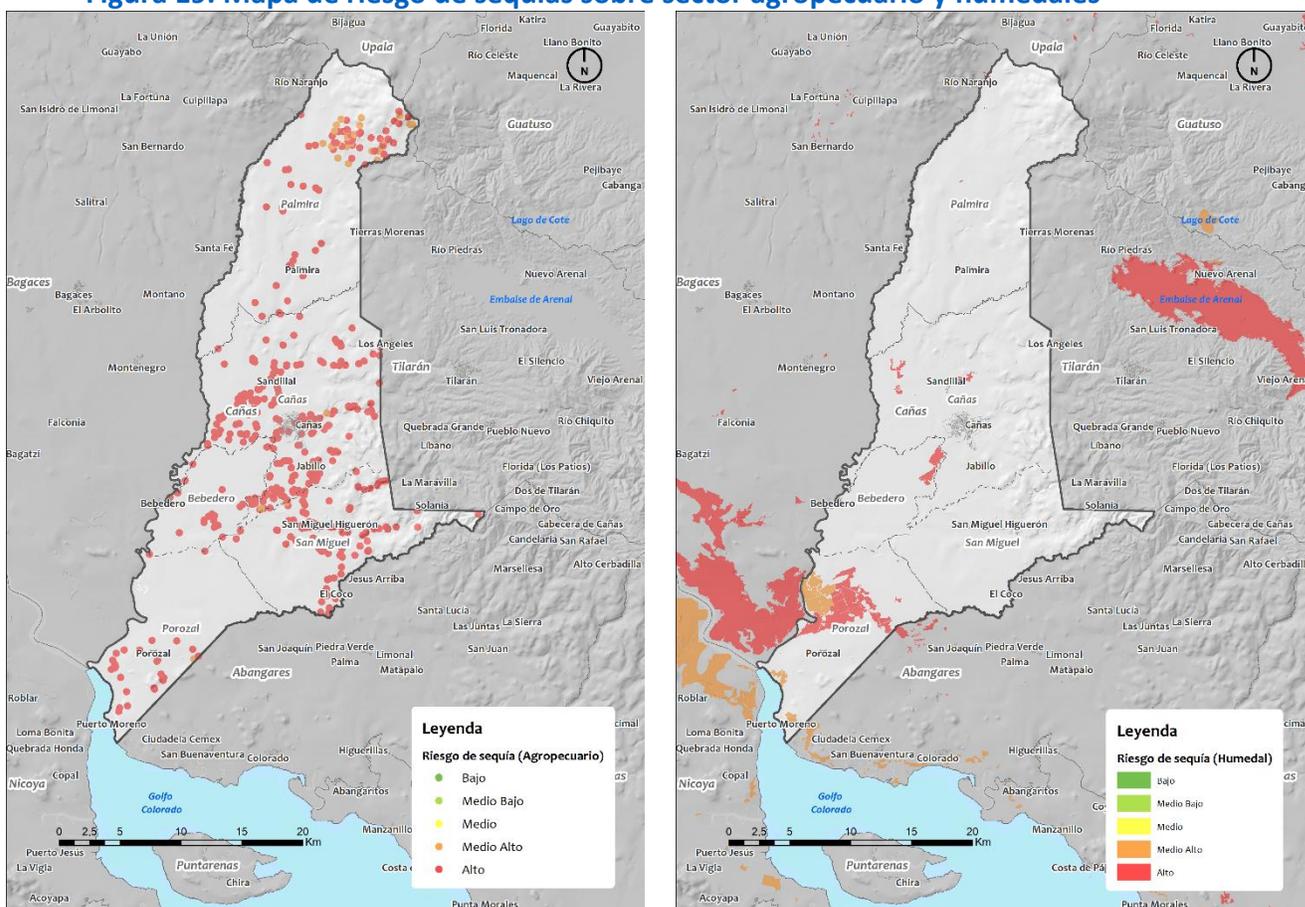
**Tabla 21. Riesgo por sequía sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados**

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Agropecuario		Humedales		Áreas naturales	
		nº fincas	%	ha	%	ha	%
<b>Período de referencia [1990]: 1975-2005</b> <hr/> <b>Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075</b> <hr/> <b>Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075</b>	<b>bajo</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>medio-bajo</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	20.670,12	52,62
	<b>medio</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	151,54	0,39
	<b>medio-alto</b>	30,00	6,62	744,70	31,33	4.783,45	12,18
	<b>alto</b>	423,00	93,38	1.632,28	68,67	13.676,38	34,82

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. En el caso de las explotaciones agropecuarias, la mayoría se encuentran en riesgo alto distribuidas a lo largo del cantón. Los humedales, como muestra la tabla anterior, están divididos a grandes rasgos entre riesgo medio y riesgo alto.

**Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario y humedales**



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

#### 4.7.4 Olas de calor

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

Los dos receptores analizados en el caso de las olas de calor, población y hábitat urbano, se encuentran en su totalidad en las categorías de riesgo medio alto y alto. Destaca que más del 79% de la población está localizada en nivel alto de riesgo de olas de calor.

A nivel de distrito, casi el 62% de la población vive en Cañas, seguido por San Miguel (14%), Palmira (11%), Bebedero (8%) y Porozal (5%).

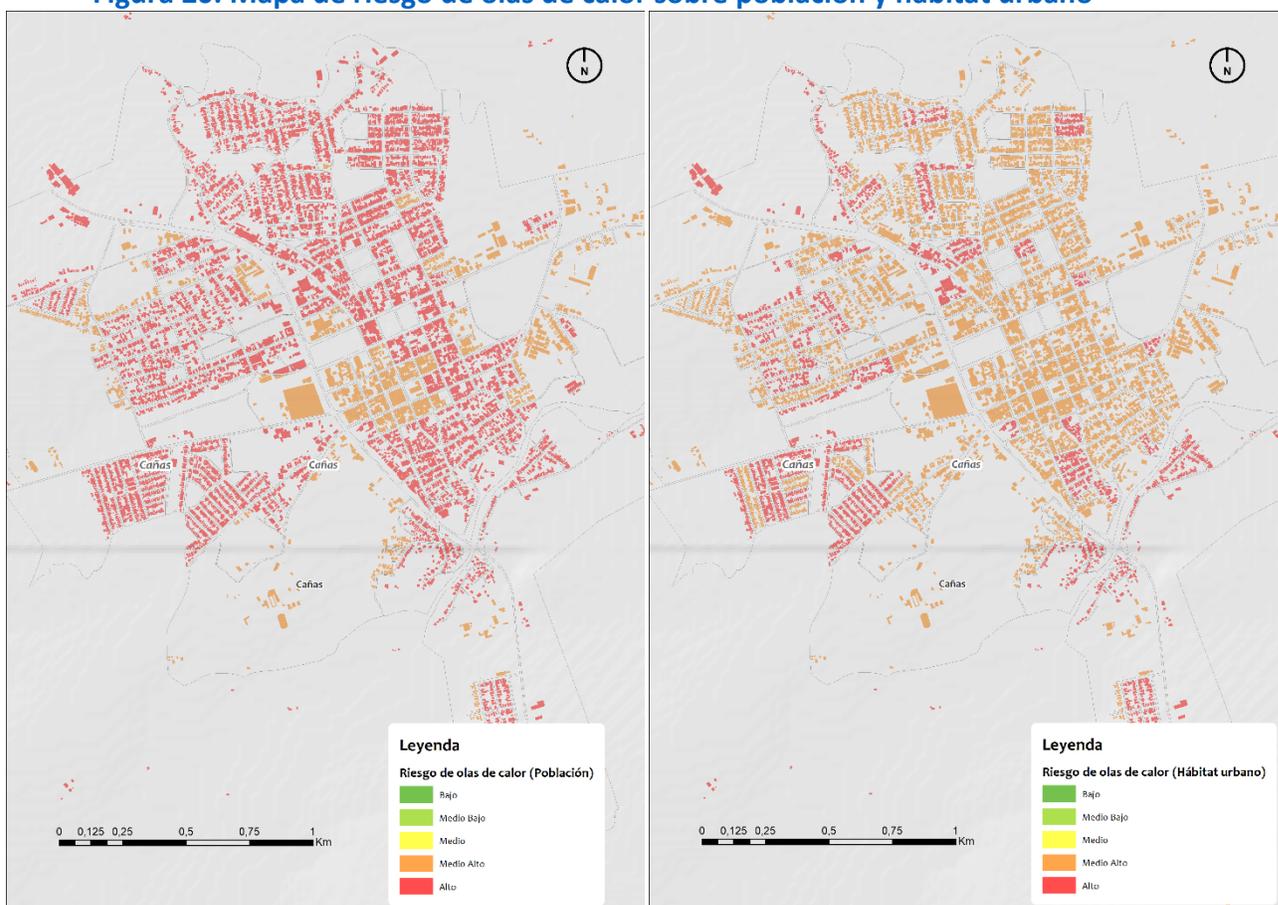
**Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados**

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano	
		nº edificios	%	nº edificios	%
<b>Escenario RCP 4.5</b> <b>Horizonte</b> <b>2015-2045/2045-2075</b> <hr/> <b>Escenario RCP 8.5</b> <b>Horizonte</b> <b>2015-2045/2045-2075</b>	<b>bajo</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>medio-bajo</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>medio</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>medio-alto</b>	1.772,00	20,58	6.393,00	74,25
	<b>alto</b>	6.838,00	79,42	2.217,00	25,75

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras se representa la variabilidad del nivel de riesgo de olas de calor de los receptores sensibles considerados para ambos escenarios climáticos y horizontes temporales. Como se puede ver, el mapa de población está caracterizado por el color rojo correspondiente con el riesgo alto, a excepción de algunas manchas en naranja (medio alto). Esto se transforma en el caso del hábitat urbano, donde predomina el riesgo medio alto.

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



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

## 4.8 Capacidad adaptativa actual

La capacidad adaptativa es la habilidad de ajustarse al cambio climático para atenuar los potenciales daños, aprovechar las oportunidades y hacer frente a las consecuencias, tal y como se define en el documento de bases conceptuales del Plan A: Territorios Resilientes ante el cambio climático (Ministerio de Ambiente y Energía, 2021d).

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

Este punto se ha completado en base al Índice de Competitividad Cantonal (ICC), ya que mide el resultado de las decisiones empresariales, familiares y del gobierno y puede definir el perfil del cantón desde la perspectiva de la capacidad adaptativa. Se ha diferenciado por las dimensiones que lo compone. El cómputo global es que el nivel de competitividad de

---

Cañas es muy bajo, ya que en el año 2016 se localizaba en la posición 62 respecto al resto de cantones (Universidad de Costa Rica, 2017). 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. En este cantón tiene un valor de 0,78, lo que sitúa a Cañas en la posición 57 de un total de 81 cantones de Costa Rica, según el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2020<sup>7</sup>, lo que se puede considerar bajo.

- **Pilar económico**

La valoración del pilar económico es la mejor considerada (posición 29). De las variables que se analizan destacan de forma positiva el consumo eléctrico y el volumen de exportaciones.

- **Pilar gobierno**

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

Cabe señalar que los ingresos municipales per cápita son previsiblemente bajos, viendo su posición, así como el gasto. En relación con el número de evaluaciones de impacto ambiental por permiso de construcción, se encuentra en una posición 28 lo que parece positivo.

- **Pilar infraestructura**

En relación con las infraestructuras, se trata del bloque con peor posición de lo que componen el índice. Las variables que presentan mayores deficiencias son las viviendas con acceso a electricidad o con teléfono fijo.

- **Pilar clima empresarial y laboral**

Son dos de los pilares mejor posicionados, motivado por la especialización del trabajador en servicios e industria o la cobertura de educación secundaria. Por otro lado, también se encuentran factores con un asumible peor desempeño como la cobertura de inglés en primaria, la población económicamente activa o la tasa de crecimiento del empleo formal.

- **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, la concentración de exportaciones de alta tecnología se sitúa en los últimos puestos respecto al resto de cantones, mientras que las escuelas que cuentan con internet y las matriculaciones en ciencias y tecnologías, se sitúan en una posición algo más favorable.

- **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

---

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

---

seguridad. Estas variables ofrecen resultados muy dispares entre sí, y mientras la tasa por homicidios se considera alta (al situarse entre los últimos puestos respecto al resto de cantones), la tasa de mortalidad por infección se estima baja. Cabe destacar, que el esfuerzo municipal en mitigación ambiental se encuentra en una posición 9, lo que muestra el interés por mejorar en este campo.

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; así como la creación de un Comité de Cambio Climático. Cabe señalar de igual forma que en la actualidad hay acciones climáticas implementadas o en ejecución en el cantón, como el Programa de Educación Ambiental, el mapa de amenazas y vulnerabilidades elaborado por la Comisión Nacional de Emergencias, u otros proyectos relacionados con la implementación de infraestructura verde.

De todo ello se desprende que la capacidad adaptativa actual del cantón de Cañas es baja, teniendo en cuenta que hay todavía un camino por recorrer en aras de mejorar algunos aspectos relevantes como el acceso a servicios básicos (agua potable, electricidad, alcantarillado sanitario e internet) en algunas comunidades. Además, hay que tener en consideración la zona costera del cantón que corresponde con el distrito de Porozal se encuentra en categorías de vulnerabilidad alta o muy alta.

Priorizar el bienestar socioeconómico de la población más vulnerable en el diseño e implementación de políticas públicas, con el fin de fortalecer su capacidad de respuesta y adaptación al cambio climático, se presenta fundamental en Cañas.

## 5 Lineamientos estratégicos

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

### 5.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática

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

Tal y como muestra la Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC, PNACC tiene tres ejes denominados “instrumentales”, que son las condiciones habilitantes para que se pueda avanzar en la acción en materia de adaptación, y otros tres ejes “sustantivos”, que son los ejes alrededor de los cuales deberá trabajarse preferentemente y procede destacar en este punto. En este sentido, se propone dar adecuada cabida a la adaptación basada en ecosistemas, asegurar que los proyectos públicos consideren y se encuentran adaptados a las condiciones de clima futuro y finalmente procurar una economía resiliente para el país. Resulta conveniente por tanto incentivar que la planificación municipal para la acción en adaptación climática pivote al menos alrededor de estos tres lineamientos sustantivos. Se debe trabajar siempre desde el enfoque comunitario, dando adecuada cabida a la inclusión social, igualdad de género y pueblos tradicionales.

**Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC**



Fuente: 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 relacionadas con el objetivo del presente informe. De este análisis procede poner de manifiesto en primer lugar como, dos años después de la remisión de la NDC a la Comisión Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), se registra un muy adecuado grado de avance en las metas de corto plazo establecidas. Por otro lado, destaca cómo el documento da prioridad tanto a la adaptación

---

basadas en ecosistemas (optimizar las potenciales prestaciones de las soluciones basadas en la naturaleza) como basada en comunidades (garantizando la integración vertical de propuestas que favorezcan la inclusión social), enfatizando además la necesidad de articular las estrategias de adaptación con los instrumentos de desarrollo territorial y sectorial existentes o en fase elaboración.

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

## 5.2 Análisis DAFO

Para facilitar la tarea de diagnóstico cantonal en materia de adaptación climática se ha generado 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 Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO, los cruces generados en esta matriz habilitan la propuesta de estrategias de actuación específicas para resolver o impulsar, según proceda, las circunstancias levantadas. Además, este ejercicio facilita la identificación de posibles condiciones habilitantes y arreglos institucionales necesarios para afrontar el desarrollo de las estrategias identificadas.

**Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO**

		Amenazas						Oportunidades						
		A1	A2	A3	.....	.....	An	O1	O2	O3	.....	.....	.....	On
Debilidades	D1													
	D2													
	D3	Estrategias de supervivencia						Estrategias adaptativas						
	.....													
	Dn													
Fortalezas	F1													
	F2													
	F3	Estrategias defensivas						Estrategias ofensivas						
	.....													
	Fn													

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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

### Principales debilidades en la adaptación al cambio climático del cantón

Se destaca una falta de interés por los temas del cambio climático y acceso a servicios básicos como el agua. Igualmente, existe una falta de capacitación sobre técnicas productivas sostenibles y una mala gestión de los recursos hídricos.

Desde la perspectiva económica la falta de empleo supone una debilidad de gran entidad sumado a la falta de acceso a crédito en zonas de riesgo para viviendas y emprendimiento.

Por último, a nivel político se destaca principalmente la falta de compromiso de las instituciones para integrar acciones concretas.

### Principales amenazas en la adaptación al cambio climático del cantón

Una de las principales amenazas identificadas es la posición de las personas en contra del cambio climático y el aumento de fenómenos naturales y sus efectos. A nivel técnico, se destaca la falta de que el territorio de la Altura (Tilarán, Bagaces y Abangares) no trabaje en acciones de mitigación y el avance de la frontera agrícola, entre otras.

---

Desde la perspectiva económica una amenaza latente es que el modelo económico no se ajusta a la realidad actual del cantón así como la falta de presupuestos. Por último, a nivel de políticas, se percibe una falta de integración entre las políticas cantonales.

### **Principales fortalezas en la adaptación al cambio climático del cantón**

Las principales fortalezas del cantón se enfocan en la existencia de diversos grupos comprometidos con la sostenibilidad y el cambio climático. A nivel técnico, cuentan con tecnología para agricultura de bajo riego y con la presencia de SINAC en el propio cantón.

Desde la perspectiva económica, se trata de un cantón con un sector agropecuario muy concreto e interrelacionado y emprendimientos locales que participan en el Programa Bandera Azul Ecológica.

Por último, se pone en valor la existencia de Comités Comunales de Emergencia y Planes Comunales y el acceso a fondos de financiamiento para Pagos por Servicios Ambientales.

### **Principales oportunidades en la adaptación al cambio climático del cantón**

Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra la experiencia en gestión del riesgo comunitario y la concientización de los actores locales en relación con las emergencias.

A nivel técnico se identifica como una oportunidad clave el acceso a la información de toda índole (técnica, académica, ambiental, económica y social) y la buena relación de la municipalidad con otras instituciones, como el INTA o el ICE. Desde la perspectiva económica, el acceso al Fondo Verde por parte de los gobiernos locales y las alianzas público-privadas para el desarrollo de proyectos productivos sostenibles resultan destacar como oportunidades.

Por último, se plantea como una oportunidad para el cantón, desde el punto de vista de las políticas, la unificación y articulación de actores y la definición de distintos planes orientados al desarrollo del cantón o la prevención de riesgos, entre otros.

## **5.3 Elementos estructuradores de la propuesta de adaptación**

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

- **Gestión del riesgo del cambio climático**

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

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

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

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

- **Integración vertical y horizontal.**

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

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

- **Participación ciudadana.**

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

Los espacios de participación permiten conocer las opiniones, necesidades, experiencias y soluciones de la población para la construcción de estrategias climáticas más robustas e integrales. De esta manera, el espacio de diálogo y participación permite observar las causas de la vulnerabilidad social y enfocar esfuerzos para su solución, como el empoderamiento

---

de las mujeres o inclusión de poblaciones con condiciones de vulnerabilidad. La participación ciudadana es fundamental para lograr un desarrollo sostenible bajo en emisiones y resiliente al cambio climático.

- **Adaptación basada en ecosistemas.**

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

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

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

- **Adaptación basada en comunidades.**

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

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

## 6 Avances en el proceso participativo

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

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

**Tabla 25. Esquema de actividades previsto**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

### 6.1 Avances hasta la fecha

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

En la reunión técnica 1 se realizó el día 8 de septiembre del 2021. Contando con la participación de personas de la municipalidad y de personas de la comunidad. En el siguiente recurso (Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1) se brinda la información de quienes participaron.

**Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1**

<b>Nombre</b>	<b>Organización, institución, grupo u otro</b>
Asier Rodríguez	IDOM
Natalia Gómez	Plan A/UNEP
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Katherine Obando	Gestión Ambiental, Municipalidad
Dyanne Segura	Comité Municipal de Emergencia, asistente de alcaldías, Municipalidad
Erylin Chavarría	Federación de Asadas
Erika Cabezas	Gestión Social, Municipalidad
María del Rosario Araya	Desarrollo Económico Local, Municipalidad

El objetivo de esta reunión fue discutir y validar el plan de trabajo, para alinear expectativas, y además revisar la información disponible en la Caja de Herramientas de la municipalidad.

El equipo municipal indicó que se encuentra de acuerdo con el Plan de Trabajo, así como se confirmó la conformación de la comisión y la creación de la Caja de Herramientas para este cantón. Señalan que están pensando incorporar personas de otras instituciones al proceso.

En cuanto a las principales amenazas que afectan el cantón señalan las inundaciones, sequías y desabastecimiento de agua, las cuales afectan la agricultura y a las personas dentro de la comunidad. La Municipalidad tiene ubicadas las zonas de riesgo así como han realizado acciones para mejorar la situación de distintas comunidades.

Al revisar la información presente al momento se indicaron elementos adicionales que podría incorporarse, a lo cual el equipo municipal se comprometió a brindar dicha información, así como la creación de información georreferenciada para las próximas etapas del plan.

La reunión técnica 2 se realizó el día 22 de octubre del 2021. Contando con la participación de personas de la municipalidad y de personas de la comunidad. En el siguiente recurso (Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2) se brinda la información de quienes participaron.

**Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2**

<b>Nombre</b>	<b>Organización, institución, grupo u otro</b>
Natalia Gómez	Plan A/UNEP
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Katherine Obando	Gestión Ambiental, Municipalidad
Dayan Segura	Comité Municipal de Emergencia, asistente de alcaldías
Angie Díaz	Control Urbano, Municipalidad
Erylin Chavarría	Federación de Asadas
Ericka Canecas	Gestión Social, Municipalidad
María del Rosario Araya	Desarrollo Económico Local, Municipalidad
Ángel Guevara	SINAC
María del Rocío Fernández	Ingenio Taboga

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

Durante esta reunión se validó la metodología a implementar, así como las variables a estudiar, únicamente se sugirió la incorporación de la ganadería en el sector primario. Así como analizar la disposición del recurso hídrico. Estuvieron de acuerdo con las amenazas a estudiar.

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

El taller 1 se realizó el jueves 27 de enero contando con la presencia de las personas detalladas en la Tabla 28.

**Tabla 28. Personas asistentes al Taller 1**

<b>Nombre</b>	<b>Organización, institución, grupo u otro</b>
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Juan Carlos Ordóñez	Capuchinos de Taboaga
Katherine Obando Madriz	Municipalidad de Cañas
Robin Andrea Fonseca	Ministerio de Salud
Angie Díaz Espinoza	Municipalidad de Cañas
Alicia Bolívar Ruiz	Comité Comunal de Emergencias de Barrio Hotel de Cañas
Celso Lebán Lobo	Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad (DINADECO)

Dyanne Segura	Municipalidad de Cañas
Sidey Cortés	INDER
María del Rosario Araya	Municipalidad de Cañas
Ángel Guevara Villegas	SINAC - ACAT
Ebed Villalobos Vargas	Ministerio de Agricultura y Ganadería

Los objetivos del taller 1 fueron los siguientes:

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

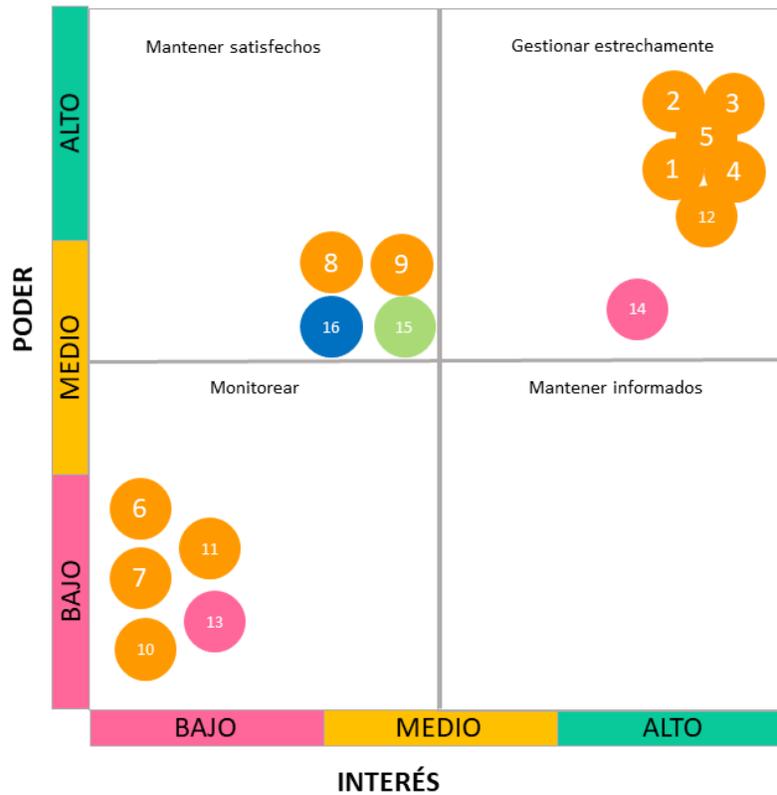
Como resultados del diagnóstico, se puso de manifiesto el tema de la sequía y la falta de agua en Cañas y la necesidad de que la municipalidad trabaje de forma más activa en este ámbito. Igualmente, se desarrolló un análisis DAFO con la Metodología World Café tomando en cuenta los aspectos sociales, técnicos, económicos y políticos. Los resultados de este análisis se han presentado previamente en el apartado 5.2.

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

## 6.2 Mapeo de actores

Con base en la información recopilada en las distintas reuniones técnicas y proporcionada por la municipalidad, se elaboró un mapeo preliminar de actores para los cuales se elaboró una matriz de relevancia de actores que analiza su poder e interés en el proyecto, la cual se muestra a continuación en la Figura 21. Matriz de relevancia de actores y la Tabla 29. Relevancia de actores identificados.

Figura 21. Matriz de relevancia de actores



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Tabla 29. Relevancia de actores identificados

	#	Nombre	Poder	Interés
Sector Público	1	Alcaldía Municipal	1	1
Sector Público	2	Concejo Municipal	1	1
Sector Público	3	Equipo Municipal	1	1
Sector Público	4	Comité Local de Emergencias	1	1
Sector Público	5	Sistema Nacional de Áreas de Conservación	1	1
Sector Público	6	Acueductos y Alcantarillados	3	3
Sector Público	7	Ministerio de Salud	3	3
Sector Público	8	Ministerio de Agricultura y Ganadería	2	2
Sector Público	9	Cruz Roja	2	2
Sector Público	10	Instituto de Desarrollo Rural	3	3
Sector Público	11	Servicio Nacional de Riego y Avenamiento	3	3
Sector Público	12	Consejo Territorial de Desarrollo Rural	1	1
Sector Privado	13	Grupo ICE	3	3

Sector Privado	14	Ingenio Taboga	2	1
Sociedad Civil	15	Asociaciones de Desarrollo	2	2
Academia	16	Universidad Técnica Nacional	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 (2021).

## 7 Sigüientes pasos

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

El documento responderá al siguiente índice:

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

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

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

Hito	Fecha propuesta
Entrega Plan de trabajo	Semana del 23 de agosto de 2021
Reunión técnica 1 (Virtual)	Semana del 6 de septiembre de 2021
Entrega Plan de trabajo consolidado	Semana del 13 de septiembre de 2021
Plan de trabajo aprobado	Semana del 27 de septiembre de 2021
Reunión técnica 2 (Presencial)	Semana del 11 de octubre de 2021
Entrega Diagnóstico	Semana del 13 de diciembre de 2021
Reunión técnica 3 (Virtual)	Semana del 20 de diciembre de 2021
Primer taller de validación (Presencial)	Semana del 24 de enero de 2022
Entrega Diagnóstico consolidado	Semana del 14 de febrero de 2022
Diagnóstico aprobado	Semana del 21 de febrero de 2022
Segundo taller de validación (Presencial)	Semana del 28 de febrero de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación	Semana del 4 de abril de 2022
Reunión técnica 4 (Virtual)	Semana del 25 de abril de 2022
Entrega Plan de Acción para la Adaptación consolidado	Semana del 02 de mayo de 2022
Plan de Acción para la Adaptación aprobado	Semana del 09 de mayo de 2022
Tercer taller de presentación final (Presencial)	Semana del 09 de mayo de 2022

## 8 Conclusiones y recomendaciones

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

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

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

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

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

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

Actualmente, la peligrosidad frente a inundaciones y frente a sequía y olas de calor son las tres 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 periodo actual.

Analizando los receptores del impacto, se deberá prestar atención a todos los receptores en relación con el riesgo de inundación, de forma especial a la población y al hábitat urbano. Aproximadamente un 88% de la población y de las viviendas podrían verse afectadas por inundaciones con un riesgo medio-alto y alto, así como gran parte de la población sufrirá el aumento de las temperaturas en forma de olas de calor (más del 79% en zonas con riesgo alto). Por otro lado, la sequía impactará principalmente sobre los sistemas naturales, afectando prácticamente a la totalidad de humedales medio-alto y alto. En el caso del sector agropecuario, este se verá afectado en gran medida puesto que más de un 94% de sus fincas se ubican en zonas de riesgo alto por sequía y un 47% por inundaciones.

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

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

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

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

Todos ellos han sido trabajados de forma colaborativa en durante el Primer taller de validación, están alineados con lo establecido en la Política Nacional de Adaptación al

---

Cambio Climático y sus resultados finales se presentarán durante el Segundo taller de validación.

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

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

## 9 Referencias

- Barahona, D., Méndez, J., & Sjöbohm, L. (2013). *Análisis de la susceptibilidad a deslizamientos en el distrito de Tres Equis: una base para la gestión del riesgo y ordenamiento territorial*. San José.
- Deschenes, O. (2014). Temperature, human health and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*(46), 606-619.
- ESA. (2021). *Climate Change Initiative*.
- Fallas, J. (2011). *Ecorregiones y ecosistemas de Costa Rica: Un enfoque ecosistémico*.
- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020a). *Contribución Nacionalmente Determinada*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020b). *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública*.
- IMN. (2021). *Clima de Costa Rica y variabilidad climática*. Obtenido de <https://www.imn.ac.cr/clima-en-costa-rica>
- IMN. (2021). *Estación de Hacienda Mojica*.
- INEC. (2011). *Censo de población*.
- INEC. (2014). *Censo agropecuario*.
- IPCC. (2014). *Quinto Informe de Evaluación del IPCC*.
- Linkimer, L., & Soto, G. J. (2012). *El Terremoto de Sámara del 5 de setiembre de 2012*.
- MIDEPLAN. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos*. San José de Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021a). *Análisis social, económico y espacial para el fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático del cantón de Cañas*.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021b). *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. (2021c). *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. (2021d). *Bases conceptuales para la adaptación al cambio climático en Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Municipalidad de Cañas. (2006). *Plan Regulador*.
- Municipalidad de Cañas. (2016a). *Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2017-2026*.
- Municipalidad de Cañas. (2016b). *Plan Estratégico Municipal 2017-2021*.
- Municipalidad de Cañas. (2017). *Plan Municipala para la Gestión Integral de Residuos Sólidos 2018-2022*.
- Municipalidad de Cañas. (2019a). *Plan de Acción Climática para el cantón de Cañas 2020-2021*.
- Municipalidad de Cañas. (2019b). *Plan de Gobierno de la Alcaldía 2020-2024*.
- Municipalidad de Cañas. (2021). *Plan Cantonal de Emergencias de Cañas*.

- 
- 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.
  - Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Fenómeno El Niño 1997-1998*.
  - Universidad de Costa Rica. (2017). *Índice de Competitividad Cantonal 2006-2016*.
  - Wong, N., & Guevara, Á. (2021). *Dinámica de incendios forestales cantón de Cañas período 2002-2021. Proyecto Plan de Acción para la Adaptación al Cambio Climático del cantón de Cañas*.

## 10 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos

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

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

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

### 10.1 Peligrosidad

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

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

#### 10.1.1 Lluvias intensas

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

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

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

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

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 30. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas**

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es...	... el nivel de amenaza es...	...lo que quiere decir que...
R95p (Precipitaciones extremas)	$x \leq 0$	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 (2021)

#### 10.1.1.1 Inundaciones

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

Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de susceptibilidad simplificado, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y

asociadas a valles y depresiones son las que presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

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

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

**Tabla 31. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### Peligrosidad actual a inundaciones

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

**Tabla 32. Peligrosidad a inundaciones**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### Peligrosidad futura a inundaciones

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

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

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

**Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### 10.1.1.2 Deslizamientos

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

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

La información de las pendientes de la zona de estudio ha sido extraída del Modelo Digital del Terreno de 10 metros de resolución (Atlas Costa Rica, 2014). Las diferentes pendientes han sido agrupadas en 5 grupos como se aprecia en la Tabla 34. El mapa de pendientes obtenido es el que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 34. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### Peligrosidad actual a deslizamientos

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

**Tabla 35. Peligrosidad a deslizamientos**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### Peligrosidad futura a deslizamientos

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

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

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

**Tabla 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### 10.1.2 Déficit de lluvias - Sequía

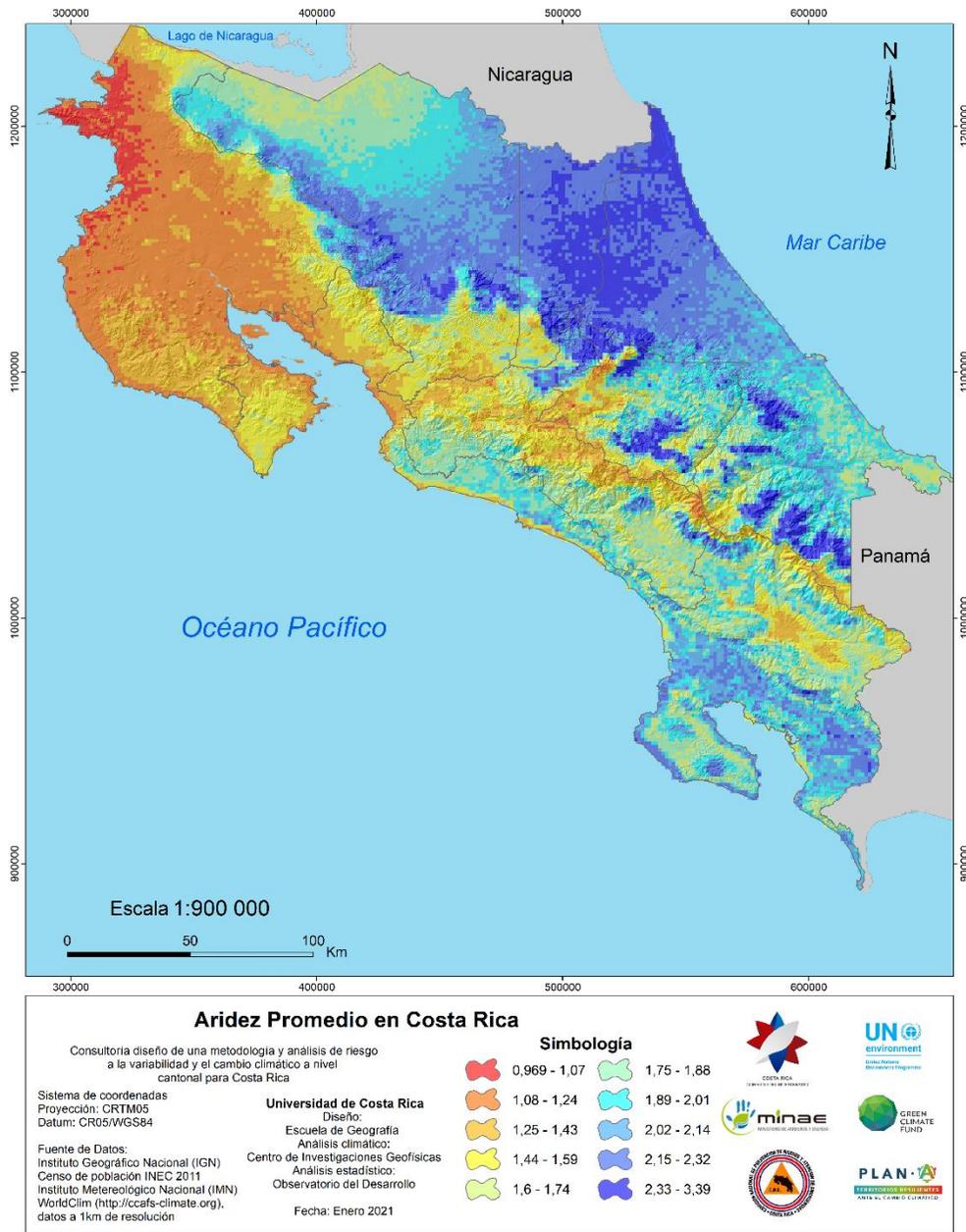
En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

#### Peligrosidad actual a sequía

Para caracterizar la peligrosidad de sequías en el territorio se ha utilizado un índice de aridez<sup>8</sup> 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).

<sup>8</sup> 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 22. Índice de aridez promedio**



Fuente: Plan-A (2020)

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

**Tabla 37. Categorización de la aridez**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### **Peligrosidad futura a sequía**

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

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

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

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

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 38. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias**

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es...	... el nivel de amenaza es...	...lo que quiere decir que...
CDD (Sequías)	$x \leq 0$	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 doble del periodo de referencia.

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

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

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

**Tabla 39. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### 10.1.3 Altas temperaturas – Olas de calor

#### Peligrosidad actual a olas de calor

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

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

#### Peligrosidad futura a olas de calor

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

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

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

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

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

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 40. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor**

Índice	Si el porcentaje de cambio del índice respecto al histórico es...	... el nivel de amenaza es...	...lo que quiere decir que...
WSDI (Olas de calor)	$x \leq 0$	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 (2021)

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

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

## 10.2 Exposición y vulnerabilidad

Los indicadores de exposición y vulnerabilidad se han elaborado para cada receptor considerado, agrupados en seis 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 4.5), así como la fuente oficial a partir de la que se ha obtenido cada uno de ellos queda indicado en el apartado de Indicadores espaciales (apartado 4.6).

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

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

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

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

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador vulnerabilidad	Rangos		Criterio adoptado
				Alta	Caminos / Vereda / Caminos de tierra	
Equipamientos	Educación	Deslizamientos Inundaciones	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	
				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	
	Áreas naturales		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:

Grado de vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Escala numérica	1	2	3

### 10.3 Cálculo del riesgo

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

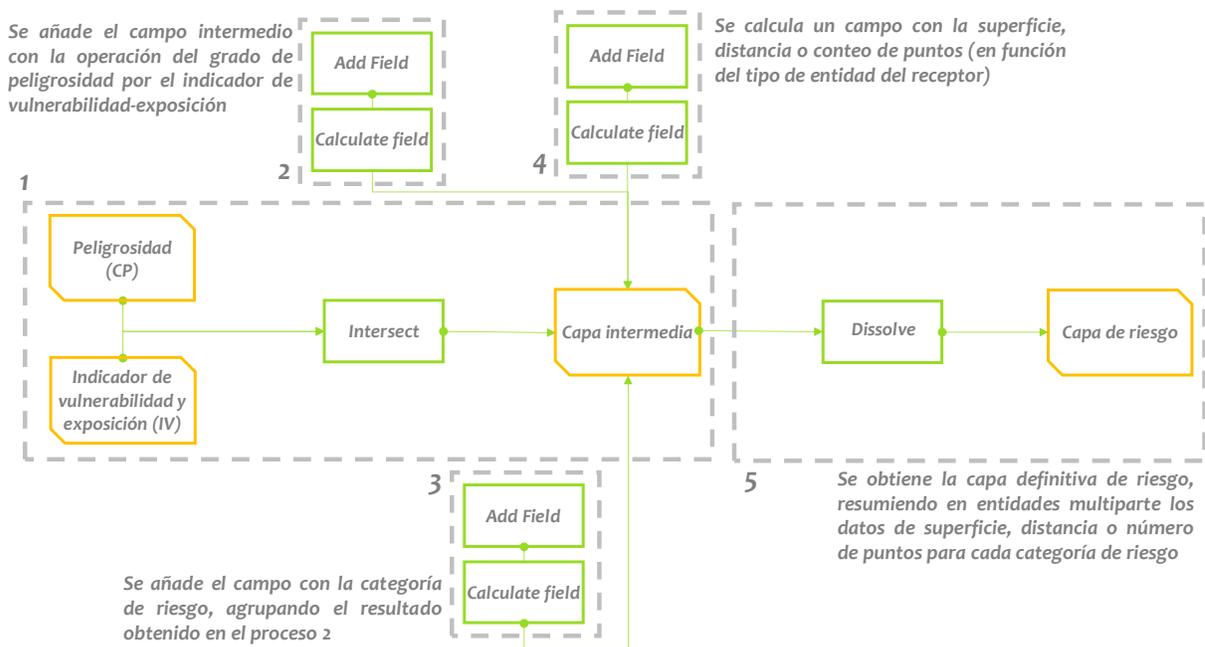
1. Se realiza el proceso de intersección (herramienta *Intersect*) de la capa de Peligrosidad junto con la capa del indicador de Exposición y Vulnerabilidad, de manera que se obtiene una capa única con la información de ambos insumos combinada.
2. Se agrega un nuevo campo que contendrá la categoría de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

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

3. Una vez obtenida la categorización del riesgo, dependiendo del tipo de entidad - polígono, línea o punto- se agrega un nuevo campo (*Add Field*) y se calcula (*Calculate Field*) la superficie, distancia o conteo de puntos del resultado, respectivamente.
4. Finalmente, sobre la capa resultante se aplica un geoprocuro de disolución (*Dissolve*) en el que se resume en entidades multipartes la categoría de riesgo,

obteniendo los datos totales de superficie, distancia o número de puntos, según aplique, para cada categoría de riesgo en cada uno de los receptores.

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



## 11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica

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

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

NASA-NEX es un producto consolidado, que incluye proyecciones estadísticamente regionalizadas de datos diarios de temperatura (máxima y mínima) y de precipitación para los 21 modelos climáticos del proyecto CMIP5; y para dos trayectorias de emisión de gases: RCPs 4.5 y RCP 8.5 (véase la Tabla 40 para un listado de los modelos y su origen). Se trata de información de libre acceso a la cual se puede [acceder aquí](#).

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

**Tabla 41. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características**

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

Fuente: iniciativa NEX-GDDP de la NASA<sup>9</sup>.

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.

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

- Futuro cercano [2030]: 2015 – 2045.
- Futuro lejano [2060]: 2045 – 2075.

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

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

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

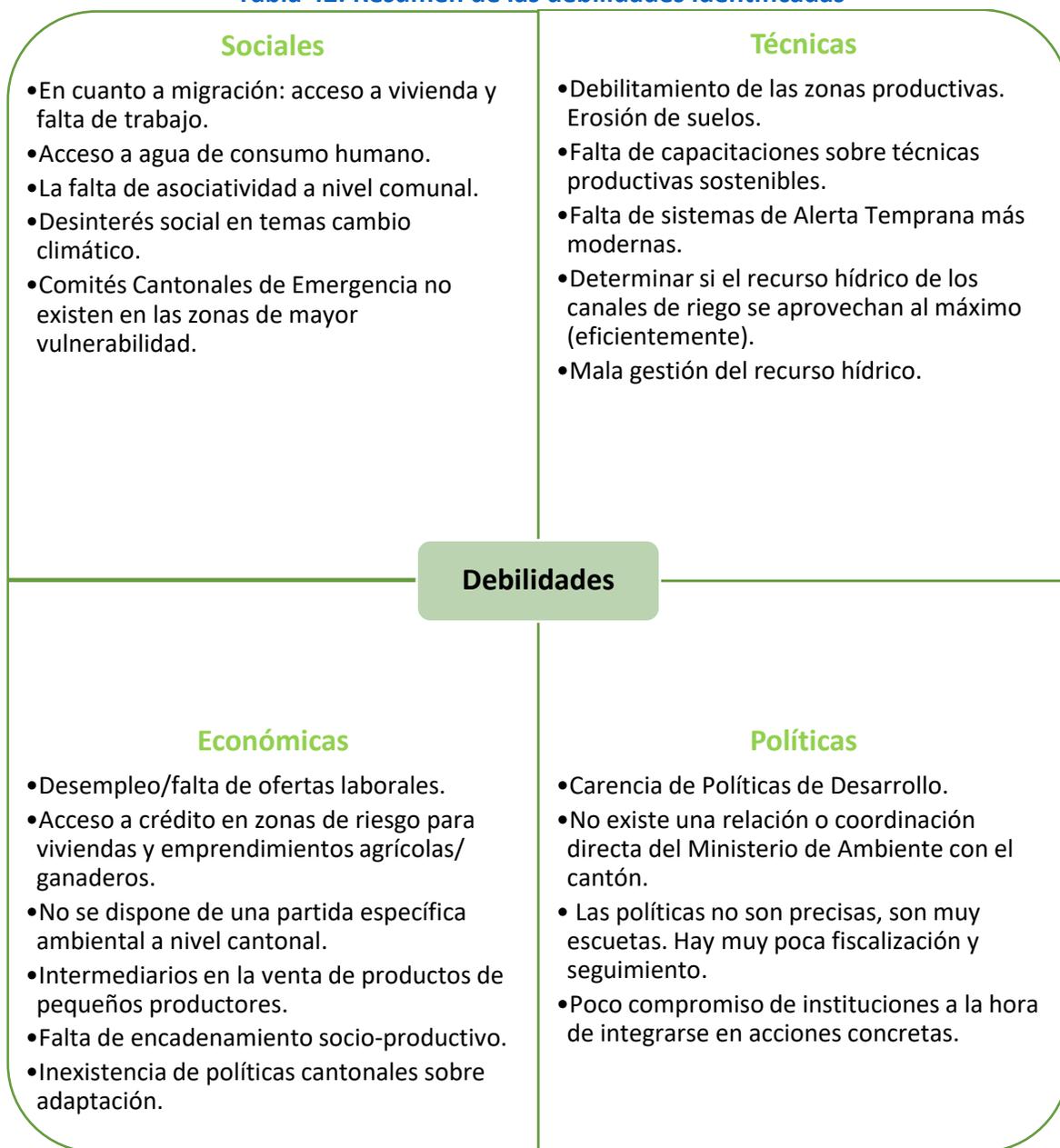
- Porcentaje de cambio de la precipitación: se obtiene calculando la diferencia del periodo futuro simulado (2015-2045 y 2045-2075) y el periodo histórico simulado (1975-2005), y después aplicándolo sobre el periodo histórico observado.

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

## 12 Anexo 3. Análisis DAFO

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

**Tabla 42. Resumen de las debilidades identificadas**



Fuente: IDOM-CPSU

**Tabla 43. Resumen de las amenazas identificadas**

<p style="text-align: center;"><b>Sociales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Afectación pandemia Covid-19.</li> <li>•Aumento de fenómenos naturales y su afectación.</li> <li>•Aumento de los indicadores de la vulnerabilidad por falta de acciones ambientales.</li> <li>•Posición de las personas en contra del cambio climático.</li> <li>•Adaptabilidad cultural de las personas al cambio climático.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Técnicas / Ambientales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•<b>Técnicas</b></li> <li>•El territorio de la Altura (Tilarán, Bagaces y Abangares) no trabaje en acciones de mitigación.</li> <li>•<b>Ambientales</b></li> <li>•Muerte de las especies en el cantón por calentamiento global.</li> <li>•Avance de la frontera agrícola.</li> <li>•Falta de control de diseño de estructuras que afecten los pasos de fauna.</li> <li>•Desajustes en variabilidad climática.</li> </ul>
<p><b>Amenazas/Riesgos</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Económicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Reducción de presupuesto a las instituciones el sector ambiental y productivo.</li> <li>•Los fondos ambientales son insuficientes para la atención de las necesidades.</li> <li>•Baja inversión extranjera directa debido a los altos costos.</li> <li>•Afectación de la pandemia.</li> <li>•El modelo económico no se ajusta a la realidad actual.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cambio de gobierno y seguimiento de procesos y propuestas.</li> <li>•La política no se formula respondiendo a las necesidades del cantón, se construye a nivel central.</li> <li>•Incumplimiento de los planes por las diferentes instituciones.</li> <li>•Falta de integración de políticas cantonales, estas son independientes para cada cantón.</li> <li>•Aumento de emisiones por políticas insuficientes de los cantones de la Altura.</li> </ul>

Fuente: IDOM-CPSU

**Tabla 44. Resumen de las fortalezas identificadas**

<p style="text-align: center;"><b>Sociales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con infraestructura médica.</li> <li>• Integración empresa privada y comunidades Taboga - Bebedero.</li> <li>• Grupo fuerte de Asociación de Desarrollo Integral y Comités Cantonales de Emergencia liderados por DINADECO y Asadas.</li> <li>• Existe una Sociedad de Usuarios debido a la unión de empresas para tema de riegos .</li> <li>• Grupos organizados trabajando con la producción sostenible y seguridad alimentaria, además de huertas familiares.</li> <li>• Organizaciones comunales respaldadas por JICA, proyecto BONSAI.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de Comités Comunales de Emergencia y Planes Comunales.</li> <li>• Existencia de Unidades de Gestión Ambiental, Desarrollo Económico Local y una Comisión de Cambio Climático.</li> <li>• Gobierno municipal comprometido.</li> <li>• Presencia del Consejo Territorial de Desarrollo Rural coordinado por el INDER.</li> <li>• Actualización del Plan Regulador.</li> <li>• Articulación de Bomberos, MEP, Municipalidad y dueños de propiedades.</li> <li>• Acceso a fondos de financiamiento para Pagos por Servicios Ambientales.</li> <li>• Comité Municipal de Emergencias bien representado y con experiencia bien constituido.</li> <li>• Funcionan apropiadamente instancias de coordinación interinstitucional como el Comité Cantonal de Coordinación Interinstitucional.</li> <li>• Existe el distrito de riego Arenal-Tempisque para la administración del agua para temas de riego.</li> </ul>
<p><b>Fortalezas</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Económicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sector agropecuario muy concreto e interrelacionado.</li> <li>• Incidencia de SENARA con el sistema de riego que atraviesa el cantón.</li> <li>• Emprendimientos locales y comunales participando del Programa Bandera Azul Ecológica.</li> <li>• Programa PRONAE liderado por el Ministerio de Trabajo y Municipalidad.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Academia nacional e internacional (Universidad Emory y Universidad de Michigan).</li> <li>• Tecnología para agricultura de bajo riego.</li> <li>• Presencia de SINAC en Cañas.</li> <li>• Existencia de una Federación de ASADAS en el territorio.</li> <li>• Cosecha y siembra de agua.</li> <li>• El cantón a nivel del territorio de la Altura posee la mayoría de instituciones ubicadas en el cantón de Cañas.</li> <li>• Capacitación y asistencia técnica en temas de cambio climático.</li> </ul>

Fuente: IDOM-CPSU

**Tabla 45. Resumen de las oportunidades identificadas**

<p style="text-align: center;"><b>Sociales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo comunal e institucional. Académicos bien identificados.</li> <li>• Experiencia en gestión de riesgo comunitario.</li> <li>• Se cuenta con proyectos para el fortalecimiento de las capacidades comunales ante la atención y prevención de emergencias debido a amenazas naturales.</li> <li>• Concientización de los actores locales en relación al tema de emergencias.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de cuenca de Sandillal, Arenal, Tempisque.</li> <li>• Planes de inventario de gases de efecto invernadero.</li> <li>• Acceso a información técnico, académica, ambiental, económica, social.</li> <li>• Acuerdo de Escazú.</li> <li>• Buenas relaciones de la municipalidad con otras instituciones como el ICE, INTA, SINAC, INA, entre otras.</li> <li>• Acceso al Sistema Nacional de Información Territorial.</li> <li>• Posición geográfica del cantón.</li> <li>• Oportunidad de mejora en ordenamiento con el Plan Regulador.</li> <li>• Apertura de energías limpias: eólica y solar.</li> <li>• Instituciones, comunidad, empresas y ONG's con capacitación y ejes ambientales.</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Económicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fondos ambientales institucionales (FONAFIFO, MINAE, MAG, INDER).</li> <li>• Recursos internacionales, fondos de concursos (ONG's, embajadas).</li> <li>• Apertura de turismo rural comunitario.</li> <li>• Fondo Verde del cambio climático al que pueden acceder gobiernos locales.</li> <li>• Alianza Público-Privadas para proyectos productivos sostenibles.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Política de Gestión y Prevención del Riesgo.</li> <li>• Plan de Desarrollo Rural Territorial.</li> <li>• Planes comunales de emergencias actualizados.</li> <li>• Planes nacionales de desarrollo institucionales del eje ambiental.</li> <li>• Plan de acción de adaptación al cambio climático.</li> <li>• Unificación y articulación de actores.</li> <li>• Participación en el Programa Bandera Azul Ecológica en instituciones, hogares y emprendimientos.</li> <li>• Compromiso del Concejo Municipal y otras coordinaciones como CCCI, CTDR.</li> </ul>

Fuente: IDOM-CPSU