

PLAN · 

TERRITORIOS RESILIENTES  
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

# PLAN DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

## CANTÓN UPALA

### Producto 2. Diagnóstico

### Febrero de 2022





El presente documento fue elaborado para la Municipalidad de Upala 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 Chorotegea 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 Gómez Ramírez, Asesora técnica en planificación de la adaptación proyecto Plan-A

## Contenidos

<b>Abreviaciones</b> .....	6
<b>Figuras</b> .....	8
<b>Tablas</b> .....	9
<b>1 Glosario</b> .....	11
<b>2 Presentación</b> .....	15
<b>3 Perfil local</b> .....	16
3.1 Contexto geográfico .....	16
3.2 Caracterización socioeconómica .....	18
3.3 Planificación territorial y sectorial.....	22
3.4 Acciones climáticas en el cantón.....	25
<b>4 Perfil climático</b> .....	28
4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima .....	29
4.2 Proyecciones climáticas.....	35
4.3 Amenazas a considerar .....	36
4.4 Categorización de la peligrosidad .....	39
4.5 Receptores sensibles y cadenas de impacto .....	47
4.6 Exposición y vulnerabilidad .....	56
4.7 Caracterización de riesgos climáticos.....	63
4.8 Capacidad adaptativa actual.....	80
<b>5 Lineamientos estratégicos</b> .....	83
5.1 Políticas y reportes nacionales en materia de acción climática .....	83
5.2 Análisis DAFO.....	85
5.3 Elementos estructuradores de la propuesta de adaptación .....	87
<b>6 Avances en el proceso participativo</b> .....	90
6.1 Avances hasta la fecha.....	91
6.2 Mapeo de actores.....	93
<b>7 Sigüientes pasos</b> .....	96
<b>8 Conclusiones y recomendaciones</b> .....	99
<b>9 Referencias</b> .....	102
<b>10 Anexo 1. Metodología para el análisis de riesgos</b> .....	104
10.1 Peligrosidad .....	104
10.2 Exposición y vulnerabilidad .....	114
10.3 Cálculo del riesgo.....	119
<b>11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica</b> .....	121
<b>12 Anexo 3. Análisis DAFO</b> .....	124



## Abreviaciones

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

---

SNIT Sistema Nacional de Información Territorial  
UNDP Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
UNFCCC Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

## Figuras

Figura 1. Localización.....	16
Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos .....	18
Figura 3. Usos del suelo 2020.....	21
Figura 4. Conceptualización del riesgo climático .....	28
Figura 5. Precipitación media anual en Upala.....	30
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Upala .....	31
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Upala.....	32
Figura 8. Climodiagrama.....	33
Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas .....	37
Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones.....	41
Figura 11. Mapa de peligrosidad de deslizamientos .....	43
Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías .....	45
Figura 13. Mapa de vulnerabilidad de la población .....	61
Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de del hábitat urbano.....	62
Figura 15. Composición espacial del riesgo climático .....	63
Figura 16. Mapa de riesgo de inundaciones sobre población y hábitat urbano.....	68
Figura 17. Mapa de riesgo de inundaciones sobre sector agropecuario y vías .....	69
Figura 18. Mapa de riesgo de deslizamientos sobre población, hábitat urbano y vías .....	73
Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario, humedales y áreas naturales.....	76
Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población y hábitat urbano .....	79
Figura 21. Matriz de relevancia de actores .....	94
Figura 22. Índice de aridez promedio.....	110

## Tablas

Tabla 1. Distribución de la población por distrito, sexo y zona.....	19
Tabla 2. Población activa por tipo de actividad.....	20
Tabla 3. Cambios en el uso del suelo.....	21
Tabla 4. Eventos asociados al clima (1988-2019).....	34
Tabla 5. Proyecciones climáticas de precipitación en Upala.....	35
Tabla 6. Proyecciones climáticas de temperatura máxima en Upala .....	36
Tabla 7. Proyecciones climáticas de temperatura mínima en Upala .....	36
Tabla 8. Porcentajes de cambio de la variable R95p.....	39
Tabla 9. Porcentajes de cambio de la variable CDD .....	46
Tabla 10. Receptores sensibles.....	48
Tabla 11. Cadenas de impactos asociadas a las inundaciones.....	49
Tabla 12. Cadenas de impactos asociadas a los deslizamientos .....	50
Tabla 13. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019 .....	51
Tabla 14. Cadenas de impactos asociadas a las sequías .....	52
Tabla 15. Cuantificación de daños por eventos organizado por receptores 1988-2019 .....	53
Tabla 16. Cadenas de impactos asociadas a las olas de calor .....	54
Tabla 17. Impactos indirectos sobre la población en situación de vulnerabilidad frente al cambio climático.....	56
Tabla 18. Indicadores de análisis de las amenazas .....	58
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 .....	66
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 .....	71
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 .....	74
Tabla 22. Riesgo por olas de calor sobre los diferentes receptores considerados bajo los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5) y horizontes temporales (2015-2045 y 2045-2075) analizados .....	78
Tabla 23. Lineamientos contenidos en la PNACC.....	84
Tabla 24. Fundamentos del análisis DAFO .....	86
Tabla 25. Esquema de actividades previsto .....	90
Tabla 26. Personas asistentes a la Reunión Técnica 1.....	91
Tabla 27. Personas asistentes a la Reunión Técnica 2.....	92
Tabla 28. Personas asistentes al Taller 1 .....	93
Tabla 29. Relevancia de actores identificados .....	94
Tabla 30. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a lluvias intensas.....	105
Tabla 31. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de inundaciones.....	106
Tabla 32. Peligrosidad a inundaciones .....	106
Tabla 33. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a inundaciones.....	107

Tabla 34. Categorización de pendientes como criterio para la componer la peligrosidad espacial de deslizamientos .....	108
Tabla 35. Peligrosidad a deslizamientos.....	108
Tabla 36. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a deslizamientos .....	109
Tabla 37. Categorización de la aridez .....	111
Tabla 38. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a déficit de lluvias .....	112
Tabla 39. Clasificación de los niveles de peligrosidad asociados a déficit de lluvias .....	112
Tabla 40. Categorización de la evolución prevista de la peligrosidad asociada a olas de calor .....	114
Tabla 41. Modelos climáticos incluidos en el ensamble NASA-NEX y sus características..	122
Tabla 42. Resumen de las debilidades identificadas .....	124
Tabla 43. Resumen de las amenazas identificadas .....	125
Tabla 44. Resumen de las fortalezas identificadas.....	126
Tabla 45. Resumen de las oportunidades identificadas.....	127

## 1 Glosario

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

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

### **Adaptación**

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

### **Amenaza**

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

### **Capacidad adaptativa**

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

### **Exposición**

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

---

## **Impacto**

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

## **Mitigación**

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

## **Medida de adaptación**

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

## **Peligrosidad**

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

## **Percentil**

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

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

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

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

Para completar el último informe de análisis del 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.

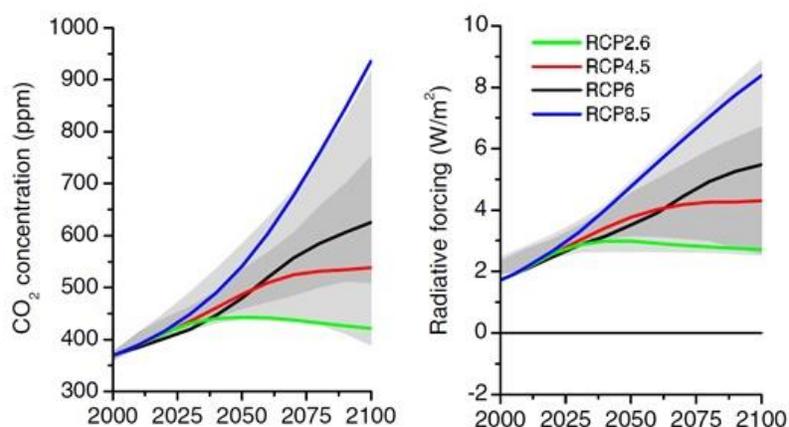


Figura 1. Escenarios de trayectorias de concentración representativas (van Vuuren et al. 2011)

## 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 Upala. 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 Upala (PAAC).

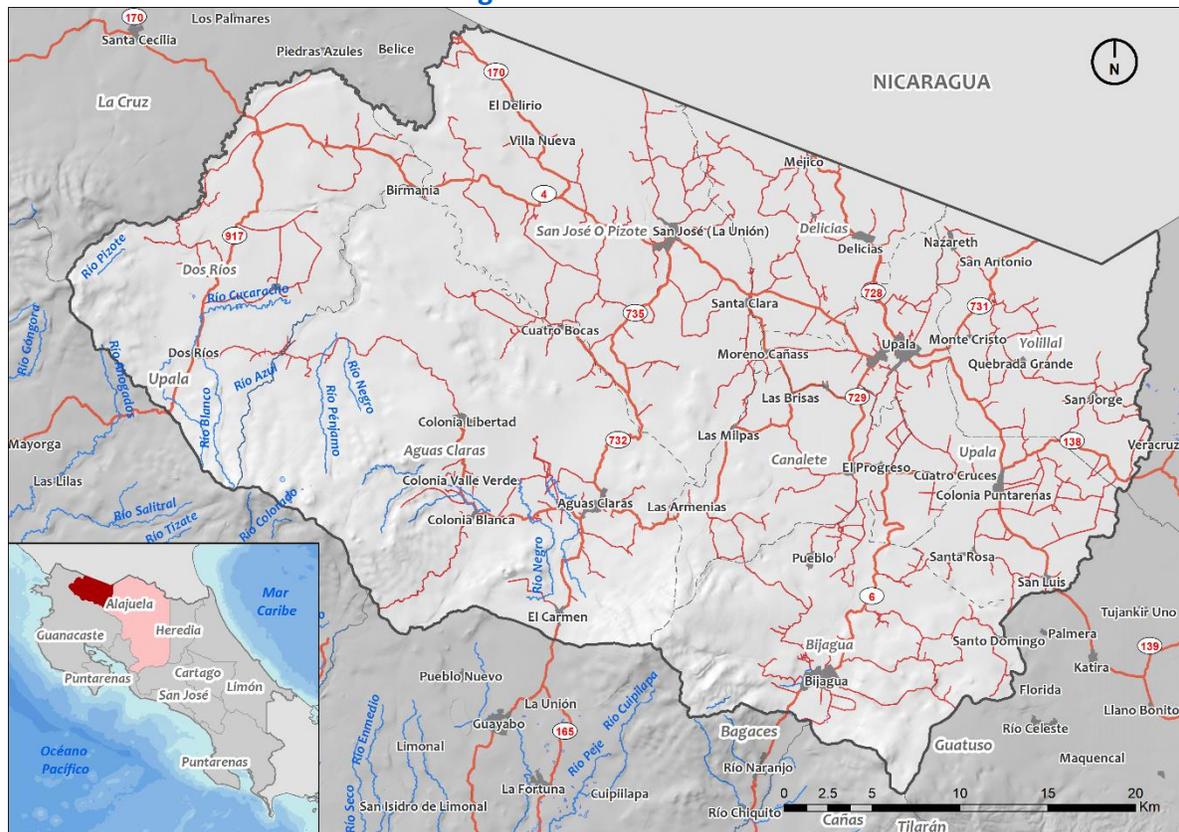
### 3 Perfil local

#### 3.1 Contexto geográfico

Upala es el cantón número trece de la provincia de Alajuela. Su extensión aproximada de 1.580 km<sup>2</sup>, el segundo cantón más extenso de la provincia. Limita al norte con Nicaragua, al este, sureste y sur con los cantones de Los Chiles y Guatuso, y de sur a oeste con Cañas, Bagaces, Liberia y La Cruz.

Se compone por ocho distritos: Upala, Aguas Claras, San José, Bijagua, Delicias, Dos Ríos, Yolillal y Canalete.

Figura 1. Localización



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

#### 3.1.1 Topografía, geología y geomorfología

Upala está constituido por materiales de los períodos Terciario y Cuaternario, siendo las rocas volcánicas de este último período las predominantes. Del Terciario se encuentran rocas volcánicas del Mioceno que corresponde con el Grupo Aguacate compuesto por coladas de andesita y basalto, aglomerado, brechas y tobas, y se sitúa en cerros La

---

Montañosa. Y del Cuaternario cubren la ladera norte de la sierra volcánica de Guanacaste o las lomas Buenavista.

Presenta cuatro unidades geomórficas: de origen volcánico, de sedimentación aluvial, de origen estructural y originadas por remoción en masa.

### 3.1.2 Hidrología

El sistema fluvial del cantón corresponde con la subvertiente norte de la vertiente del Caribe, que pertenece a las cuencas de los ríos Zapote y Frío. Algunos de los ríos que componen este sistema son: Bochinche, Caño Blanco, Cucaracho, Caño Negro, Las Haciendas o Higuerón, entre otros. Estos nacen en el cantón y presentan un rumbo sur-norte y suroeste-noreste, hasta desembocar en el lago de Nicaragua. Además, en la zona se encuentran las lagunas El Pinol y Camelias.

### 3.1.3 Áreas de especial protección

En el cantón de Upala existen zonas que presentan algún tipo de régimen de protección especial. Estas se diferencian en humedales y Áreas Silvestres Protegidas.

#### ▪ **Humedales (SINAC):**

La superficie total de humedales es de alrededor de 171 km<sup>2</sup>, y se encuentran principalmente en el norte del cantón. Estos humedales son de tipo lacustre (laguna) y palustre (pantano herbáceo). Algunos de ellos se encuentran dentro de Áreas Silvestres Protegidas (ASP), como Arrozal Buenavista, El Delirio o La Puebla.

#### ▪ **Áreas Silvestres Protegidas:**

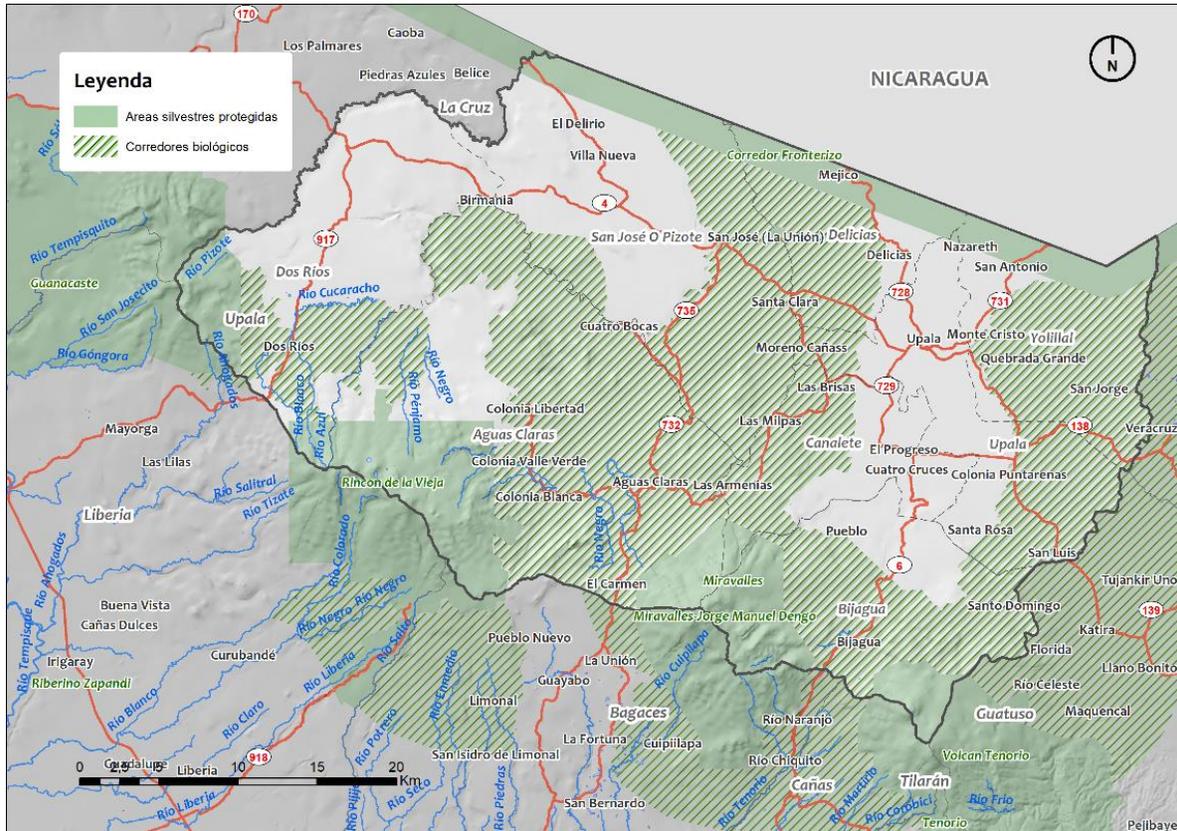
El 16,7% de la superficie del cantón corresponde con Áreas Silvestres Protegidas (ASP), lo que corresponde con casi 264 km<sup>2</sup>. Entre estas áreas destacan los Parques Nacionales Rincón de la Vieja (79,9 km<sup>2</sup>), el Parque Nacional de Guanacaste (23,5 km<sup>2</sup>) y Volcán Tenorio (15,6 km<sup>2</sup>); los Refugios Nacionales de Vida Silvestre Corredor Fronterizo (85,5 km<sup>2</sup>) y Lagunas Las Camelias (0,65 km<sup>2</sup>); y la Zona Protectora Miravalles (58,5 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:

- C11. Tenorio Miravalles
- C15. Rincón Cacao
- C17. Miravalles Rincón de la Vieja

- C19. Ruta Los Maleku Medio Queso
- C20. Las Camelias
- C21. Rincón Rain Forest

**Figura 2. Áreas de Especial Protección y corredores biológicos**



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

## 3.2 Caracterización socioeconómica

### 3.2.1 Población

Los datos del último censo oficial publicado en 2011 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) indican que la población total en el cantón de Upala es de 43.953 habitantes, de los que 21.932 son mujeres (49,9%) y 22.021 hombres (50,1%). La distribución por distritos es desigual, siendo el distrito de Upala el que cuenta con la mayor proporción de población (36,7%) y Dos Ríos el que menos (7,3%). Cabe señalar que la población del distrito de Canalete está incluida en el total de población del distrito de Upala.

En ese año, casi el 79% de la población se encontraba en zonas rurales, y cabe destacar que el distrito de Delicias no cuenta con población urbana, tal y como se muestra en la Tabla 1. Distribución de la población por distrito, sexo y zona.

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

Distrito	Zona urbana			Zona rural		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Upala	6.070	3.236	2.834	10.069	4.982	5.087
Aguas Claras	1.038	538	500	3.901	1.890	2.011
San José o Pizote	379	200	179	6.973	3.422	3.551
Bijagua	654	335	319	3.884	1.903	1.981
Delicias	-	-	-	4.483	2.270	2.213
Dos Ríos	465	218	247	2.729	1.312	1.417
Yolillal	808	394	414	2.500	1.232	1.268
Canalete	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>9.414</b>	<b>4.921</b>	<b>4.493</b>	<b>34.539</b>	<b>17.011</b>	<b>17.528</b>

Fuente: INEC (2011).

En cuanto a la densidad de la población, el promedio en el 2011 era de 27,8 hab/km<sup>2</sup>, y esta a nivel de distrito es muy diferente entre sí, encontrándose densidades superiores a los 65 hab/km<sup>2</sup> en el distrito de Upala, y por debajo de los 25 hab/km<sup>2</sup> en los distritos de Aguas Claras, Dos Ríos y Yolillal.

Dado el carácter fronterizo de este cantón con Nicaragua resulta imprescindible tener en cuenta este factor. En los últimos años, como consecuencia de la finalización del conflicto armado que afectó a Nicaragua hasta principio de los noventa, en este espacio transfronterizo se ha forjado un circuito económico relacionado con actividades de agricultura de exportación y el turismo. Estas condiciones hacen que presente una alta presencia de población móvil y migrante. El cantón de Upala cuenta con un 15,1% población nacida en el país vecino, lo que le sitúa en cuarto lugar a nivel estatal, por detrás de Los Chiles, La Cruz y Sarapiquí.

### 3.2.2 Actividades productivas

Las actividades productivas se estructuran en tres sectores: primario, secundario y terciario. En el cantón de Upala se divide casi por igual entre los sectores primario (45%) y terciario (46%). El sector secundario apenas representa el 9% del total.

Según los datos del Censo Agropecuario (INEC, 2014) la principal actividad es la pecuaria con el 63% del total de las empresas, respecto del sector primario. La actividad agrícola presenta el 36% y otras actividades como el turismo rural o la protección de los bosques naturales, el 1%.

- **Sector primario:** en relación con la actividad pecuaria, predomina el ganado vacuno para la producción de leche y carne (41%). En relación con las actividades agrícolas, el cultivo de arroz es el principal (43%), seguido del frijol (14%), la melina (9,5%) y otros como la piña, el maíz, la naranja o el cacao.

- **Sector secundario:** este sector se encuentra especialmente representado en la zona de centro de Dos Ríos, Aguas Claras (Guacalito y Pata de Gallo) y en Corteza y Santo Domingo (límite entre Upala y Bijagua).
- **Sector terciario:** estas empresas se localizan principalmente en el distrito de Upala, la zona más urbana del cantón.

Como se ha comentado, los **sectores primario y terciario** son los que se encuentran más ampliamente representados en este cantón. Esto se puede ver también en el número de personas que son empleadas por cada tipo de actividad:

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

Actividad	Trabajadores
Sector primario	4.314
Sector secundario	349
Sector terciario	3.340
<b>Total</b>	<b>8.003</b>

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

### 3.2.3 Usos del suelo

Debido a que en este cantón predomina el sector pecuario, la mayor parte del suelo está destinado a pastos (57%), seguido de los bosques (19%) y tierras de labranza (15%). En menor medida el uso está dirigido a cultivos permanentes (6%) y para otros usos (2,3%).

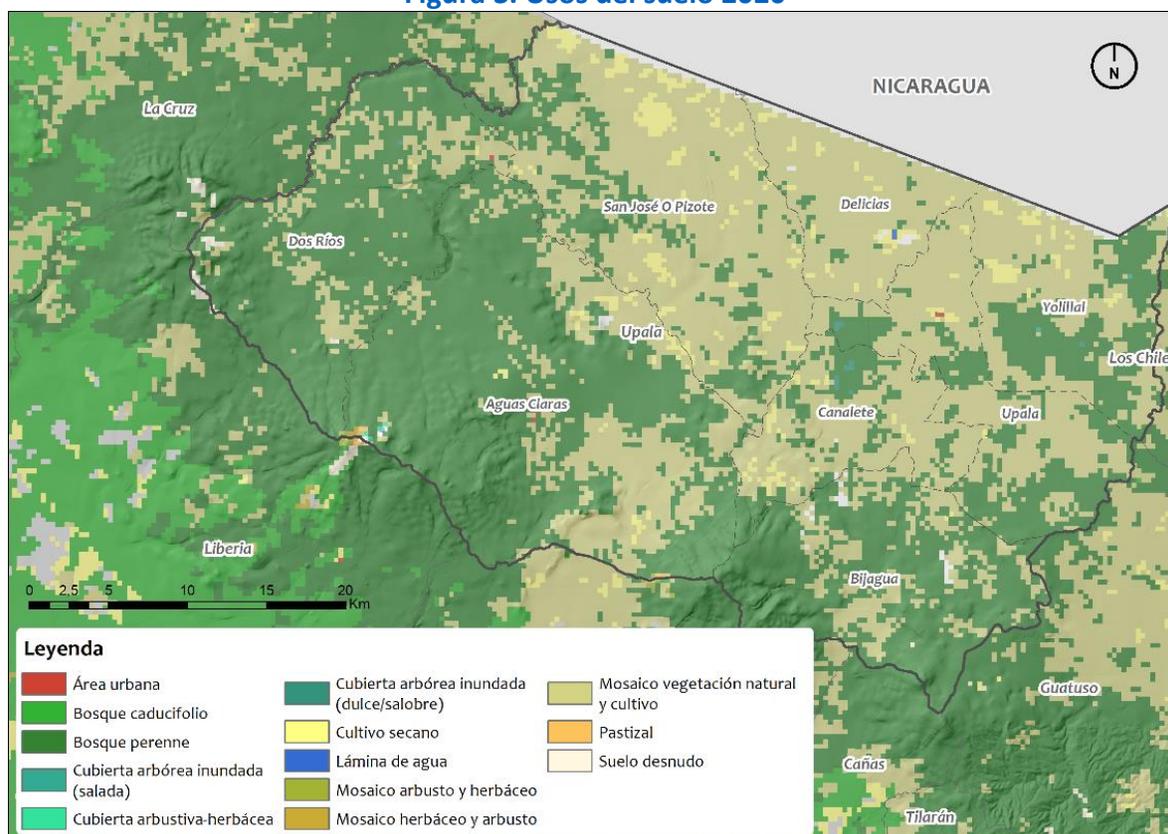
Acorde con la información analizada de la Agencia Espacial Europea bajo la *Climate Change Initiative* (CCI), en los últimos veinte años la cubierta del suelo se ha visto alterada. Como se ve en la Tabla 3. Cambios en el uso del suelo, ha experimentado un retroceso en la superficie dedicada a los cultivos y esta ha sido recolonizada por vegetación natural y semi-natural. A pesar de tratarse de un cantón rural, la huella urbana se ha visto aumentada ligeramente respecto a su superficie en el año 2000. 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	59,64	48,44	-11,2
Vegetación natural y semi-natural terrestre	39,32	50,48	11,16
Herbazal	0,02	0,03	0,01
Vegetación natural y semi-natural acuática	0,02	0,11	0,09
Áreas urbanas	0,03	0,04	0,01
Suelo desnudo	0,18	0,12	-0,06
Láminas de agua	0,01	0,01	0
Total	100	100	-

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

**Figura 3. Usos del suelo 2020**



Fuente: IDOM-CPSU (2021) a partir de los datos de European Space Agency (ESA)<sup>2</sup> (2020).

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

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

### 3.3 Planificación territorial y sectorial

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

- **Plan de Desarrollo Rural del Territorio Guatuso-Upala-Los Chiles 2015-2020**

Este Plan es un instrumento rector de la planeación y gestión del desarrollo del territorio que establece los principales lineamientos que orientarán en estas tareas los próximos cinco años. La visión que presenta de esta región es la de un “territorio sostenible, armónico con la naturaleza y equilibrado social y económicamente”.

Para organizar sus objetivos han definido distintas dimensiones y cada una incluye las propuestas estratégicas:

- Dimensión ambiental: educación ambiental, manejo de desechos sólidos, prevención de riesgos naturales, garantizar el abastecimiento del recurso agua, ordenamiento territorial adecuado y sostenible, etc.
- Dimensión social: favorecer el acceso a la educación, atender a personas en situaciones de riesgo y vulnerabilidad, restablecer centros de salud cerrados, desarrollo de proyectos de vivienda, etc.
- Dimensión cultural, identidad y deporte: promover la identidad cultural, construcción de un centro de música y una biblioteca, celebración de festividades, etc.
- Dimensión económica, desarrollo productivo y empleo: promover desarrollo económico y productivo del territorio de forma sostenible, diversificación en la producción agrícola, acceso a créditos, etc.
- Dimensión político institucional-infraestructura: organización comunal, construcción de subestación eléctrica, coordinación institucional, mejoramiento de la red vial, etc.

Entre los objetivos de la dimensión ambiental se incluye aportar a la mitigación de los efectos del cambio climático, a través de un programa específico; y lograr el sello de carbono neutral.

- **Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local Upala 2013-2023 (2012)**

Este Plan supone la definición de la estrategia local de desarrollo cuyo punto objetivo es lograr el territorio que se imaginan sus habitantes en este plazo de 10 años. Este escenario futuro se condensa en la visión: “Upala es un cantón integrado, informado, seguro, promotor de un desarrollo humano local sostenible con equidad de género e igualdad de derechos y oportunidades, con propuestas de organización de la empresa pública y privada en función del interés general. Interesado en mejorar la calidad de vida de los y las

---

ciudadanas y la promoción de un ambiente sano y en armonía con la naturaleza. Integrando a la población en sus diferencias, diversidad y multiculturalidad”.

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

- Desarrollo económico sostenible
- Desarrollo sociocultural
- Seguridad humana
- Educación
- Salud
- Servicios públicos
- Gestión ambiental y ordenamiento territorial
- Infraestructura
- Participación ciudadana y democracia local
- Condiciones migratorias

Entre sus líneas de acción priorizadas está destinar esfuerzos para ordenar de forma sostenible el territorio, reforestar o proteger la biodiversidad. Ello revierte en un cantón más resiliente.

- **Plan Estratégico Municipal 2018-2020 (2017)**

Se trata de un instrumento enfocado en el medio plazo que asume la visión de desarrollo del municipio a largo plazo definida por el resto de planes y programas de escala mayor. La visión que define es la siguiente: “Ser líderes por impulsar un modelo de gestión de puertas abiertas promotor del desarrollo económico local sostenible y la organización comunitaria para dar solución a las necesidades y derechos de la población Upaleña”.

Su objetivo principal es contribuir al desarrollo de un modelo de planificación municipal de mediano plazo que permita la consolidación de las capacidades de gestión del gobierno local de Upala para ejercer direccionalidad y liderazgo en los procesos de desarrollo local.

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

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

---

Una de las propuestas va encaminada hacia la creación de una Oficina de Gestión del Riesgo y Cambio Climático.

- **Plan de Gobierno Municipal 2016-2020**

El Plan de Gobierno constituye el marco estratégico donde se definen los pilares fundamentales sobre los que se desarrolla la gobernanza. Estos son:

- Ciudadanía activa
- Gestión administrativa eficiente
- Área de desarrollo sostenible
- Rendición de cuentas

Las estrategias que plantea repercuten en la consecución de un cantón con mayor capacidad adaptativa frente al cambio climático, por lo que aunque no especifique medidas concretas en relación con este, de forma transversal trata de resolverlo.

- **Plan Cantonal de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (2021)**

El Plan contiene el funcionamiento administrativo, operativo y logístico del Comité Municipal de Emergencias de Upala 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. Su objetivo general es establecer los mecanismos de activación del Comité Municipal de Emergencia de Upala, por medio del subsistema de preparativos y respuesta, ante situaciones de emergencia en el cantón, ya sea por un evento súbito o por un estado de alerta declarado desde la Comisión Nacional de Emergencia. Para garantizar la articulación de las instancias de coordinación desde el nivel local, con el fin de optimizar los recursos disponibles para la respuesta adecuada.

Por último, a nivel sectorial:

- **Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón 2010-2020 (actualizado en 2016)**

El objetivo general de este Plan es contar con una herramienta técnica y administrativa que permita a la Municipalidad gestionar de forma adecuada los residuos sólidos ordinarios que se generan, mejorando de manera intrínseca la calidad de vida de la población y protegiendo los recursos naturales. Como visión incluye: “El Cantón Upala cuenta al 2020 con una población educada en el manejo y gestión de los residuos sólidos ordinarios (valorizables, no valorizables y orgánicos) con el liderazgo del Gobierno Local y la participación de actores locales y empresas privadas para garantizar un ambiente sustentable a las futuras generaciones”.

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 realizar la

correcta disposición de residuos sólidos, ampliar la cobertura de recolección, promover la separación o en implementar un programa de divulgación sobre la gestión de residuos.

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

- **Política cantonal de niñez y adolescencia 2015-2020**

Este documento surge de la necesidad y el compromiso por cumplir con los derechos de estos grupos de población. Establece distintos objetivos que se concretan con líneas de acción que llevan asociadas las metas a las que aspira esta política. Entre las actividades dirigidas a garantizar los derechos de la niñez (salud, educación, vivienda y protección especial) se incluye la capacitación para la conservación del medio ambiente, los recursos hídricos y el manejo de residuos.

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

Plan territorial/sectorial	Acción climática
	Programa para la preservación y reforestación de las fuentes de agua, ríos, cañadas y pozos que tiene cada cantón

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

Plan territorial/sectorial	Acción climática
<b>Plan de Desarrollo Rural del Territorio Guatuso-Upala-Los Chiles</b>	Programa de mitigación al cambio climático
	Conformación de un Centro Tecnológicos de Manejo Integral de Residuos Sólidos
	Incentivar el uso del Sello de Carbono Neutral en el Territorio
	Definición de un programa de recuperación de humedales
	Creación de una estrategia territorial para prevenir riesgos de emergencias
	Programas de educación
	Construcción y mantenimiento de infraestructuras (vías, puentes, acueductos y alcantarillado, etc.)
	Fortalecimiento de los equipamientos (centros de salud, etc.)
	Promover programas de viviendas
	Promoción de valores socioculturales
	Construcción de cadenas de valor de los productos agrícolas, pecuarios, forestales y turísticos a través de cooperativas y otros medios asociativos
	Incentivos no tributarios para atraer empresas
	Desarrollar el turismo rural comunitario
	Conformación del Fondo para el Desarrollo de la Mujer Rural, jóvenes y mayores de 45 años
	Desarrollo integral del territorio y fiscalización del uso y tenencia de la tierra dada por el Inder
<b>Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2013-2023</b>	Estímulo a la actividad agroproductiva y pecuaria del cantón en armonía con el medio ambiente, particularmente incentivando la actividad cacaotera y la siembra de maíz
	Generación de fuentes de empleo en todos lo sectores con respeto a los derechos humanos y laborales
	Bueno uso y manejo de los desechos de los productos agroindustriales en armonía con el medio ambiente y sin afectación de otras actividades paralelas
	Procesos productivos basado en la adquisición de conocimientos y técnicas de sostenibilidad, así como, en la diversificación y mejoramiento de la producción
	Fomento a cadenas de valor para el desarrollo empresarial de las comunidades, acorde con las características de la zona y respetando el medio ambiente y los derechos humanos
	Estímulo de la actividad turística
	Atención a personas en situaciones de riesgo y vulnerabilidad
	Integración y participación ciudadana en el desarrollo comunal cantonal de los habitantes de las diferentes comunidades
	Infraestructura, equipamiento y personal operando en lugares clave que favorezcan una cobertura geográfica del cantón, en su conjunto, para la prevención y atención en situaciones de riesgo
	Identificación de amenazas sociales, ambientales y geológicas para el adecuado tratamiento de situaciones de emergencias
	Mejora de la infraestructura y equipamiento sanitario
	Mejoramiento del servicio de agua potable
	Estudios y diseños de alcantarillados
	Construcción de cordón y caño
	Entubamiento de aguas servidas

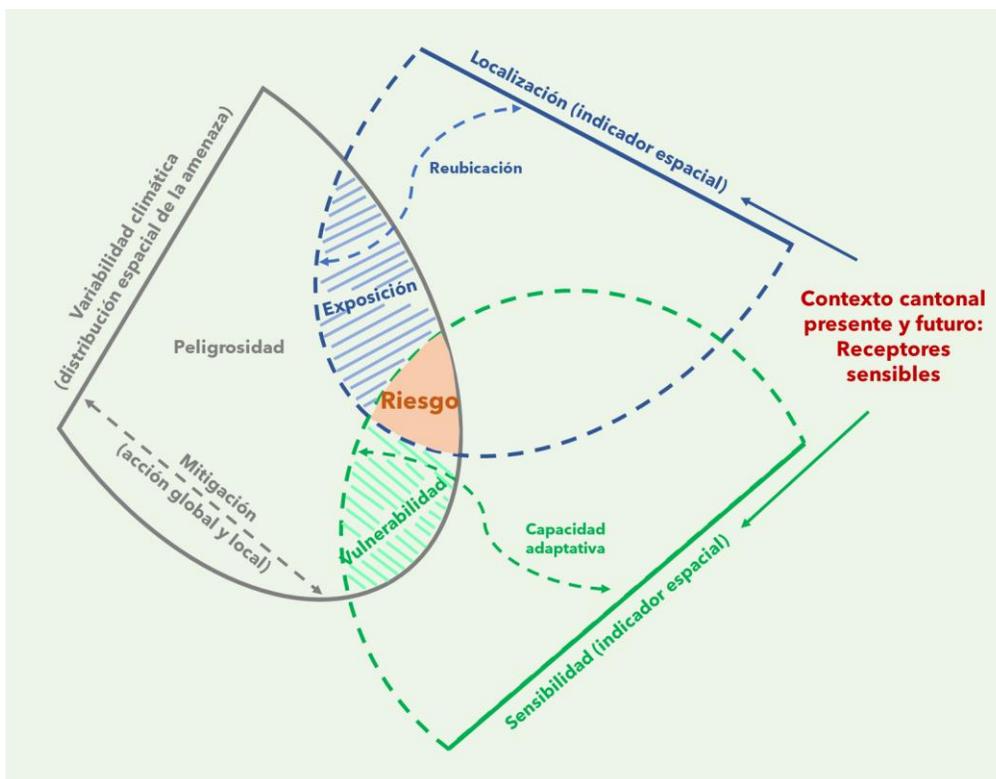
Plan territorial/sectorial	Acción climática
	Planta de tratamiento de aguas residuales Establecimiento de programas y campañas para la promoción de la educación ambiental Instrucción a la comunidad en la no contaminación de ríos y buen manejo de los desechos Incentivo a la comunidad para el desarrollo de proyectos de reciclaje y reforestación Control efectivo de la contaminación ambiental Respeto de áreas o zonas de protección ambiental (ríos, quebradas, nacientes, flora y fauna) Conservación de especies silvestres mediante corredores de pasos de animales Pago de servicios ambientales Limpieza de ríos y quebradas Programas de recolección de basura no tradicional Ordenamiento territorial adecuado y sostenible donde prevalezca el respeto al medio ambiente
<b>Plan Estratégico Municipal 2018-2020</b>	Mantenimiento y mejoramiento constante de la red vial cantonal y puentes Mejoramiento de la infraestructura comunal acorde con las necesidades de los distritos, así como con el cumplimiento de los requisitos necesarios para llevar a cabo las obras Incentivo a la participación ciudadana en la protección del medio ambiente, a través de campañas de concientización y capacitaciones gestión ambiental Establecimiento de programas que promuevan una gestión integral de los residuos sólidos Cumplimiento de la normativa legal en materia ambiental Establecimiento de un ordenamiento territorial real para el uso adecuado de los suelos en el cantón Ordenamiento del Desarrollo Económico Local Desarrollo de iniciativas para la inclusión de grupos y poblaciones Promoción de equidad de género e inclusión social Fomento de la actividad turística en armonía con la naturaleza y aprovechando los recursos naturales y las actividades del cantón Mejora continua de los servicios públicos que presta la municipalidad Mejoramiento y construcción de los puentes necesarios, y mejora constante de la red vial cantonal y las aceras Coordinación y seguimiento de la ejecución de los proyectos del Plan General de Emergencias

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

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

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

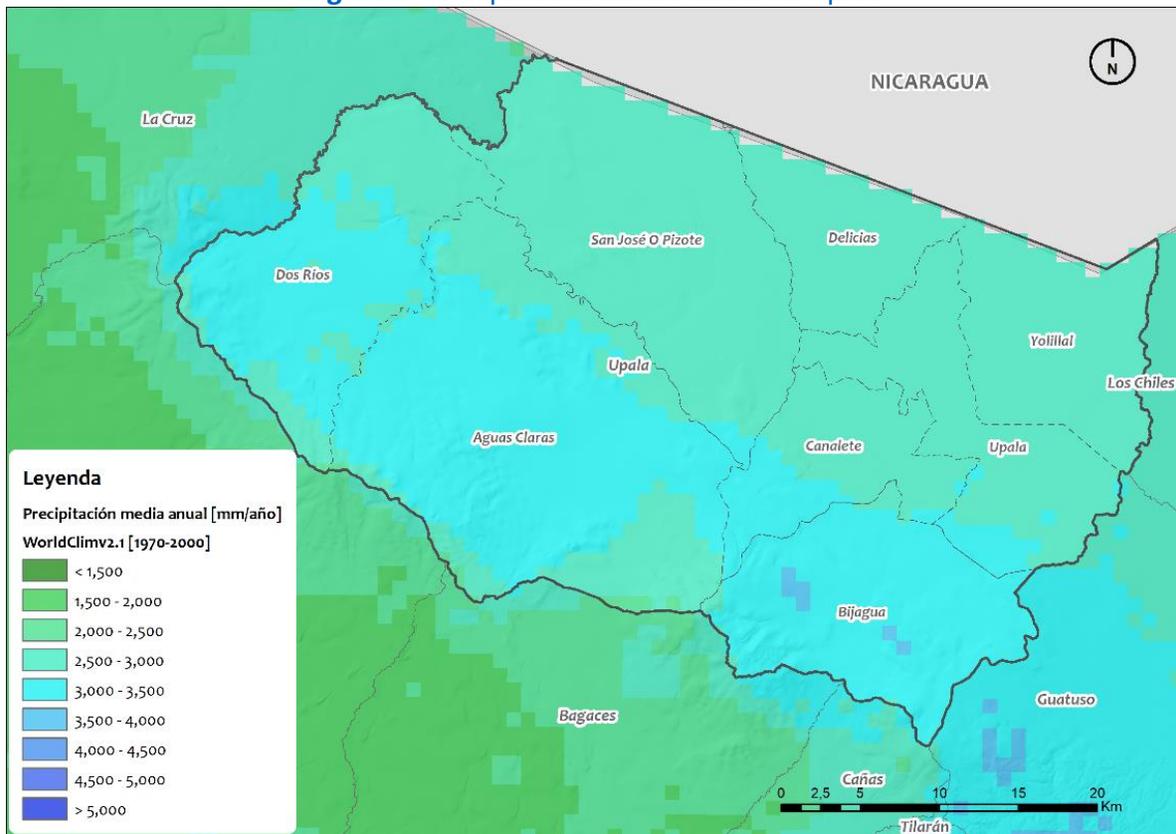
#### **4.1 Clima histórico y registro de desastres asociados al clima**

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**

La distribución de precipitación en Upala está claramente diferenciada entre el norte y sur. De media, cuenta con una precipitación de 2.959 mm/anales, de modo que al norte se dan las precipitaciones mínimas (3.567 mm), y en los distritos del sur, en concreto en Bijagua se dan las mayores precipitaciones, 3.567 mm.

Figura 5. Precipitación media anual en Upala

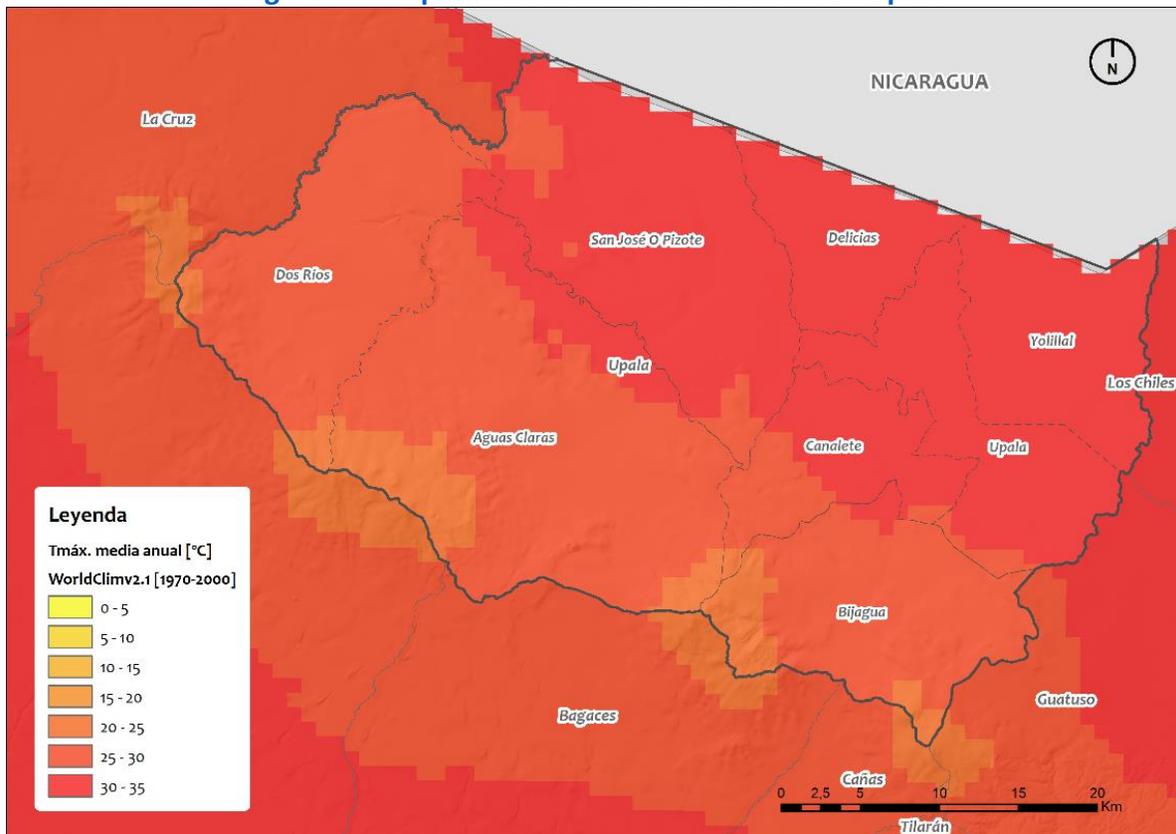


Fuente: IDOM-CPSU a partir de los datos de WorldClim (2021).

#### 4.1.2 Temperatura

El gradiente de temperaturas máximas aumenta en sentido sur – norte, con una media de 29°C. Los distritos del norte son los que registran mayores temperaturas, con valores que alcanzan los 30,9°C. mientras que los distritos del sur, en concreto Aguas Claras, registran las mínimas, 21,21°C.

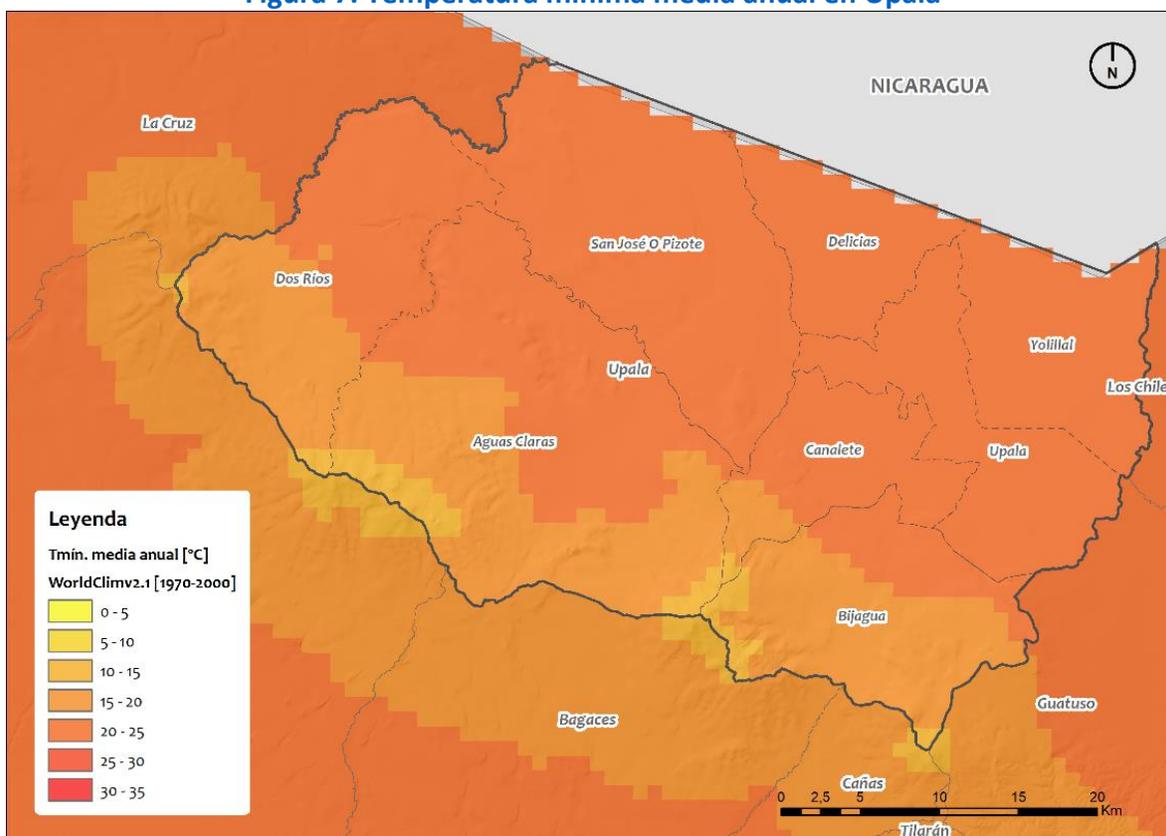
Figura 6. Temperatura máxima media anual en Upala



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

Las temperaturas mínimas mantienen la misma distribución, siendo las mayores de las mínimas 22,3°C y las mínimas 12,7°C en los distritos del sur. Por lo tanto, la temperatura mínima media en Upala es de 20,7°C.

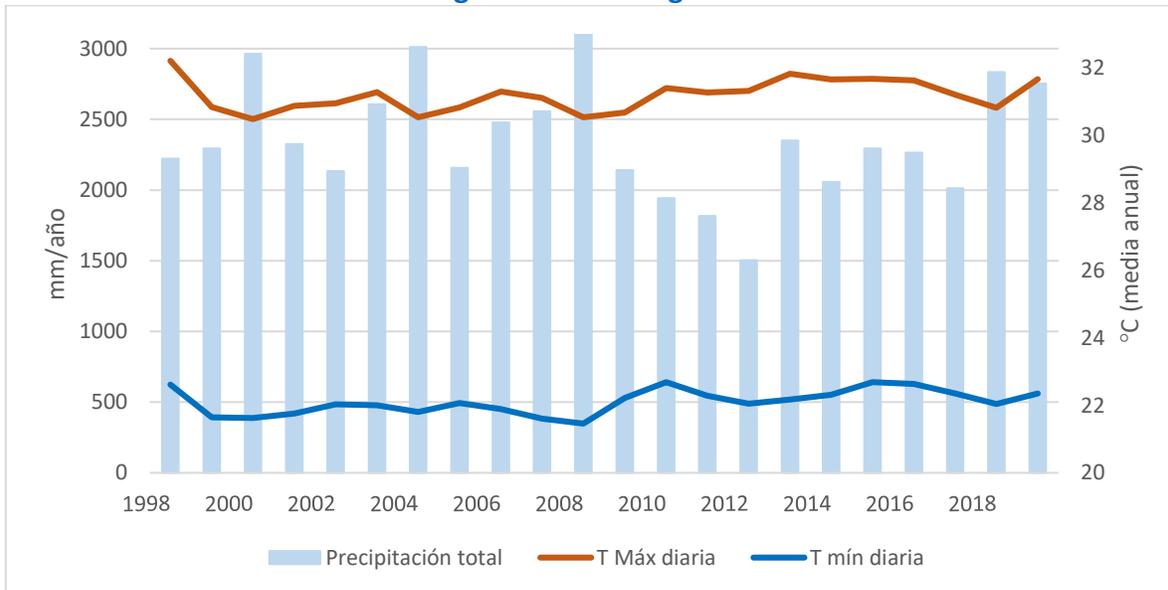
Figura 7. Temperatura mínima media anual en Upala



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

En base a los datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), para la estación de Upala que es la más próxima al cantón, se completa el siguiente perfil térmico y pluviométrico.

**Figura 8. Climodiagrama**



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

### 4.1.3 Eventos asociados al clima

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

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

Nº	Evento	Tipo de evento	Año	Duración	Distrito
1	Huracán Juana	Lluvias intensas	Oct 1988	5 días	Upala, San José, Bijagua y Delicias
2	Inundaciones por la depresión tropical Nº 12	Lluvias intensas	Nov 1994	7 días	Upala, Aguas Claras, San José, Delicias y Yolillal
3	ENOS	Sequía	1997-1998	366 días	-
4	Huracán Mitch	Lluvias intensas	Oct-Nov 1998	18 días	-
5	Huracán Michelle	Lluvias intensas	Oct 2001	10 días	Upala, Aguas Claras, San José y Dos Ríos
6	Lluvias semipermanentes y de variable intensidad de la vertiente Caribe y Norte	Lluvias intensas	Nov 2001	38 días	Upala, Aguas Claras, San José, Bijagua, Delicias, Dos Ríos y Yolillal
7	Inundaciones en la vertiente Caribe y Zona Norte	Lluvias intensas	Dic 2003	3 días	Aguas Claras y San José
8	Plan de emergencia sequía en Guatuso, Los Chiles, Upala y San Carlos	Sequía	Jun 2007	427 días	-
9	Depresión tropical Nº 16	Lluvias intensas	Oct 2008	4 días	Upala
10	Tormenta tropical Nicole	Lluvias intensas	Ag 2010	22 días	Aguas Claras y Yolillal
11	Huracán Otto	Lluvias intensas	Nov 2016	12 días	Upala, Aguas Claras, San José, Bijagua, Delicias, Dos Ríos y Yolillal
12	Tormenta tropical Nate	Lluvias intensas	Oct 2017	5 días	Delicias y Dos Ríos

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

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

## 4.2 Proyecciones climáticas

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

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

### 4.2.1 Precipitación

La precipitación media anual muestra una tendencia variable. Para el escenario RCP4.5 hay un descenso en ambos horizontes temporales con respecto al período 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 3,62% de la precipitación media anual, sin embargo, la tendencia se revierte en el futuro lejano habiendo de nuevo una disminución de la variable de más de un 1%. Del mismo modo, la anomalía también aumenta con relación al escenario climático RCP4.5 y RCP8.5.

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

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la precipitación media anual (%)	RCP4.5	2030	-0,43 %	0,09 %	-0,52 %	-0,34 %
		2060	-3,06 %	0,10 %	-3,16 %	-2,96
	RCP8.5	2030	3,62 %	0,52 %	3,09 %	4,14
		2060	-1,26 %	0,32 %	-1,58 %	-0,95

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

## 4.2.2 Temperatura

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

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

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

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura máxima (°C)	RCP4.5	2030	0,97 °C	0,00 °C	0,97 °C	0,97 °C
		2060	1,63 °C	0,00 °C	1,63 °C	1,63 °C
	RCP8.5	2030	1,09 °C	0,00 °C	1,09 °C	1,09 °C
		2060	2,32 °C	0,00 °C	2,32 °C	2,33 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

Por otro lado, la temperatura mínima sigue un patrón muy similar al anterior. Para el escenario de emisiones RCP4.5 el aumento llega a ascender hasta superar el grado y medio de temperatura. De nuevo, en el escenario de emisiones RCP8.5 el aumento de la temperatura mínima llega hasta los 2,28°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 Upala**

Índice	Escenario climático	Periodo temporal	Valor medio	Desviación	Valor mínimo	Valor máximo
Cambio en la temperatura mínima (°C)	RCP4.5	2030	0,89 °C	0,00 °C	0,89 °C	0,89 °C
		2060	1,51 °C	0,00 °C	1,51 °C	1,52 °C
	RCP8.5	2030	1,10 °C	0,00 °C	1,09 °C	1,10 °C
		2060	2,28 °C	0,01 °C	2,28 °C	2,29 °C

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

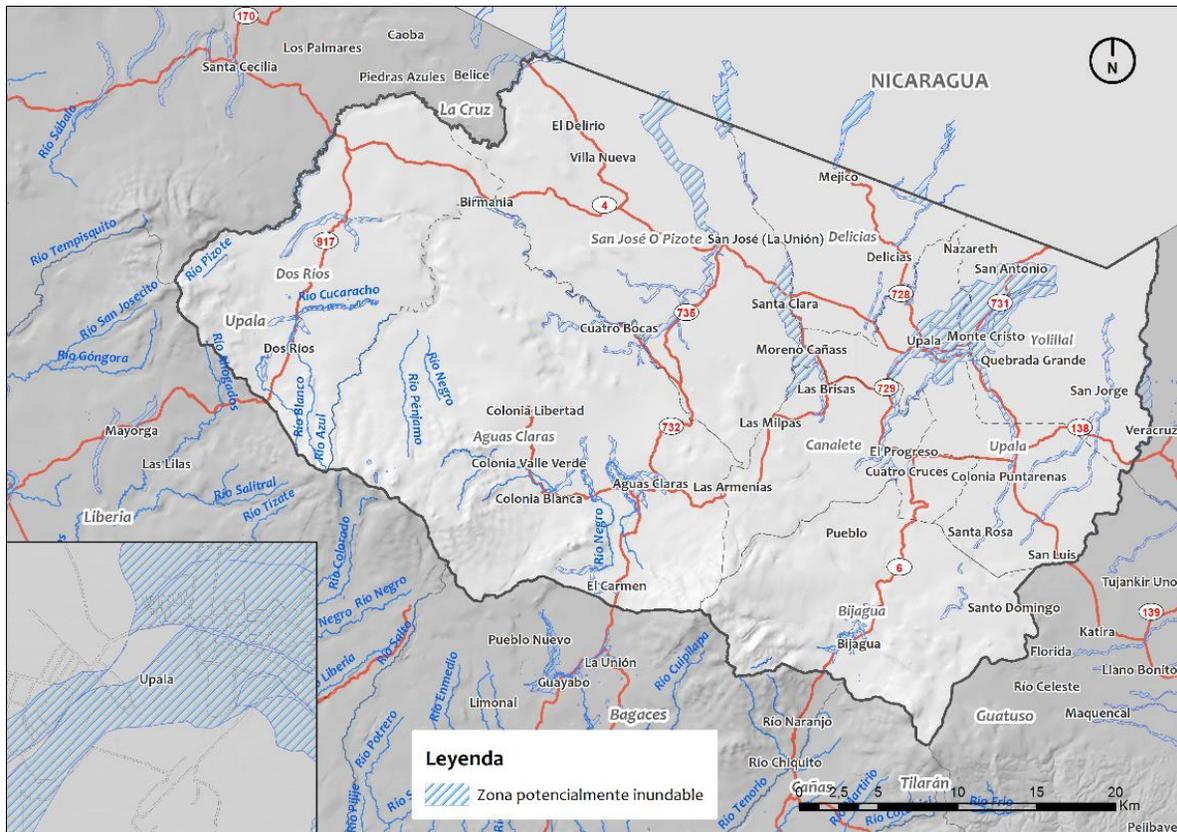
## 4.3 Amenazas a considerar

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 Upala, que son: inundaciones, deslizamientos, sequías, olas de calor.

**Figura 9. Mapa de amenazas hidrometeorológicas**



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

### 4.3.1 Inundaciones

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

Como se ha comentado, el flujo de los ríos y quebradas que conforman la red fluvial son principalmente los ríos Zapote, Chimurria, Pizote, Caño Negro y Guacalito. Algunos de estos han disminuido el período de recurrencia de inundaciones se debió a la ocupación de planicies de inundación como consecuencia de un desarrollo urbano carente de planificación, así como 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 se reduce la capacidad de la sección hidráulica y los flujos no siguen su cauce natural, provocando desbordamientos de ríos y quebradas.

---

Las zonas o barrios más afectados por las inundaciones de ríos y quebradas del cantón son Upala Centro, Canalete, Rosario, Montecristo, San Judas, San Isidro, Santo Domingo, Chimurria Arriba, Abajo, Colonia Puntarenas, San José, Cuatro Bocas, Porvenir, San Jorge, Las Brisas, Santa Clara y Moreno Cañas. En términos más generales, el índice de riesgo ante este tipo de eventos se localiza principalmente en la zona sur y este del cantón, en los distritos de Dos Ríos, Bijagua, Aguas Claras y Upala (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2021c).

#### **4.3.2 Deslizamientos**

Pueden deberse a períodos de fuertes lluvias e influyen de forma directa las características topográficas y geológicas del cantón, que hacen que este sea vulnerable a procesos de inestabilidad de suelos. Especialmente en las zonas donde se han hecho cortes de carretera o rellenos poco compactos.

#### **4.3.3 Sequías**

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

El riesgo se concentra de manera más notable en los distritos de San José, Delicias y Yolillal, aunque cabe destacar que se trata de uno de los cantones que se ve más afectado por diferentes grados de déficit hídrico (Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2021c).

#### **4.3.4 Olas de calor**

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

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

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

## 4.4 Categorización de la peligrosidad

Con este apartado se completa la construcción de los mapas de peligrosidad bajo los diferentes escenarios de cambio climático para cada una de las cuatro amenazas identificadas (inundaciones, deslizamientos, sequías y olas de calor), que se encuentran 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, todos los porcentajes de cambio están por debajo del 10% con ambos escenarios climáticos y periodos temporales, por lo que el cambio en el número de días lluviosos es muy bajo, según los rangos establecidos en la Tabla 30.

**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	0,39 %	0,27 %	0,12 %	0,66 %
		2060	-0,94 %	0,18 %	-1,12 %	-0,76 %
	RCP8.5	2030	8,38 %	0,64 %	7,74 %	9,01 %
		2060	4,32 %	0,44 %	3,88 %	4,76 %

Fuente: IDOM-CPSU (2021)

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

#### 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.

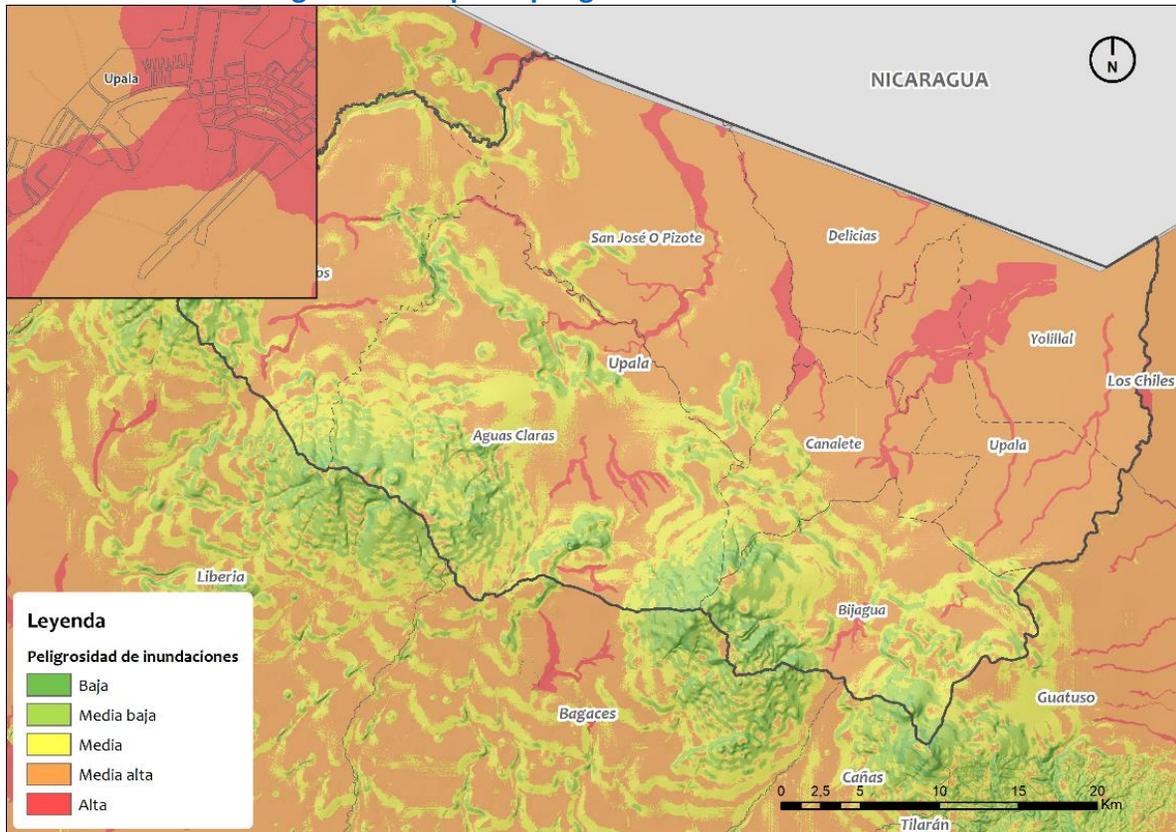
Por otro lado, se ha procedido a la generación de un mapa de peligrosidad, obtenido a partir del mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más bajas y asociadas a valles y depresiones son las que presentan una mayor susceptibilidad a anegamientos o desbordamiento de los cauces.

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 puede ver en la Figura 10 , las zonas con menor peligro de inundación corresponden con las cotas más altas (superiores al 25%), que en el caso de Upala se encuentran en la zona sur principalmente.

**Figura 10. Mapa de peligrosidad de inundaciones**



Fuente: IDOM-CPSU (2021)

### **Peligrosidad futura a inundaciones**

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

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

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

En este sentido, en Upala, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8, el incremento de la peligrosidad es bajo para los RCP 4.5, 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 actual en la zona ha consistido en la realización de dos análisis. Por un lado, se ha considerado el mapa de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) donde se zonifica las áreas potencialmente susceptibles a deslizamientos en el cantón.

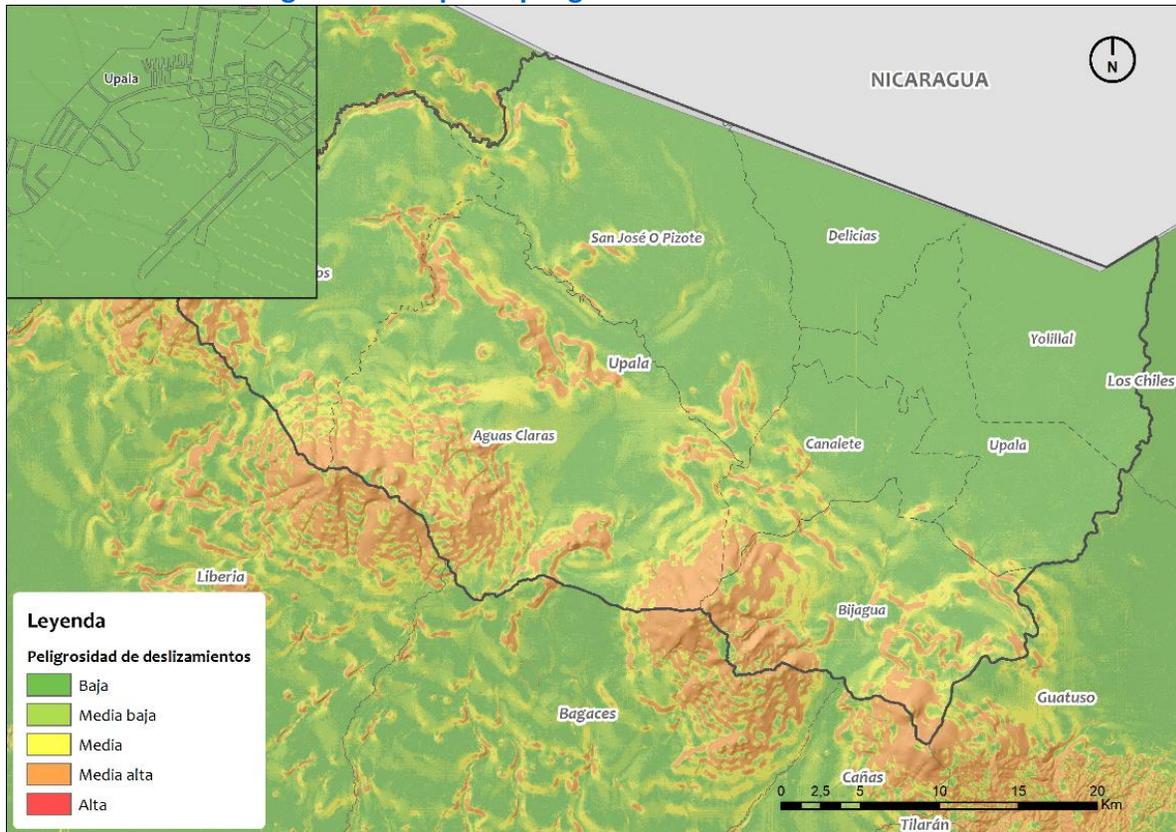
Actualmente no existe un mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Costa Rica, por lo que, para el segundo análisis, se ha optado por una simplificación de la susceptibilidad a través de un mapa de pendientes. Así, las zonas con pendientes más altas y asociadas zonas escarpadas son las que presentan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

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. Mapa de peligrosidad de deslizamientos) refleja la misma realidad, y es que de nuevo la mitad norte fronteriza con Nicaragua y los cantones de Los Chiles y Guatuso al este y el cantón de La Cruz al oeste, presenta una peligrosidad baja ante eventos de deslizamientos. Los distritos del sur que limitan con los cantones de Liberia, Bagaces y Cañas son los que muestran un nivel de peligrosidad más alto al coincidir con las zonas más abruptas del cantón.

**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 Upala, de acuerdo con los porcentajes de cambio definidos en la Tabla 8 y los rangos establecidos en la Tabla 36, el incremento de la peligrosidad es bajo para el RCP 4.5 por lo que no hay una modificación de los mapas generados para la peligrosidad actual. Sin embargo, aunque se indica que 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.

#### Peligrosidad actual a sequía

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

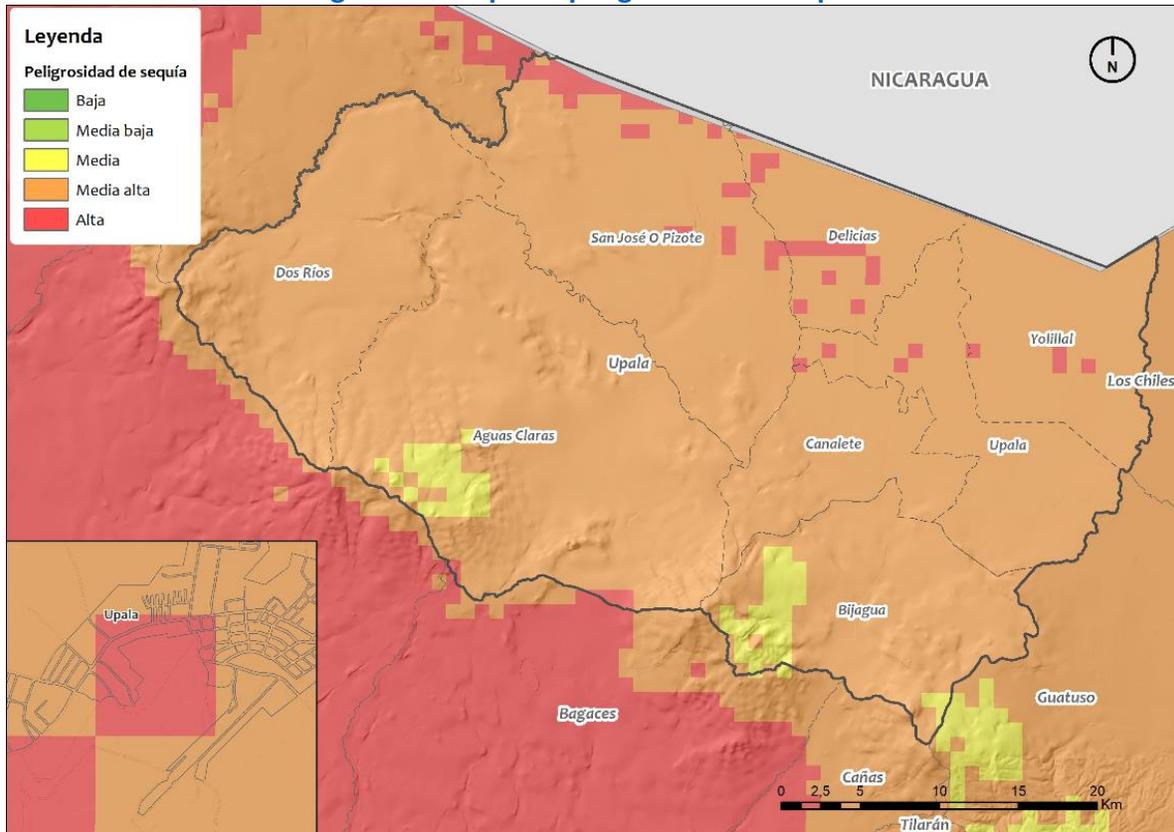
El nivel de amenaza asociado a estos porcentajes de cambio se observa en la Figura 12. Mapa de peligrosidad de sequías donde la mayor parte del cantón tiene un nivel de peligrosidad medio alto en relación con la experimentación de eventos de sequía.

Solo hay algunas partes en Aguas Claras y Bijagua, que coinciden con tierras altas, donde el nivel es algo inferior (peligrosidad media).

---

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

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 es menor al 25% en todos los escenarios y horizontes temporales, por lo que existe un muy ligero aumento en el número de días secos consecutivos con respecto al período de referencia.

**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	1,16 %	0,59 %	0,57 %	1,75 %
		2060	0,79 %	1,32 %	-0,53 %	2,12 %
	RCP8.5	2030	4,20 %	0,32 %	3,88 %	4,51 %
		2060	6,66 %	0,13 %	6,53 %	6,80 %

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. En Upala, 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 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).

<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.

### 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** se refieren a todos aquellos elementos que pueden verse expuestos de forma potencial por las distintas amenazas que presenta este territorio, que se han descrito en el apartado 4.1. En este caso, se han agrupado por los sectores: población, hábitat urbano, sector primario, infraestructuras, equipamientos y áreas protegidas.

**Tabla 10. Receptores sensibles**

Sector	Receptor	Descripción
Población	Población	Perfil de población vulnerable
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Condiciones de vida relacionadas con las edificaciones
Sector primario	Agrícola	Producción agrícola
	Pecuario	Producción ganadera
Infraestructuras	Aeródromo	Aeródromo
	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 las amenazas en relación con los receptores.

#### 4.5.1 Lluvias intensas

Las lluvias intensas pueden convertirse en el factor desencadenante de distintas amenazas, como es el caso de las **inundaciones o los deslizamientos de tierra**. En este apartado se van a comentar en detalle las cadenas de impacto de cada una de estas, 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 generar 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 las inundaciones, 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 <b>daño personal</b>
		Enfermedades por vectores Posible aumento de las migraciones
Hábitat urbano	Hábitat urbano	Daños estructurales a edificaciones y viviendas. Anegamientos Pérdida de bienes materiales
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de cosechas por fuertes lluvias
	Pecuario	Posible pérdida de cabezas de ganado
		Pérdida de productividad de leche Posible desabastecimiento de alimentos para el ganado derivados de la agricultura
Infraestructuras	Aeródromo Vías Puentes	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad
		Afectación a la parte perimetral del aeródromo
		Socavación de puentes
		Posible corte en la circulación y operatividad, especialmente en zonas rurales
Equipamientos	Educación	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Salud	Evacuación del hospital de Upala por anegamiento. Interrupción en su servicio
	Recurso hídrico	Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento

Sector	Receptor	Potenciales impactos
		Afectación a pasos elevados de conducción de agua
		Pérdida de productividad de las centrales hidroeléctricas
		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 fenómenos que pueden darse, asociados a los **deslizamientos**, pueden ser la destrucción de viviendas y daños físicos sobre la población y los cultivos, destrucción de carreteras y caminos, generación de avalanchas de lodo o daños a infraestructuras básicas como los puentes.

En este sentido, los poblados que se estiman más vulnerables son los próximos a los cauces de los ríos, en línea similar a los mencionados por riesgo de inundación al inicio de este apartado.

**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
Infraestructuras	Aeródromo Vías Puentes	Daños estructurales sobre edificaciones
Equipamientos	Educación	Posibles daños físicos a la infraestructura de movilidad
	Salud	Posibles daños en las edificaciones educativas e interrupción del servicio
	Recurso hídrico	Posibles daños en las edificaciones sanitarias e interrupción del servicio
		Posible saturación de la infraestructura de drenaje y abastecimiento
		Afectación de nacientes de acueductos por deslizamientos

Sector	Receptor	Potenciales impactos
		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 asociados al clima que ha sufrido este cantón, en relación con las lluvias intensas, han tenido consecuencias cuantificables basadas en pérdidas económicas. Esta información está recogida en la base de datos de pérdidas ocasionadas por fenómenos naturales de MIDEPLAN que lleva actualizando esta desde el año 1988.

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

Tipo de evento	Daños (\$)					
	Vivienda	Agropecuario	Vías	Puentes	Educación	TOTAL
Deslizamiento	-	-	324.380,79	-	-	324.380,79
Aumento de caudal	-	-	-	3.123.596,31	-	3.123.596,30
Inundación	3.069.973,43	43.489,74	-	-	-	3.113.463,20
-	5.878.355,06	28.180.265,74	21.216.420,10	24.385.255,28	1.309.753,55	80.970.050,00
<b>TOTAL</b>	<b>8.948.328,50</b>	<b>28.223.755,00</b>	<b>21.540.801,00</b>	<b>27.508.851,59</b>	<b>1.309.753,60</b>	<b>87.531.490</b>

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

La estimación total de los daños derivados de los eventos sucedidos en este cantón supera los **ochenta y siete millones de dólares (USD)**. Cabe señalar que las mayores cifras se dan en eventos que no se incluyen en ninguna categoría (-), seguidos de las inundaciones y los daños por aumentos del caudal. En cuanto a los receptores, los impactos sobre los cultivos y explotaciones ganaderas (agropecuario), vías y puentes son los más notables, estando todos ellos por encima de los veinte millones de dólares (USD).

#### 4.5.2 Déficit de lluvias

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

El sector primario, donde predominan las explotaciones de ganado vacuno y el cultivo de arroz o frijol, representa uno de los motores socioeconómicos de Upala junto al sector terciario. Este se podría ver afectado por la limitación de los recursos hídricos de forma determinante, con graves consecuencias sobre el conjunto del cantón.

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

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

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

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

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Sector primario	Agrícola	Posible pérdida de áreas de cultivo
		Pérdida de productividad agrícola por limitaciones con el abastecimiento de agua
		Posible impacto económico por limitaciones en abastecimiento de agua para riego
		Expansión de frontera agrícola e invasión de zonas naturales
	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
		Pérdida de alimentación para el ganado derivado de los cultivos
Áreas protegidas	Humedales Áreas naturales	Aumento de enfermedades en el ganado
		Sobreexplotación de agua subterránea
Áreas protegidas	Humedales Áreas naturales	Posibles cambios en la distribución de hábitats y especies por alteración de las condiciones ecológicas
		Reducción del volumen de zonas húmedas

Sector	Receptor	Potenciales impactos
		Afección por aumento de incendios o baja disponibilidad de agua
		Incremento de la susceptibilidad de incendios en la zona norte
		Generación de suelos desnudos y estériles
		Posible disminución de los servicios ecosistémicos

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

Respecto a lo eventos o desastres asociados al clima ocurridos en Upala en relación con las sequías, MIDEPLAN incluye el fenómeno de El Niño del período 1997-1998 (ENOS), que en esta esa ocasión fue uno de los más devastadores en toda América Latina. En el caso de Costa Rica, que ya venía de una situación donde las precipitaciones habían descendido en el período de lluvias, este fenómeno propició la continuación e intensificación de la sequía, que lógicamente tuvo repercusiones en todos los elementos de la sociedad (Organización Panamericana de la Salud, 2000). Además de en esta ocasión, también hubo un período de sequía en el año 2007 que también afectó a los cantones de Guatuso, Los Chiles y San Carlos.

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

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

Tipo de evento	Daños (\$)	
	Agropecuario	TOTAL
Sequía	2.027.497,79	<b>2.027.497,79</b>
<b>TOTAL-</b>	<b>2.027.497,79</b>	<b>2.027.497,79</b>

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

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

#### 4.5.3 Altas temperaturas

Las **olas de calor** vienen propiciadas por períodos de altas temperaturas. El efecto más destacado que se puede atribuir a estas corresponde con la salud de la población. Estas pueden provocar estrés cardiovascular (O'Neill & Ebi, 2009) o afecciones al sistema

nervioso y problemas respiratorios (Deschenes, 2014) por ejemplo. Esto tiene una traducción en forma de incremento de la tasa de morbilidad y mortalidad de la población.

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

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

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

Sector	Receptor	Potenciales impactos
Población	Población	Posible aumento de la mortalidad y movilidad
		Posibles afecciones sobre la salud: golpes de calor, deshidratación, cáncer de piel, etc. Enfermedades renales crónicas no tradicionales.
		Afección a la población que trabaja al aire libre
		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
		Aumento fenómeno isla de calor

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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

#### 4.5.4 Equidad de género e inclusión social

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

---

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

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

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

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

Fuente: IDOM-CPSU

## 4.6 Exposición y vulnerabilidad

---

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

En las tablas siguientes se presentan los indicadores 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.

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

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

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

Sector	Receptor	Amenaza	Indicador exposición	Fuente	Indicador vulnerabilidad	Fuente	Rangos	
					Principal fuente de agua	Censo Agropecuario	Baja	Acueducto / Proyecto de riego SENARA
							Media	Otras
							Alta	Cosecha de agua / pozo / manantial / río
Infraestructuras	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	-
Áreas protegidas	Humedales	Sequías	Humedales	SINAC	Tipo de humedal	SINAC	Baja	Bajos de lodo
							Media	Pantano arbustivo / Otros
							Alta	Pantano herbáceo / manglar / lago / laguna / laguna costera / estero
	Áreas naturales	Sequías	Áreas silvestres protegidas Corredores biológicos	SINAC	Tipo de área natural en función de la susceptibilidad al riesgo de incendios	IGN SINAC	Baja	Pasto en corredor biológico / otras coberturas
							Media	Pasto en Área Silvestre Protegida
							Alta	Forestal en corredor biológico / Forestal en área silvestre protegida

Fuente: IDOM-CPSU (2021).





## 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 Perfil climático. Allí se mencionó que el riesgo climático es el resultado de la coincidencia en el espacio/tiempo de tres componentes:

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

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

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

Para categorizar espacialmente su vulnerabilidad se han definido indicadores específicos, recogidos en el anterior apartado 4.6 La capacidad adaptativa se ha tratado a escala municipal (ver apartado 0), 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).

En la Tabla 19 se muestran los resultados del análisis de riesgo en superficie o número para cada uno de los receptores establecidos y para las distintas categorías de riesgo.

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

En el caso de la población, analizada en función de la correspondencia entre UGM y edificaciones, alrededor del 89% de estas presentan un riesgo medio alto y alto; destacan los distritos de San José y Upala que a su vez se corresponden con los distritos más antagónicos entre sí en cuanto a población urbana.

Del 25% de la población que se encuentra en riesgo alto, 43% son mujeres y alrededor del 50% son vulnerables en cuanto a su edad (inferior a 18 años y superior a 65 años). En cuanto a la población considerada indígena, menos del 1% se encuentra en este nivel de riesgo. 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 receptores, la mayoría de sus elementos se ubican en la categoría de riesgo medio alto y alto, donde destaca el sector agropecuario que tiene la mayoría de las explotaciones en riesgo alto, superando el 45%. El aeródromo existente en el cantón, así como el centro de salud, se localizan en zona con riesgo medio alto. Respecto a los puentes, alrededor del 82% están en riesgo medio alto y alto, y ninguno de ellos en riesgo bajo y medio bajo. Los centros educativos también se localizan principalmente en riesgo medio

---

alto, alcanzando el 73%. Este porcentaje coincide con las ASADAS en riesgo medio alto y alto.

En las Figura 16 y Figura 17 se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados para estos escenarios climáticos y horizontes temporales.

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

En este escenario, los porcentajes de población y hábitat urbano localizados en riesgo medio alto y alto son comunes a los otros escenarios analizados. Por lo que el perfil demográfico (mujeres, población considerada indígena y grupos de edad) se mantiene igual, así como la distribución a nivel distrital.

En cuanto al resto de receptores, la mayoría también sigue las mismas proporciones que los otros escenarios. Hay diferencias con las vías, ya que mientras en los otros escenarios el porcentaje de estas en los niveles de riesgo más alto (medio alto y alto) era 85% aproximadamente; en este escenario RCP8.5 (futuro cercano), el porcentaje ha ascendido hasta casi un 91%.

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		Aeródromo		Vías		Puentes		Educación		Salud		Recurso hídrico	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº fincas	%	nº	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	27,00	0,10	27,00	0,10	3,00	0,10	0,00	0,00	1,70	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	322,00	1,24	324,00	1,24	38,00	1,28	0,00	0,00	15,33	1,53	0,00	0,00	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	medio	2.549,00	9,79	2.783,00	10,69	253,00	8,54	0,00	0,00	129,94	12,95	1,00	7,69	14,00	10,85	0,00	0,00	11,00	24,44
	medio-alto	16.510,00	63,43	19.561,00	75,15	1.330,00	44,90	1,00	100,00	769,98	76,71	8,00	61,54	94,00	72,87	1,00	100,00	28,00	62,22
	alto	6.620,00	25,43	3.333,00	12,81	1.338,00	45,17	0,00	0,00	86,81	8,65	4,00	30,77	19,00	14,73	0,00	0,00	5,00	11,11
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	27,00	0,10	27,00	0,10	3,00	0,10	0,00	0,00	1,70	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	322,00	1,24	324,00	1,24	38,00	1,28	0,00	0,00	15,33	1,53	0,00	0,00	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	medio	2.549,00	9,79	2.783,00	10,69	253,00	8,54	0,00	0,00	129,94	12,95	1,00	7,69	14,00	10,85	0,00	0,00	11,00	24,44
	medio-alto	16.510,00	63,43	19.561,00	75,15	1.330,00	44,90	1,00	100,00	769,98	76,71	8,00	61,54	94,00	72,87	1,00	100,00	28,00	62,22
	alto	6.620,00	25,43	3.333,00	12,81	1.338,00	45,17	0,00	0,00	86,81	8,65	4,00	30,77	19,00	14,73	0,00	0,00	5,00	11,11
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	27,00	0,10	27,00	0,10	3,00	0,10	0,00	0,00	1,70	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	322,00	1,24	324,00	1,24	38,00	1,28	0,00	0,00	15,33	1,53	0,00	0,00	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	medio	2.549,00	9,79	2.783,00	10,69	253,00	8,54	0,00	0,00	129,94	12,95	1,00	7,69	14,00	10,85	0,00	0,00	11,00	24,44
	medio-alto	16.510,00	63,43	19.561,00	75,15	1.330,00	44,90	1,00	100,00	769,98	76,71	8,00	61,54	94,00	72,87	1,00	100,00	28,00	62,22
	alto	6.620,00	25,43	3.333,00	12,81	1.338,00	45,17	0,00	0,00	86,81	8,65	4,00	30,77	19,00	14,73	0,00	0,00	5,00	11,11
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	21,00	0,08	21,00	0,08	3,00	0,10	0,00	0,00	1,34	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	266,00	1,02	268,00	1,03	35,00	1,18	0,00	0,00	11,42	1,14	0,00	0,00	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	medio	2.602,00	10,00	2.836,00	10,90	253,00	8,54	0,00	0,00	142,72	14,22	1,00	7,69	14,00	10,85	0,00	0,00	11,00	24,44
	medio-alto	16.502,00	63,40	19.553,00	75,12	1.333,00	45,00	1,00	100,00	818,37	81,53	8,00	61,54	94,00	72,87	1,00	100,00	28,00	62,22
	alto	6.609,00	25,39	3.322,00	12,76	1.338,00	45,17	0,00	0,00	91,76	9,14	4,00	30,77	19,00	14,73	0,00	0,00	5,00	11,11
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	27,00	0,10	27,00	0,10	3,00	0,10	0,00	0,00	1,70	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	322,00	1,24	324,00	1,24	38,00	1,28	0,00	0,00	15,33	1,53	0,00	0,00	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	medio	2.549,00	9,79	2.783,00	10,69	253,00	8,54	0,00	0,00	129,94	12,95	1,00	7,69	14,00	10,85	0,00	0,00	11,00	24,44
	medio-alto	16.510,00	63,43	19.561,00	75,15	1.330,00	44,90	1,00	100,00	769,98	76,71	8,00	61,54	94,00	72,87	1,00	100,00	28,00	62,22
	alto	6.620,00	25,43	3.333,00	12,81	1.338,00	45,17	0,00	0,00	86,81	8,65	4,00	30,77	19,00	14,73	0,00	0,00	5,00	11,11

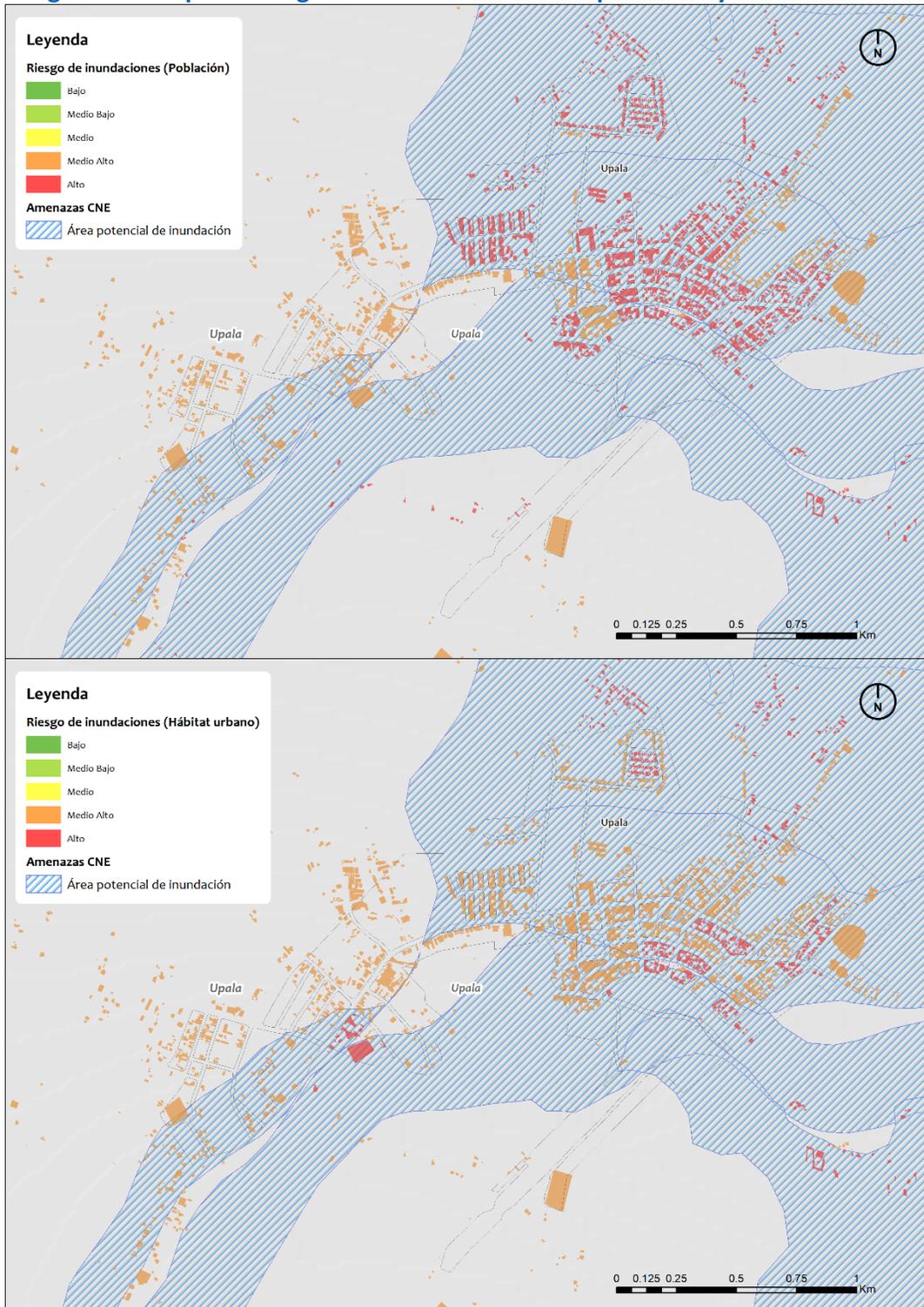
Fuente: IDOM-CPSU (2021).

---

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 el caso de riesgo de inundación de población, se puede ver que el nivel de riesgo predominante en la zona urbana de Upala es alto en los ámbitos donde coinciden con las áreas potenciales de inundación de la CNE. En la figura del hábitat urbano, este esquema se revierte, y predomina las zonas de riesgo medio alto.

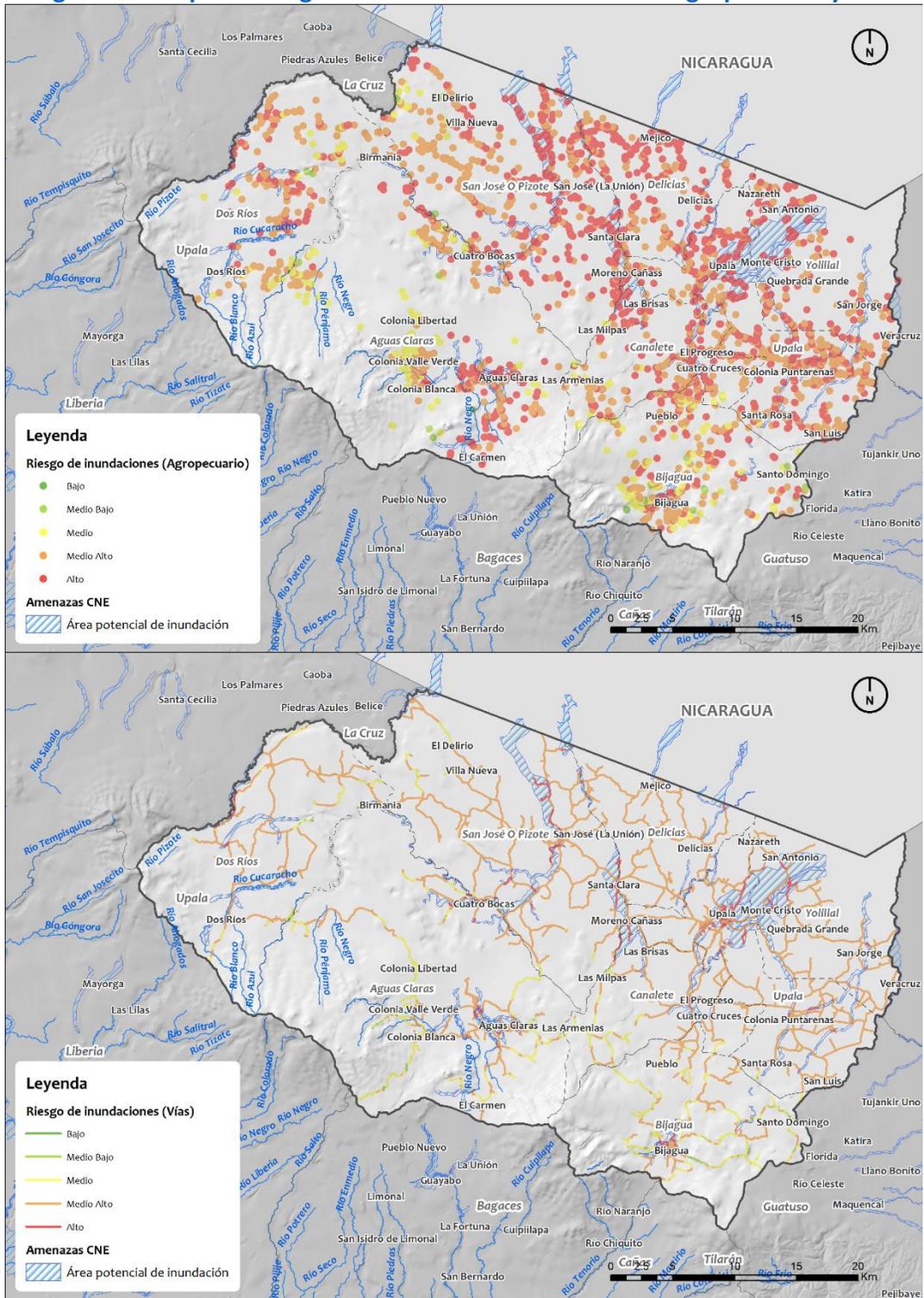
En los mapas del sector agropecuario y el viario (Figura 17), se muestra de forma gráfica una vez más lo indicado de forma detallada en la Tabla 19. Se puede ver que la mayoría de explotaciones agrícolas y ganaderas se localizan caracterizadas por niveles de riesgo medio alto y alto. En cuanto a las vías, destaca el riesgo medio alto.

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



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

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



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

## 4.7.2 Deslizamientos

En la 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 escenarios RCP 8.5 (horizonte 2051-2075):**

En el caso de la población y el hábitat urbano, alrededor del 3% se ubican en niveles de riesgo medio alto y alto. De este porcentaje, casi el 44% son mujeres y algo más del 1% a población considerada indígena. Alrededor del 45% son vulnerables en cuanto a su edad (inferior a 18 años y superior a 65 años). La implicación de esta situación, como se ha comentado en el apartado 4.5.4, es que los impactos sobre estos grupos de población toman mayor alcance dadas sus circunstancias desfavorables iniciales que solo se agravan debido a las consecuencias del cambio climático.

A nivel distrital, los distritos de Bijagua y Upala son los que mayor población aportan a ese total cantonal, seguidos de Aguas Claras, San José, Yolillal y Dos Ríos. Cabe destacar que en este último no hay población en zonas categorizadas como riesgo alto.

La distribución por las distintas zonas de riesgo de deslizamiento del resto de receptores, no sigue ningún patrón. Ninguno de los aeródromos ni centros de salud se encuentran en zonas de riesgo medio alto y alto. Tampoco ninguna ASADA ni centro educativo en nivel alto. Algo más del 3% de las vías están en los niveles de riesgo más alto, aunque el 69% de estas se ubican en zonas de riesgo bajo. Respecto a los puentes, alrededor del 46% están en riesgo muy alto y alto.

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

En este escenario, los porcentajes de población y hábitat urbano difieren muy ligeramente en los niveles de riesgo más alto y algo más en los niveles medios y bajo de riesgo. De este modo, mientras que en los otros escenarios analizados, el 57% de la población se encuentra en riesgo bajo; en este escenario RCP8.5 (futuro cercano), se reduce hasta algo más del 42%. Sucede lo mismo con los niveles de riesgo medio bajo (pasa de 32% a 43%) y riesgo medio (pasa de 7% a 11%).

El perfil demográfico (porcentaje de mujeres, población considerada indígena y grupos de edad) se mantiene igual, dado que la proporción de población en zonas de riesgo medio alto y alto es la misma. De igual modo sucede con la distribución distrital.

Respecto al resto de receptores, no hay cambios en los niveles de riesgo medio alto y alto, por lo que se conservan los mismos datos que en los otros escenarios analizados.

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

Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano		Aeródromo		Vías		Puentes		Educación		Salud		Recurso hídrico	
		nº edificios	%	nº edificios	%	nº	%	km	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005	bajo	14.905,00	57,36	16.768,00	64,53	1,00	100,00	692,10	68,95	4,00	30,77	95,00	73,64	1,00	100,00	23,00	51,11
	medio-bajo	8.373,00	32,22	7.105,00	27,34	0,00	0,00	226,62	22,58	3,00	23,08	25,00	19,38	0,00	0,00	17,00	37,78
	medio	1.832,00	7,05	1.309,00	5,04	0,00	0,00	53,18	5,30	0,00	0,00	7,00	5,43	0,00	0,00	4,00	8,89
	medio-alto	609,00	2,34	664,00	2,56	0,00	0,00	22,65	2,26	2,00	15,38	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	alto	267,00	1,03	140,00	0,54	0,00	0,00	9,21	0,92	4,00	30,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045	bajo	14.905,00	57,36	16.768,00	64,53	1,00	100,00	692,10	68,95	4,00	30,77	95,00	73,64	1,00	100,00	23,00	51,11
	medio-bajo	8.373,00	32,22	7.105,00	27,34	0,00	0,00	226,62	22,58	3,00	23,08	25,00	19,38	0,00	0,00	17,00	37,78
	medio	1.832,00	7,05	1.309,00	5,04	0,00	0,00	53,18	5,30	0,00	0,00	7,00	5,43	0,00	0,00	4,00	8,89
	medio-alto	609,00	2,34	664,00	2,56	0,00	0,00	22,65	2,26	2,00	15,38	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	alto	267,00	1,03	140,00	0,54	0,00	0,00	9,21	0,92	4,00	30,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2045-2075	bajo	14.905,00	57,36	16.768,00	64,53	1,00	100,00	692,10	68,95	4,00	30,77	95,00	73,64	1,00	100,00	23,00	51,11
	medio-bajo	8.373,00	32,22	7.105,00	27,34	0,00	0,00	226,62	22,58	3,00	23,08	25,00	19,38	0,00	0,00	17,00	37,78
	medio	1.832,00	7,05	1.309,00	5,04	0,00	0,00	53,18	5,30	0,00	0,00	7,00	5,43	0,00	0,00	4,00	8,89
	medio-alto	609,00	2,34	664,00	2,56	0,00	0,00	22,65	2,26	2,00	15,38	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	alto	267,00	1,03	140,00	0,54	0,00	0,00	9,21	0,92	4,00	30,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045	bajo	11.060,00	42,56	12.759,00	49,10	1,00	100,00	545,51	54,35	4,00	30,77	67,00	51,94	1,00	100,00	18,00	40,00
	medio-bajo	11.285,00	43,43	10.339,00	39,79	0,00	0,00	231,88	23,10	3,00	23,08	53,00	41,09	0,00	0,00	21,00	46,67
	medio	2.766,00	10,64	2.089,00	8,04	0,00	0,00	248,24	24,73	0,00	0,00	7,00	5,43	0,00	0,00	5,00	11,11
	medio-alto	622,00	2,39	673,00	2,59	0,00	0,00	23,12	2,30	2,00	15,38	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	alto	267,00	1,03	140,00	0,54	0,00	0,00	9,21	0,92	4,00	30,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2045-2075	bajo	14.905,00	57,36	16.768,00	64,53	1,00	100,00	692,10	68,95	4,00	30,77	95,00	73,64	1,00	100,00	23,00	51,11
	medio-bajo	8.373,00	32,22	7.105,00	27,34	0,00	0,00	226,62	22,58	3,00	23,08	25,00	19,38	0,00	0,00	17,00	37,78
	medio	1.832,00	7,05	1.309,00	5,04	0,00	0,00	53,18	5,30	0,00	0,00	7,00	5,43	0,00	0,00	4,00	8,89
	medio-alto	609,00	2,34	664,00	2,56	0,00	0,00	22,65	2,26	2,00	15,38	2,00	1,55	0,00	0,00	1,00	2,22
	alto	267,00	1,03	140,00	0,54	0,00	0,00	9,21	0,92	4,00	30,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

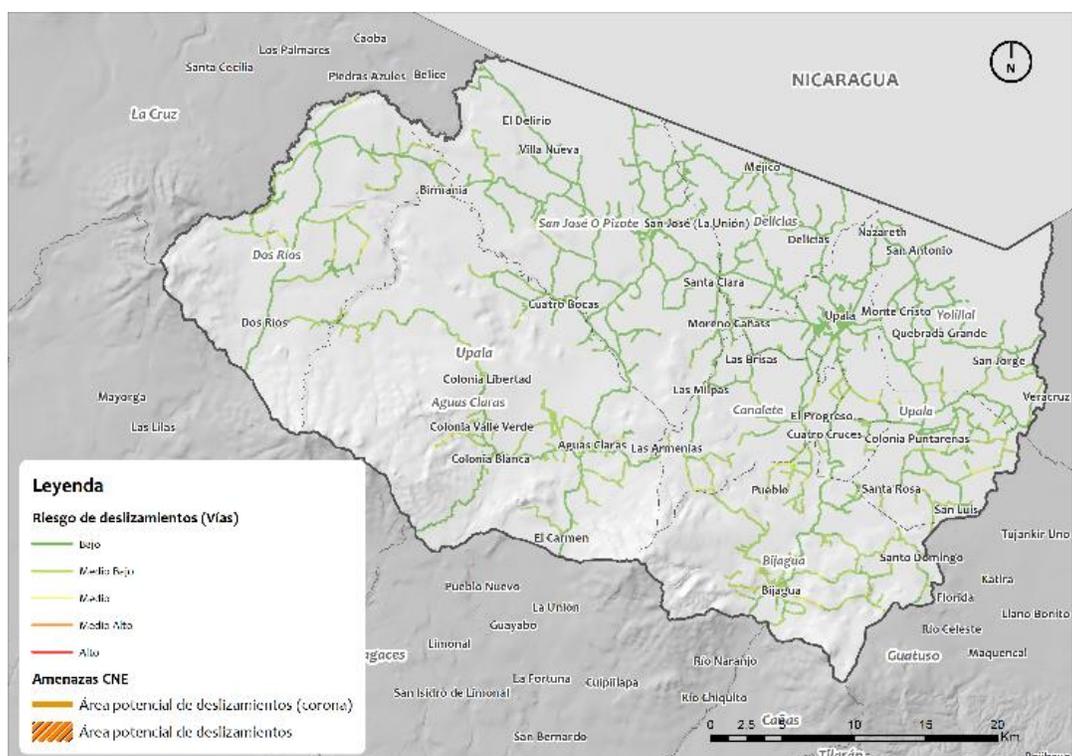
---

En las siguientes figuras (Figura 18) 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.

Como se puede ver en ellas, la mayoría de población y edificaciones se encuentran en nivel bajo, excepto las que coinciden con las áreas potenciales de deslizamientos definidas por la CNE, donde los colores son naranjas y rojos principalmente (niveles de riesgo medio alto y alto). Por el contrario, las vías, se encuentran en su mayoría en zonas de riesgo bajo.

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





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.

Este riesgo afecta de forma notable a los tres receptores analizados, puesto que todos ellos se encuentran en riesgo medio alto y alto. Cabe destacar los humedales, puesto que más del 93% de los existentes en Upala están en zonas con riesgo alto.

Relacionado con el sector agropecuario, de las casi 47% explotaciones en riesgo alto, 708 están dedicadas al ganado vacuno, 332 al cultivo de frijol y 119 al arroz. Siendo estas las más representativas por número de explotaciones.

**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	%
Período de referencia [1990]: 1975-2005 -----	bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	medio-bajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

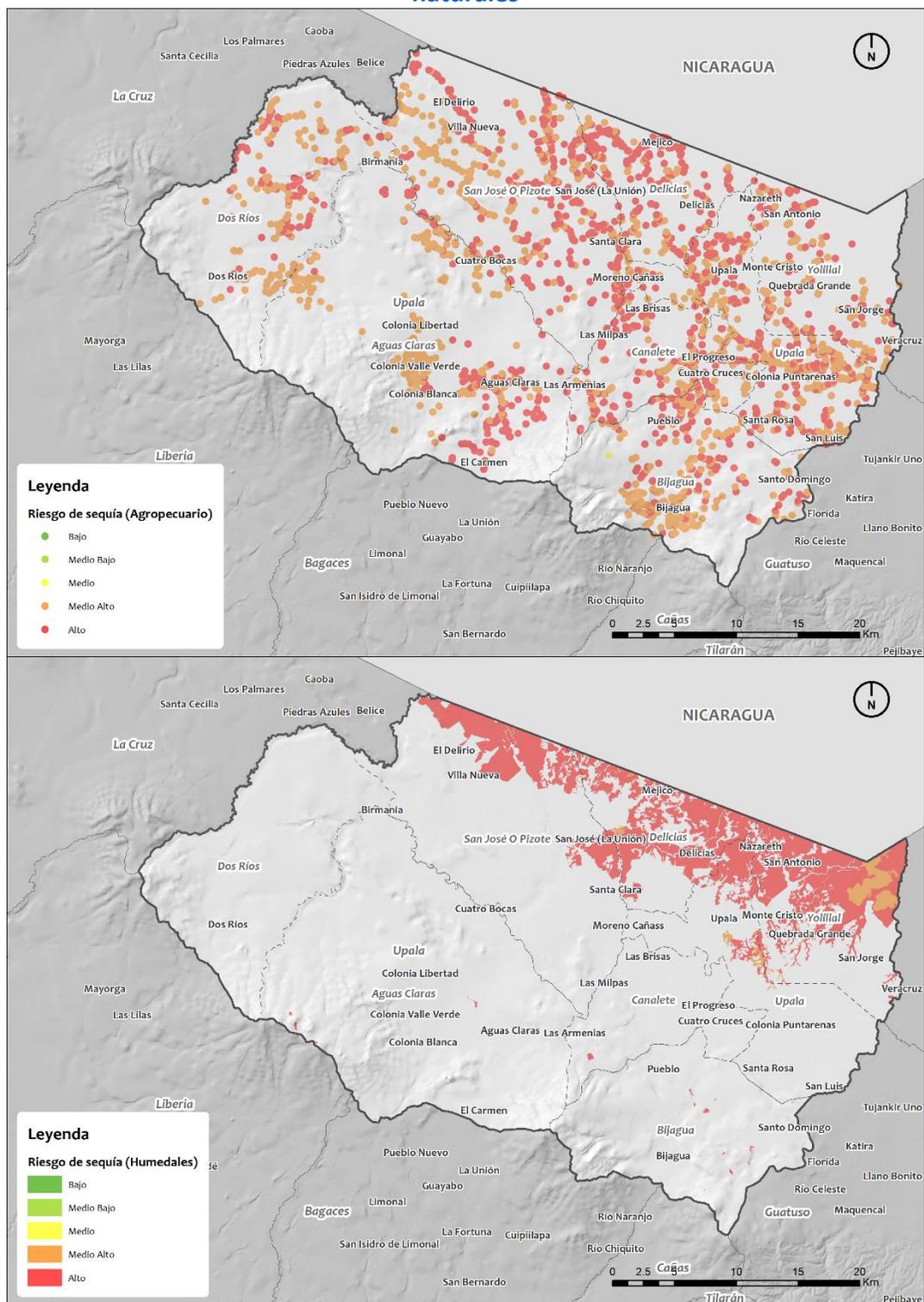
Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Agropecuario		Humedales		Áreas naturales	
		nº fincas	%	ha	%	ha	%
Escenario RCP 4.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	medio	2,00	0,07	0,00	0,00	321,22	0,35
	medio-alto	1.573,00	53,11	1.115,18	6,54	50.093,44	53,84
Escenario RCP 8.5 Horizonte 2015-2045/2045-2075	alto	1.387,00	46,83	15.944,17	93,46	42.634,07	45,82

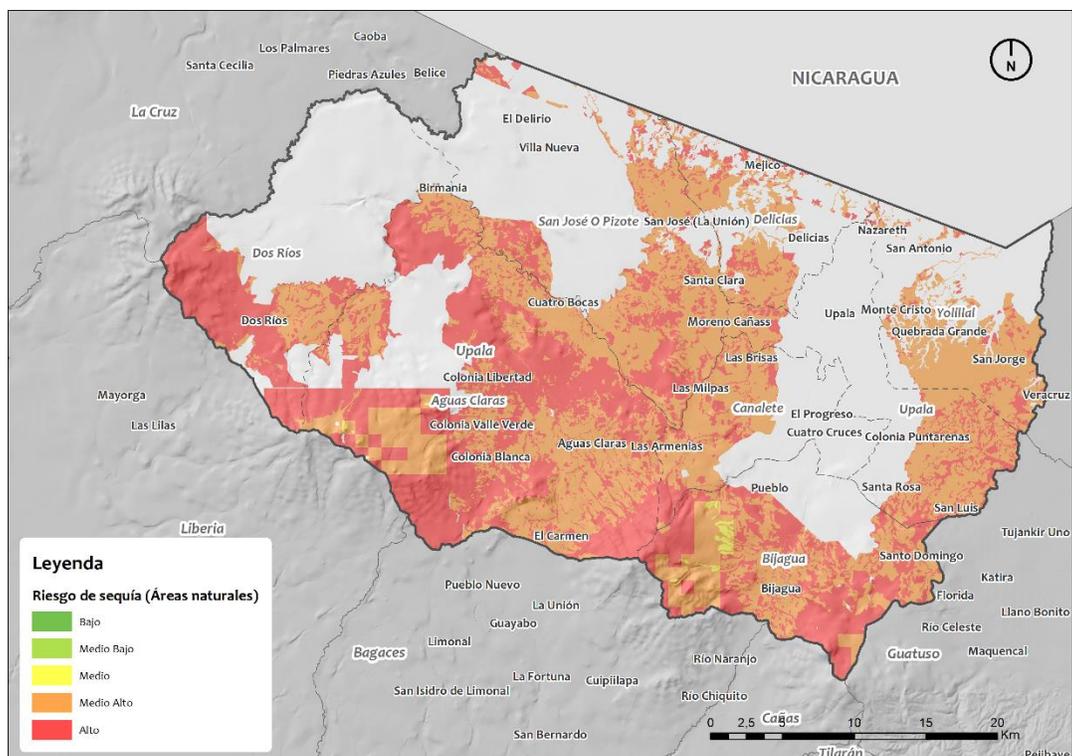
Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En las siguientes figuras (Figura 19) se representa la variabilidad del nivel de riesgo de algunos de los receptores sensibles considerados todos los escenarios climáticos y horizontes temporales, ya que en este caso los datos son comunes.

Tanto en el mapa de las explotaciones agrícolas y ganaderas como en el de los humedales, destacan los niveles de riesgo medio alto (naranja) y alto (rojo). En el caso de las áreas naturales se repite ese mosaico, aunque hay alguna zona en riesgo medio (amarillo).

Figura 19. Mapa de riesgo de sequías sobre sector agropecuario, humedales y áreas naturales





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.

En el caso de las olas de calor, sucede lo mismo que con las sequías, ya que los dos sectores analizados (población y hábitat urbano) están en su totalidad en las categorías de riesgo medio alto y alto.

Más del 83% de la población se localiza en zonas de riesgo alto, siendo un 40% de esta mujeres y aproximadamente el 50% población vulnerable debido a su edad (inferior a 18 años y superior a 65 años).

**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**

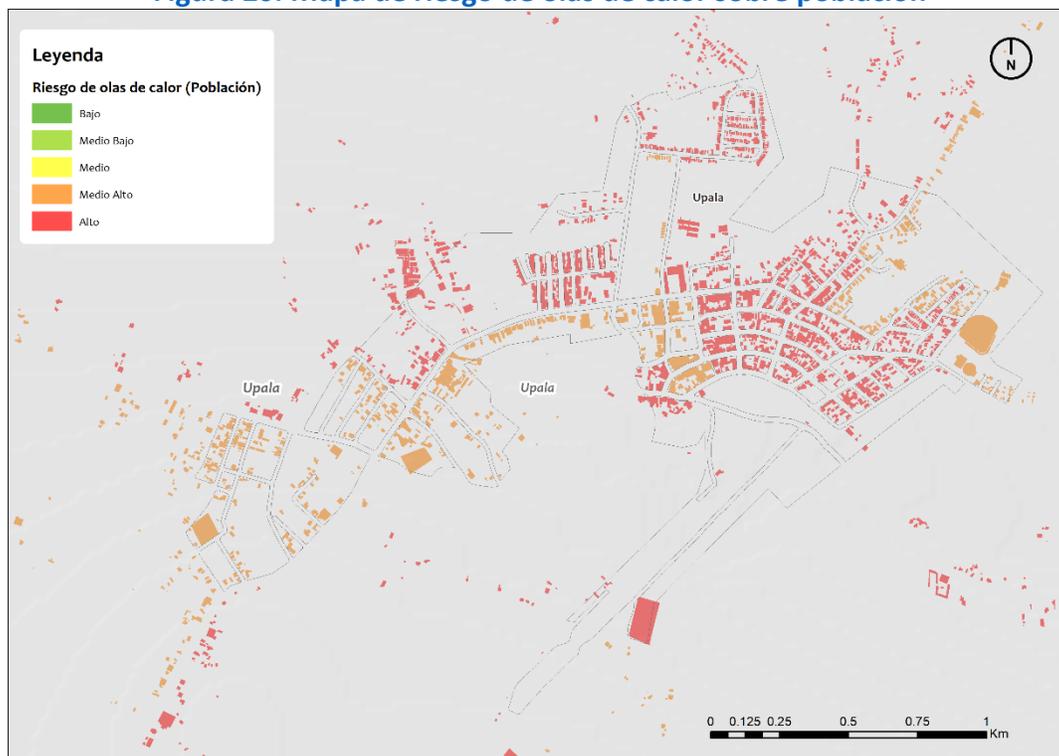
Escenario/Horizonte temporal	Categoría de riesgo	Población		Hábitat urbano	
		nº edificios	%	nº edificios	%
<b>Escenario RCP 4.5</b> <b>Horizonte</b> <b>2015-2045/2045-2075</b> <hr/> <b>Escenario RCP 8.5</b> <b>Horizonte</b> <b>2015-2045/2045-2075</b>	<b>bajo</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>medio-bajo</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>medio</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>medio-alto</b>	4.378,00	16,82	13.635,00	52,39
	<b>alto</b>	21.650,00	83,18	12.393,00	47,61

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

En la Figura 20 se representa la variabilidad del nivel de riesgo de los receptores sensibles considerados para analizar el riesgo a las olas de calor. Los datos son comunes a los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5, y en todos sus horizontes temporales.

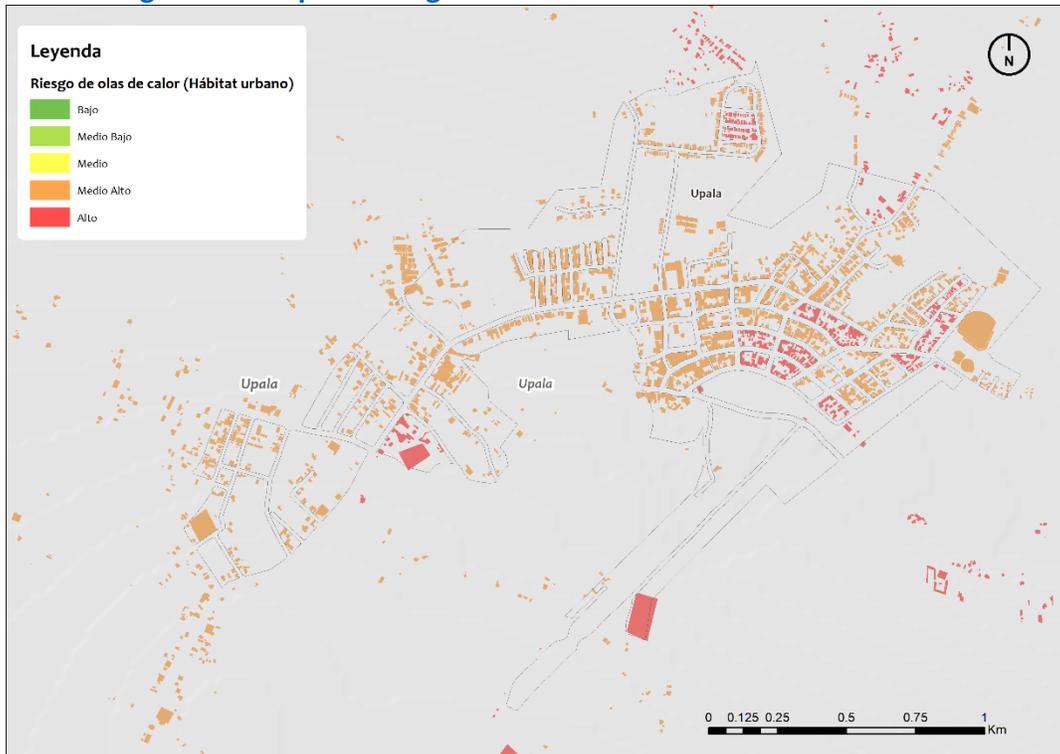
Como se puede ver, en las zonas urbanas del cantón de Upala, donde las olas de calor tendrán más impacto como ya se ha ido comentando a lo largo del presente documento, el color rojo (nivel alto) destaca en el sector de población y el color naranja (nivel medio alto) en el de hábitat urbano.

Figura 20. Mapa de riesgo de olas de calor sobre población



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

**Figura 21. Mapa de riesgo de olas de calor sobre 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.

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

Este punto se ha completado en base al Índice de Desarrollo Social (IDS) y el Índice de Competitividad Cantonal (ICC), ya que miden el resultado de las decisiones empresariales, familiares y del gobierno y pueden definir el perfil del cantón desde la perspectiva de la capacidad adaptativa. También resulta de interés resaltar en este punto el Índice de Desarrollo Humano Cantonal (IDH), que se compone de la esperanza de vida al nacer, los años esperados y promedio de escolaridad, y el consumo eléctrico per cápita.

---

El IDS de Upala en el año 2017 tiene una puntuación de 46,6, lo que refleja que tiene un bajo nivel de desarrollo humano. Responde a que los habitantes tienen poca capacidad para solventar las necesidades básicas, acorde con los datos de MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2013). En cuanto al IDH, este tiene un valor de 0,753, lo que sitúa al cantón de Upala en la posición 68 de un total de 81 cantones de Costa Rica, según el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal 2020<sup>7</sup>. Al igual que el IDS, indica que se encuentra en una posición baja.

En cuanto al ICC, estimado como muy bajo al encontrarse en una posición 79 respecto al resto de cantones, se ha diferenciado por las dimensiones que lo componen (Universidad de Costa Rica, 2017):

- **Pilar económico**

La valoración del pilar económico es muy baja, ya que se encuentra en una posición 60. Las variables analizadas que lo motivan son los egresos municipales per cápita o los m<sup>2</sup> construidos por km<sup>2</sup>. Por otro lado, algo mejor posicionadas, se encuentran las exportaciones totales por trabajador y la tasa de crecimiento del consumo eléctrico.

- **Pilar gobierno**

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

Su valoración es la más alta en relación con el resto de los pilares analizados. Cabe señalar de forma positiva la participación en elecciones municipales.

- **Pilar infraestructura**

En relación con las infraestructuras, presenta un desequilibrio entre las viviendas con acceso a agua potable y las que tienen electricidad y/o internet; siendo estos últimos menos comunes en las viviendas del cantón. El acceso a estos servicios básicos en ningún caso es total en el cantón.

- **Pilar clima empresarial y laboral**

Aunque el cómputo es muy bajo, existen factores que se posicionan por encima de otros como la tasa de crecimiento del empleo formal. Cabe destacar que el clima laboral concretamente ocupa una posición 79, lo que supone uno de los últimos puestos respecto al resto de cantones.

- **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, todas las variables se localizan en puestos muy bajos respecto al resto de cantones. A saber, concentración de las exportaciones en

---

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

---

alta tecnología, porcentaje de escuelas con Internet o matrículas terciarias en ciencias y tecnología.

- **Pilar calidad de vida**

Esta dimensión aglutina cuestiones relacionadas con la posición ambiental de la municipalidad, la tasa de mortalidad por distintas razones, las opciones de ocio o la seguridad. Cabe destacar, que el esfuerzo municipal en mitigación ambiental tiene una puntuación de 59 puntos, lo que señala que hay mucho por mejorar, ya que se encuentra entre los últimos cantones a este respecto. Por el contrario, algo mejor posicionado se encuentra en relación con la tasa de mortalidad por infecciones.

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

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

## 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: (Gobierno de Costa Rica, 2018).

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

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

Específicamente en términos de adaptación, además de establecer que para 2022 ya haya sido formulado, aprobado e iniciada la implementación del Plan de Acción de la PNACC (Plan Nacional de Adaptación), la NDC 2020 establece una serie de lineamientos a 2030 y metas intermedias concretas. De todas estas propuestas, procede mencionar explícitamente aquellas relacionados con el objetivo del presente informe. De este análisis procede poner de manifiesto en primer lugar como, dos años después de la remisión de la NDC a la Comisión Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), se registra un muy adecuado grado de avance en las metas de corto plazo establecidas. Por otro lado, destaca cómo el documento da prioridad tanto a la adaptación

---

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

Procede cerrar este epígrafe haciendo mención 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 municipal en materia de adaptación climática se ha generado una matriz de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO), herramienta efectiva para facilitar la identificación de lineamientos estratégicos clave.

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

Tal y como muestra la 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
<b>Debilidades</b>	D1																			
	D2																			
	D3																			
	.....																			
	.....																			
	Dn																			
<b>Fortalezas</b>	F1																			
	F2																			
	F3																			
	.....																			
	.....																			
	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 conciencia ambiental de la población y niveles de pobreza y desigualdad muy altos. Igualmente, existe una falta de información y capacitación técnica y ambiental.

Desde la perspectiva económica hay falta de recursos para proyectos y falta de oportunidades de empleo.

Por último, a nivel político se destaca la falta de compromiso del gobierno local y nacional.

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

Una de las principales amenazas identificadas es el asentamiento en zonas vulnerables y la falta de conocimiento sobre la vulnerabilidad del territorio. A nivel técnico, se destaca la falta de transversalidad de los temas ambientales o la falta de regulación del territorio.

Desde la perspectiva económica una amenaza latente es la falta de incentivos del gobierno para promover la reforestación así como la falta de recursos. Por último, los cambios

---

políticos y la falta de cumplimiento de la legislación también se consideran amenazas desde el punto de vista de políticas.

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

Las principales fortalezas del cantón se enfocan en la educación ambiental y la organización comunal, entre otras. A nivel técnico, en el cantón se cuenta con personal capacitado y con estudios sobre las amenazas y memoria histórica en cuanto a efectos de desastres naturales.

Desde la perspectiva económica, se trata de un cantón con presupuesto dispuesto para adaptación al cambio climático y un sector turístico fortalecido.

Por último, se pone en valor la articulación interinstitucional y los planes de estudios orientados a la formación ambiental de los estudiantes.

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

Entre las principales oportunidades identificadas se encuentra la experiencia y conocimiento en temas ambientales de otros cantones y la atracción de recursos financieros para invertir en temas sociales.

A nivel técnico se identifica como una oportunidad la aprobación del Plan Regulador y la utilización de nuevas tecnologías para la producción eficaz en armonía con la naturaleza. Desde la perspectiva económica, se debe capacitar a los emprendedores e incentivar los grupos organizados que promuevan buenas prácticas.

Por último, se plantea como una oportunidad para el cantón la articulación institucional o la carbono neutralidad.

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

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

Nombre	Organización, institución, grupo u otro
Asier Rodríguez	IDOM
Natalia Gómez	Plan A/UNEP
Jessie Vega	CPSU
Carla Quesada	CPSU
Diego Mora	Gestor ambiental, Municipalidad

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

Durante el espacio se logró la validación del plan de trabajo, así como la confirmación de la conformación del comité. En cuanto al estado de la Caja de Herramientas, el equipo municipal indicó que se encontraba avanzada.

Al conversar sobre las amenazas del cantón se señaló principalmente las inundaciones y sequías. Un elemento que se señaló de relevancia en el análisis de la información, fue el componente de migraciones puesto que Upala es un cantón fronterizo.

El equipo se comprometió a compartir información adicional y se establecieron los próximos pasos para el proceso.

La reunión técnica 2 se realizó el día 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
Maickel Rosales	MEP
Adriana	SINAC
Juan Zapata	Ministerio Salud
Jeffrey Ruiz	ESPH
Salvador Mexicano	Representante de Asada
Floribeth Ortega	SINAC
Marcela López	Ministerio Salud
Diego Mora	Gestión Ambiental Municipal
Xiomara Alfaro	Unidad Socioeducativa

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.

En el proceso de la reunión se validó la metodología a implementar, así como las amenazas a investigar. También se confirmó que Upala cuenta con una comisión ya conformada, sin embargo se discutieron instituciones que serían del interés del proyecto que estuvieran incorporadas a la comisión.

Durante la revisión de la información disponible al momento también emergieron nuevos documentos que sugieren incorporar a la información existente. A su vez sugieren dentro de los indicadores alguno vinculado a ganadería y otro vinculado a población migrante.

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

El taller 1 se realizó el miércoles 26 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
Karina Odio Lagos	ACNUR
Andrea Alvarado López	Asada Los Santos
Yamil Ruiz Valverde	ICE
Carmen Hernández	Ministerio de Salud
Estarlin Amador	Upala Agrícola S.A.
Javier Villalobos	Municipalidad de Upala
Juan Zapata	Ministerio de Salud
Diego Mora Jiménez	Municipalidad de Upala
Lizeth Morales	SC Consejo Consultivo Ciudadano de Cambio Climático
Randall Rodríguez	MEP
Mario González Torres	Asada Bijagua

Los objetivos del taller 1 fueron los siguientes:

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

Como resultados del diagnóstico, se plantearon algunos ajustes como incluir las acciones climáticas que se encuentran en desarrollo en el cantón. 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 Anexo 3. Análisis DAFO.

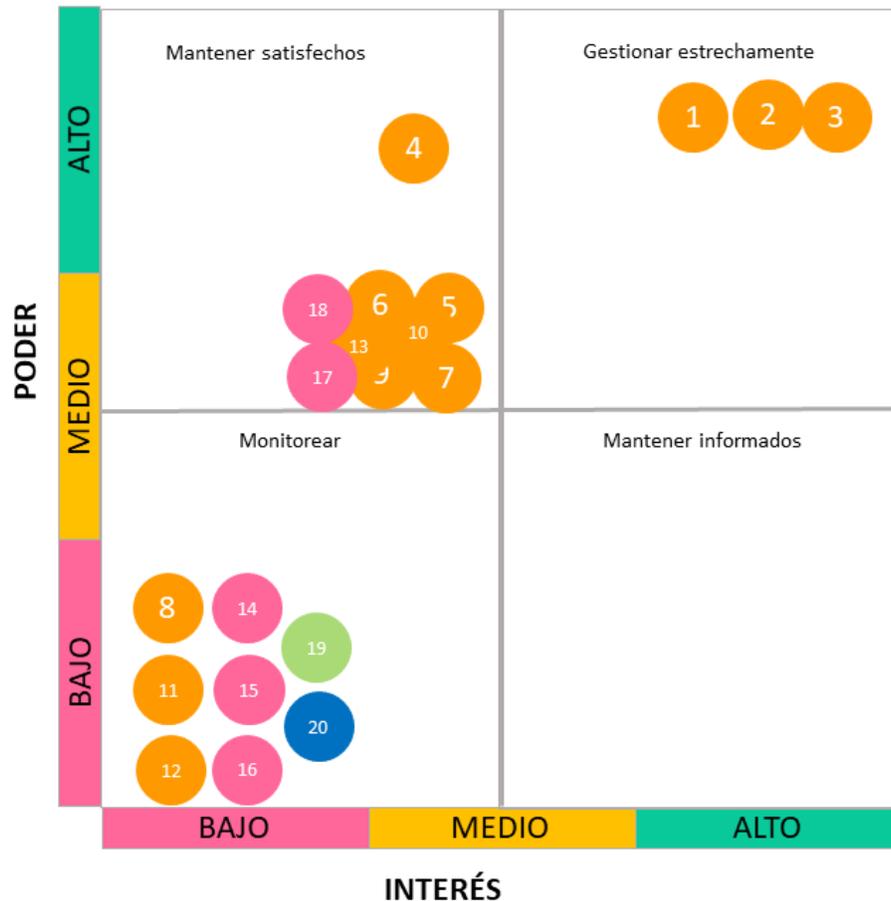
Por último, se trabajó de forma participativa en la definición de la visión, ejes estratégicos y objetivos del Plan de Acción para la Adaptación Climática, cuyos insumos se han utilizado para construir estos aspectos en gabinete y que serán presentados en su formato final en el taller 2.

## **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 22. Matriz de relevancia de actores y la Tabla 29. Relevancia de actores identificados.

**Figura 22. Matriz de relevancia de actores**



Fuente: IDOM-CPSU (2021).

**Tabla 29. Relevancia de actores identificados**

Categoría de Actor	#	Nombre	Poder	Interés
Sector Público	1	Alcaldía Municipal	1	1
Sector Público	2	Concejo Municipal	1	1
Sector Público	3	Equipo Municipal	1	1
Sector Público	4	Comité Local de Emergencias	1	2
Sector Público	5	Ministerio de Salud	2	2
Sector Público	6	Comisión Nacional de Emergencias	2	2
Sector Público	7	Ministerio de Agricultura y Ganadería	2	2

Sector Público	8	Ministerio de Educación Pública	3	3
Sector Público	9	Instituto De Desarrollo Rural	2	2
Sector Público	10	Asadas	2	2
Sector Público	11	Cruz Roja	3	3
Sector Público	12	Bomberos	3	3
Sector Público	13	SINAC	2	2
Sector Privado	14	Cámaras de turismo	3	3
Sector Privado	15	Cámaras de comercio	3	3
Sector Privado	16	Bancos	3	3
Sector Privado	17	Empresa de Servicios Públicos de Heredia	2	2
Sector Privado	18	Upala Agrícola	2	2
Sociedad Civil	19	Asociaciones de Desarrollo	3	3
Academia	20	UNED	3	3

**Escala**

**Influencia**

**Interés**

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

Fuente: IDOM-CPSU (2021).

## 7 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 Upala.

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 inundación, 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 período actual.

Analizando los receptores del impacto, se deberá prestar especial atención a las actividades agropecuarias, a los humedales y a las áreas naturales, ya que en su totalidad se encuentran en riesgo medio alto y alto. Gran parte de la población sufrirá el aumento de las temperaturas en forma de olas de calor (100% en niveles medio alto y alto) y por inundaciones (89% en niveles medio alto y alto).

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

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

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

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

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

Por lo tanto, la estrategia de adaptación que se desarrollará en el PAAC debe perseguir, en términos generales, la reducción y/o evitar los daños y pérdidas desencadenadas por las amenazas, así como aprovechar las oportunidades que ofrece este para el desarrollo

---

sostenible y resiliente, teniendo siempre presente un enfoque inclusivo con respecto al género y la diversidad cultural.

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

## 9 Referencias

- Barahona, D., Méndez, J., & Sjöbohm, L. (2013). *Análisis de la susceptibilidad a deslizamientos en el distrito de Tres Equis: una base para la gestión del riesgo y ordenamiento territorial*. San José.
- CDTR. (2014). *Plan de Desarrollo Rural del Territorio Guatuso-Upala-Los Chiles 2015-2020*.
- Deschenes, O. (2014). Temperature, human health and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*(46), 606-619.
- ESA. (2021). *Climate Change Initiative*.
- Gobierno de Costa Rica. (2018).
- Gobierno de Costa Rica. (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020a). *Contribución Nacionalmente Determinada*.
- Gobierno de Costa Rica. (2020b). *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública*.
- INEC. (2011). *Censo de población*.
- INEC. (2014). *Censo agropecuario*.
- IPCC. (2014). *Quinto Informe de Evaluación del IPCC*.
- MIDEPLAN. (2019). *Impacto de los Fenómenos Naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos*. San José de Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2021). *Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. (2021c). *Producto 3. Evaluación de riesgos y cartografía sobre impactos relacionados al clima en el cantón Upala*.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2013). *Índice de Desarrollo Social 2013*.
- Municipalidad de Upala. (2009). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón 2010-2020*.
- Municipalidad de Upala. (2012). *Plan Cantonal de Desarrollo Humano Local 2013-2023*.
- Municipalidad de Upala. (2014). *Política cantonal de niñez y adolescencia 2015-2020*.
- Municipalidad de Upala. (2015). *Plan de Gobierno Municipal 2016-2020*.
- Municipalidad de Upala. (2017). *Plan Estratégico Municipal 2018-2020*.
- Municipalidad de Upala. (2021). *Plan Cantonal de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias 2021*.
- 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*.

## 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)

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

### Peligrosidad actual a deslizamientos

Una vez obtenidos los mapas de pendientes y de potenciales zonas de deslizamientos de la CNE, se ha procedido su combinación y operación espacial de sus valores de acuerdo 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

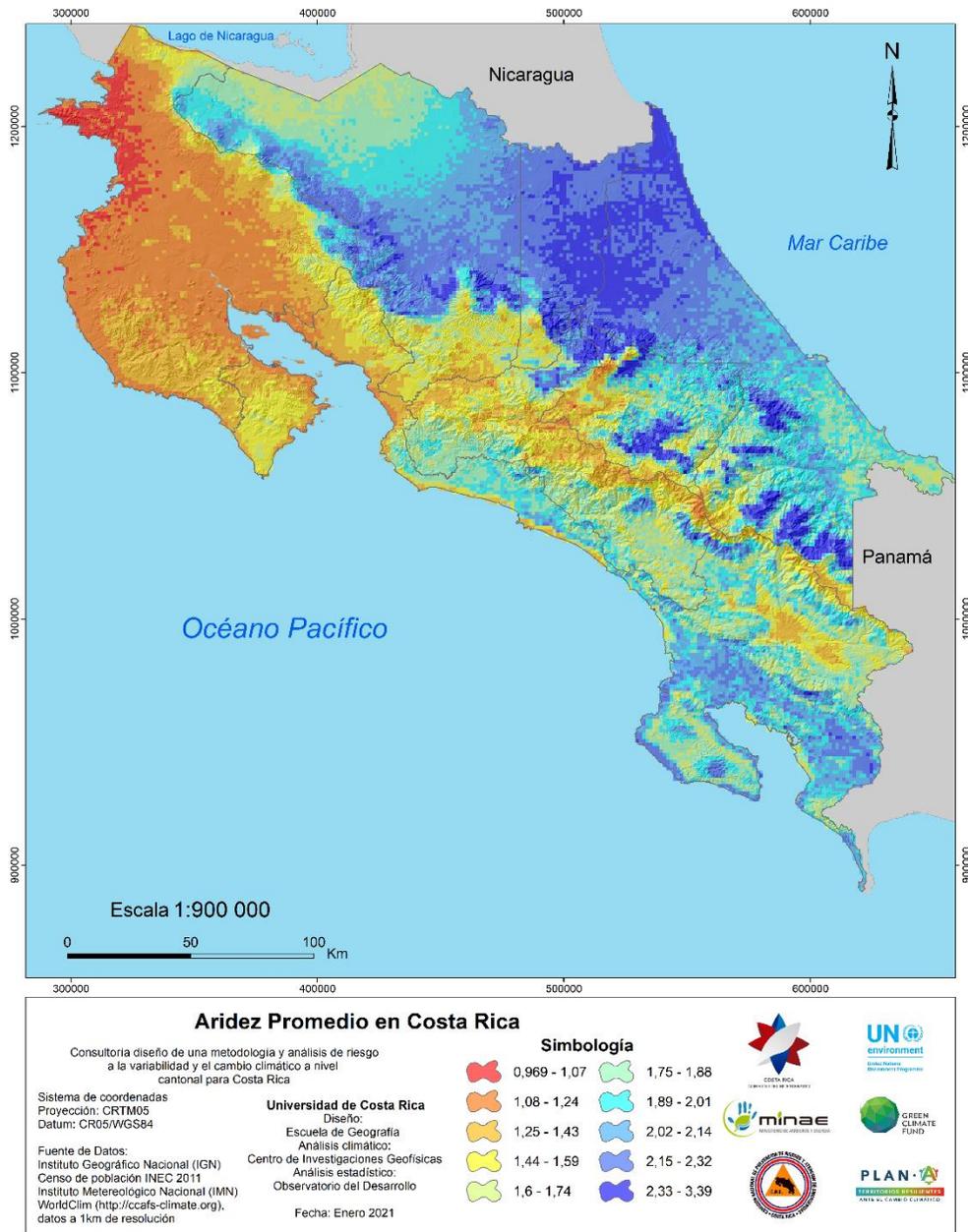
En el presente estudio se hace referencia a la sequía meteorológica, como una amenaza caracterizada por períodos prolongados sin lluvias, o con volúmenes de precipitación muy bajos.

#### 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 23. 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	
	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

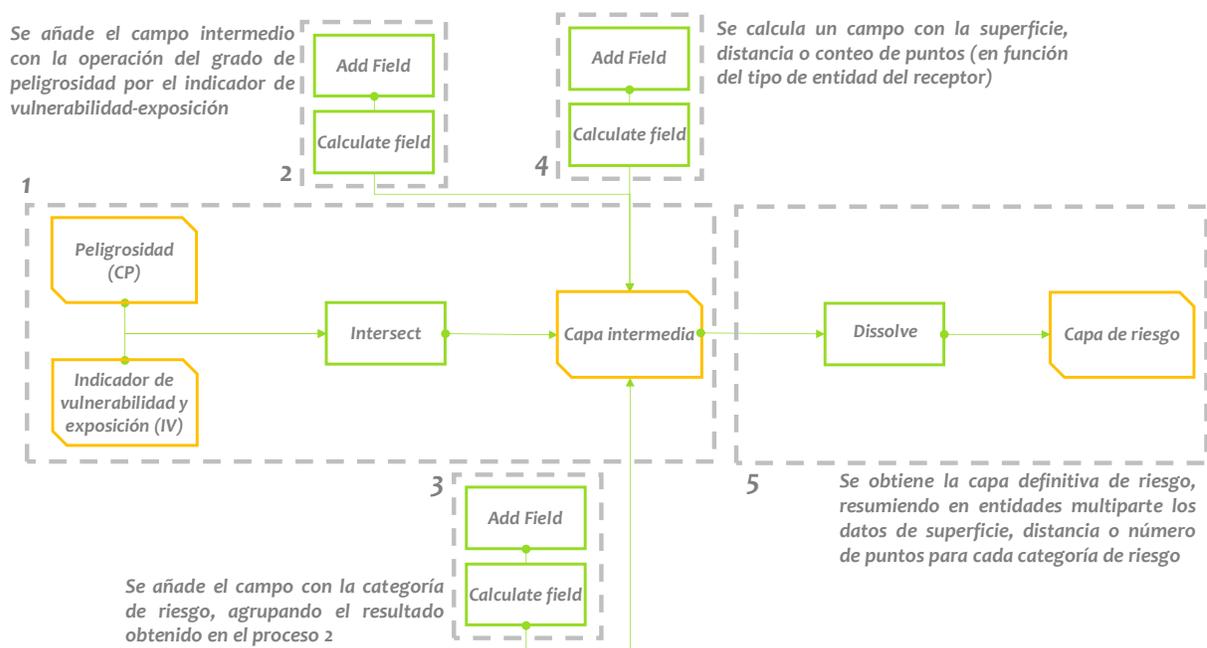
Una vez obtenidos y categorizados tanto los mapas de peligrosidad para las cuatro amenazas para los diferentes escenarios climáticos y horizontes, así como los indicadores de exposición y vulnerabilidad para los receptores estudiados, se procedió a la obtención del cálculo de riesgo. A continuación, 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 a la siguiente matriz:

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

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

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



## 11 Anexo 2. Proyecciones climáticas en Costa Rica

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

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

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

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

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

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

Fuente: iniciativa NEX-GDDP de la NASA<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**

<p style="text-align: center;"><b>Sociales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de cultura de Gestión del Riesgo.</li> <li>• Falta de acceso a servicios de sanidad ambiental.</li> <li>• Falta de participación ciudadana. Educación Ambiental.</li> <li>• Exclusión de personas refugiadas y migrantes e integración con personas nacionales, es una oportunidad para trabajar juntos en adaptación.</li> <li>• Población muy dispersa (cantón muy grande).</li> <li>• Manejo inadecuado de los residuos sólidos en comercios y población.</li> <li>• Falta de conciencia de la población.</li> <li>• Pobreza extrema alta- bajo desarrollo social- bajo desarrollo humano.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala infraestructura vial.</li> <li>• Asegurar recurso humano y técnico que dé seguimiento al plan de adaptación.</li> <li>• Falta mayor capacitación en temas ambientales con puestos estratégicos del sector privado y público.</li> <li>• Falta de capacitación técnica-ambiental.</li> <li>• Falta de un planteamiento técnico general.</li> </ul>
<p><b>Debilidades</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Económicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de recursos para proyectos de inversión.</li> <li>• Sostenibilidad y apoyo a emprendimientos que sean enmarcados en el plan de adaptación, ecológicos, etc. Que no sean solo negocios o autoempleo.</li> <li>• Pocas oportunidades de empleo. Empleabilidad baja.</li> <li>• Inequidad en la distribución de recursos para la adaptación al cambio climático.</li> <li>• Pocas oportunidades de acceso a crédito.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de plataforma de articulación.</li> <li>• Apropiación del gobierno local e integración de proyectos con fondos internacionales para la sostenibilidad.</li> <li>• Falta de liderazgo político como territorio.</li> <li>• Falta de visión política del desarrollo.</li> <li>• Falta de visibilidad de datos para acceso a fondos internacionales "fundraising".</li> <li>• Falta de socialización de acciones de adaptación al cambio climático.</li> <li>• Falta de compromiso del gobierno local y nacional.</li> <li>• Falta de Plan Regulador.</li> </ul>

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>• Falta de conocimiento de los lugares más vulnerables al ser extranjeros y no tener la memoria histórica o acceso a vivienda digna.</li> <li>• Asentamiento en sitios vulnerables.</li> <li>• Poca concientización de la población.</li> <li>• Que no se establezcan políticas para mejorar los índices de desarrollo.</li> <li>• Preparación y atención de personas desplazadas ambientales de la región, afectadas por fenómenos ambientales.</li> <li>• Falta de educación ambiental.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de transversalidad de los temas ambientales.</li> <li>• Que no se mejoren las buenas prácticas agrícolas.</li> <li>• Falta de regulación del territorio.</li> <li>• Falta de estudios técnicos sobre los riesgos y las soluciones.</li> <li>• Seguimiento técnico.</li> </ul>
<p><b>Amenazas</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Económicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de un plan de incentivos del gobierno para promover la reforestación.</li> <li>• Falta o limitado presupuesto nacional para ejecución de obras ambientales.</li> <li>• Falta de recursos económicos.</li> <li>• Que a nivel macro económico no se tomen las medidas para mejorar el empleo y la empleabilidad.</li> <li>• Prolongación de emergencia COVID-19 agote recurso humano e institucional para invertir en plan de adaptación.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que no se mejore la formación de nuevos líderes.</li> <li>• Cambios políticos (ambientales - sociales).</li> <li>• Falta de control y monitoreo en la legislación. Cumplimiento de la legislación.</li> <li>• Legalidad del territorio.</li> <li>• Interés Económico/Ambiental.</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>• Población informada sobre la importancia de mejorar prácticas en beneficio del medio ambiente.</li> <li>• Habitantes concientes del cambio climático.</li> <li>• Educación ambiental (asadas-instituciones).</li> <li>• Casi un 40% de la población es joven y tiene mucho que dar.</li> <li>• Organización comunal.</li> <li>• Hay suficiente infraestructura educativa para mejorar la educación.</li> <li>• Redes comunitarias de alerta temprana.</li> <li>• Población con expectativas de cambio.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de residuos sólidos y valorizables.</li> <li>• Coordinación de unidad socioeducativa y personal técnico profesional presente en el cantón.</li> <li>• Personal capacitado.</li> <li>• Apoyo de instituciones gubernamentales.</li> <li>• Academia.</li> <li>• Existe una buena cultura de trabajo interinstitucional.</li> <li>• Asadas capacitadas en cambio climático.</li> <li>• Estudios sobre las amenazas.</li> <li>• Experiencia y memoria histórica de efectos de desastres naturales y atención a emergencias.</li> <li>• Funcionamiento y articulación de ONG's- instituciones sociales en proyectos comunitarios con experiencia en organización comunal, atención, prevención y promoción.</li> <li>• Plan Regulador</li> <li>• Recursos de alarmas de alerta temprana de inundación y albergues de emergencia y comités locales.</li> </ul>
<p><b>Fortalezas</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Económicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo fortalecido, municipalidad de Upala.</li> <li>• Inversión municipal en servicios ambientales (recolección de residuos-reciclaje).</li> <li>• 16.7% de áreas protegidas.</li> <li>• Mucho recurso, tierra disponible.</li> <li>• Presupuesto nacional y local para la adaptación al cambio climático.</li> <li>• Recursos económicos disponibles.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Articulación interinstitucional.</li> <li>• Planes de estudios orientados a la formación ambiental de los estudiantes.</li> <li>• Protección de las áreas de recarga hídricas de asadas del cantón.</li> <li>• Apoyo del proyecto Plan A.</li> <li>• Interés municipal.</li> <li>• Tener Plan Municipal de Emergencias.</li> <li>• Hay suficientes instituciones presentes en el cantón. Más de 40 instituciones.</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>•Mejorar el acceso a la educación.</li> <li>•Experiencia y conocimiento en ambiente de otros cantones.</li> <li>•Bono demográfico.</li> <li>•Mayor cooperación de ONG's, grupos organizados, ADI, etc.</li> <li>•Atraer recursos financieros para invertir en temas sociales, recursos humanos y financieros.</li> <li>•Generación de medios de vida sostenible y movilización comunitaria que contribuyan a la integridad de la población extranjera.</li> <li>•ONG's de apoyo social.</li> <li>•Fuentes de trabajo compatibles con el ciudo ambiental.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Económicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Programas internacionales.</li> <li>•Turismo sostenible.</li> <li>•ONG's.</li> <li>•Mucha cooperación internacional disponible.</li> <li>•Incentivos gubernamentales (servicios forestales por ejemplo).</li> <li>•Capacitar a los emprendedores.</li> <li>•Atraer inversión extranjera directa.</li> <li>•Aprovechamiento de recursos no reembolsables externos para proyectos de adaptación.</li> <li>•Fondos internacionales concursables para promover iniciativas ambientales a proyectos comunitarios y gobiernos locales por tratados internacionales.</li> <li>•Grupos organizados, asociaciones que promuevan y realicen buenas prácticas agrícolas. Más incentivos de este tipo.</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Instrumentos de medición ambientales y sociales.</li> <li>•Electromovilidad.</li> <li>•Aprobar el Plan Regulador.</li> <li>•Nuevas tecnologías para la producción eficaz en armonía con la naturaleza.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Políticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Carbono neutralidad.</li> <li>•Mucha legislación.</li> <li>•Compromisos internacionales Gobierno.</li> <li>•Aprovechar programas de las universidades públicas para promover la formación de líderes en el cantón.</li> <li>•Presencia constante de donantes-embajadas y Fondo Monetario en la Zona Norte para captación de fondos.</li> <li>•Estrategias nacionales y locales para implementar políticas de adaptación.</li> <li>•Articulación institucional.</li> </ul>

Fuente: IDOM-CPSU