



El ambiente
es de todos

Minambiente

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA



Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina



Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales



Puntos Focales Nacionales

José Francisco Charry
Punto Focal Nacional
Director de Cambio Climático y Gestión de Riesgo
Ministerio de Ambiente y Desarrollo
Sostenible (Minambiente)

Ana Celia Salinas
Punto Focal Técnico
Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental
Instituto de Hidrología, Meteorología y
Estudios Ambientales (Ideam).

Autor

Guillermo Armenta
Especialista meteorólogo

Equipo técnico editor

Miguel Fernando Vera
Líder Técnico Nacional
Julio Cesar Álvarez
Especialista en Sistemas de Información Geográfica
Paola Andrea Pérez
Asistente Técnica Nacional

Revisión y aportes

CONDESAN

Blanca Rengifo
Coordinadora Regional Proyecto AICCA
Ana Carolina Benítez
Comunicación CONDESAN
Alexandra Garces
Especialista en Monitoreo

Equipo editorial y de comunicaciones.

TDD TALLER DE DISEÑO SAS

Ana Rincón
Camilo Casasbuenas
Libardo Fernández
Viviana Abril
Andrés Garzón
David León
María Jaramillo
María Fernanda Corredor

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA

Esta publicación ha sido realizada con el apoyo del “Proyecto Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en Recursos Hídricos de los Andes - AICCA”. El proyecto es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM/GEF), implementado por el banco de desarrollo de América Latina (CAF) y ejecutado por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). Este material tiene como objetivo informar y orientar a los diferentes grupos de interés involucrados en temas ambientales y desarrollo territorial sobre la vulnerabilidad y riesgo para la Cuenca del Lago de Tota, fomentar los criterios de adaptación al cambio climático en la gestión ambiental del territorio. La información presentada en este material es la síntesis del documento Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para la cuenca del Lago de Tota desarrollado por Guillermo Armenta, especialista meteorólogo del proyecto AICCA. El proyecto AICCA en Colombia es ejecutado en alianza con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

Cómo citar

Armenta, G. 2020. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para la cuenca del Lago de Tota. Bogotá, D.C. AICCA, GEF, CAF, CONDESAN, Minambiente, Ideam.

Las publicaciones de CONDESAN contribuyen con información para el desarrollo sostenible de los Andes y son de dominio público. Los lectores están autorizados a citar o reproducir este material en sus propias publicaciones. Se solicita respetar los derechos de autor de los investigadores y CONDESAN y enviar una copia de la publicación en la cual se realizó la cita o publicó el material a nuestras oficinas.

LIMA – PERÚ
Av. Codornices 253 – Surquillo.
+511 6189400

QUITO – ECUADOR
Calle Germán Alemán E12-123
y Carlos Arroyo del Río.

condesan@condesan.org
www.condesan.org
Facebook @CONDESANandes

CONTENIDO

¿POR QUÉ EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO? — 4

¿DE QUÉ TRATA LA VULNERABILIDAD? — 5

RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO — 6

ENFOQUE PRÁCTICO DEL RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO — 7

CONCEPTOS CLAVE — 9

CLIMA — 9

TIEMPO ATMOSFÉRICO — 9

TEMPERATURA MEDIA — 9

PRECIPITACIÓN MEDIA — 9

CAMBIO CLIMÁTICO — 9

VARIABILIDAD CLIMÁTICA — 10

ESCENARIO CLIMÁTICO — 10

SUBÍNDICE DE AMENAZA — 10

SUBÍNDICE DE EXPOSICIÓN — 10

SUBÍNDICE DE SENSIBILIDAD — 10

SUBÍNDICE DE CAPACIDAD ADAPTATIVA — 11

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD — 11

ÍNDICE DE RIESGO CLIMÁTICO — 11

RIESGO DE DESASTRES — 11

RESILIENCIA — 11

ADAPTACIÓN — 11

GESTIÓN DEL RIESGO — 12

¿CÓMO CALCULAR EL RIESGO CLIMÁTICO? — 13

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO — 14

DIMENSIONES DE ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE INDICADORES — 18

CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO — 20

CONOZCAMOS EL RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA — 22

BIODIVERSIDAD — 23

SEGURIDAD ALIMENTARIA — 27

HÁBITAT HUMANO — 31

RECURSO HÍDRICO — 35

PROPUESTAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO — 39

¡APOYO A LA TOMA DE DECISIONES! — 40

CUESTIONARIO — 41

CONCLUSIONES — 45

ANEXOS — 47

REFERENCIAS — 51

Índice de figuras

- Figura 1. Ilustración de los elementos básicos que componen el riesgo climático, según el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (AR5). Fuente: (IPCC, 2012).
- Figura 2. Fases del análisis de vulnerabilidad y riesgos por cambio climático, para la cuenca del Lago de Tota.
- Figura 3. Climatología anual de la precipitación histórica (arriba), y futura bajo el “Escenario seco” (izquierda) y bajo el “Escenario húmedo” (derecha).
- Figura 4. Cambio porcentual anual de la precipitación futura bajo el “Escenario seco” (izquierda) y bajo el “Escenario húmedo” (derecha).
- Figura 5. Climatología anual de la temperatura media histórica (arriba) y futura bajo el “Escenario seco” (izquierda) y bajo el “Escenario húmedo” (derecha).
- Figura 6. Cambio anual de la temperatura media (°C) futura bajo el “Escenario seco” (izquierda) y bajo el “Escenario húmedo” (derecha).

Índice de tablas

- Tabla 1. Fórmulas de cálculo para la reducción de los valores de los indicadores a una escala común (0,1-1). Fuente: (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)
- Tabla 2. Propuestas de medidas de adaptación para la cuenca del Lago de Tota.

¿POR QUÉ EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO?

La variabilidad y el cambio climático han sido reconocidos como desafíos para el desarrollo de los países y el bienestar de ecosistemas y sociedades. En los últimos años los eventos extremos (valores muy altos o muy bajos de precipitación y temperatura) han sido cada vez más frecuentes, duraderos e intensos, y las afectaciones relacionadas a los mismos han aumentado significativamente, ocasionando pérdidas de vida y daños en diferentes sectores (infraestructura, agricultura, ecosistemas, entre otros). Así mismo, según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producen el aumento de la temperatura media a nivel global, lo cual altera el sistema climático y ocasiona impactos tales como el aumento del nivel del mar, cambios en los patrones de la precipitación y una mayor intensidad y frecuencia de los eventos extremos de origen climático (IPCC, 2014).

Para poder enfrentar las causas y consecuencias del cambio climático, se realizan diversas acciones, las cuales se agrupan en dos tipos: de mitigación (acciones encaminadas a reducir las emisiones de CO₂ y a potencializar los sumideros de este) y de adaptación (acciones para reducir el impacto del cambio climático en los ecosistemas y en los sistemas socioeconómicos). De igual forma, para poder entender cómo podrían cambiar las variables climáticas bajo distintos niveles de concentración de gases de efecto invernadero de origen antropogénico, se hace necesario el uso de escenarios de cambio climático, los cuales son descripciones coherentes, internamente consistentes y convincentes de un posible estado futuro del mundo, y en este caso, del clima (IDEAM;

PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017). Los escenarios no deben asumirse como pronósticos o predicciones, cada escenario es una imagen alternativa de cómo el futuro puede mostrarse bajo determinadas condiciones en un tiempo dado. Por lo general se utiliza un conjunto de ellos con el fin de mostrar, de la mejor manera posible, el rango de incertidumbre en las proyecciones climáticas.

Los escenarios de cambio climático son un insumo muy importante para avanzar hacia un **análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático**, el cual permita aumentar el nivel de comprensión y de planificación para de esta manera reducir los riesgos aumentando la capacidad adaptativa de cada una de las principales dimensiones (Seguridad Alimentaria, Recurso Hídrico, Biodiversidad, Salud, Hábitat Humano, Infraestructura). Para la construcción de los índices de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, es necesario realizar un análisis estadístico multivariado el cual permite reducir la dimensionalidad de los datos que se están tratando para realizar futuros análisis y eliminar algunas variables que aportan poca información al análisis. En pocas palabras dicho análisis conlleva un proceso riguroso de selección de variables e indicadores que permiten calcular los subíndices de Sensibilidad, Amenaza y Capacidad Adaptativa, los cuales a su vez conllevan a obtener finalmente los índices de Vulnerabilidad y Riesgo por cambio climático para cada dimensión, permitiendo el análisis y especialización de los resultados obtenidos.

Los escenarios de cambio climático son un insumo muy importante para avanzar hacia un **análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático**, el cual permita aumentar el nivel de comprensión y de planificación para de esta manera reducir los riesgos

¿DE QUÉ TRATA LA VULNERABILIDAD?

Para el IPCC (2014), la vulnerabilidad es la propensión o predisposición para verse afectado negativamente. Los aspectos que conforman la vulnerabilidad son múltiples, pero en los sistemas humanos están relacionados con las condiciones sociales. La falta de infraestructura y recursos para enfrentar, y luego reducir las consecuencias del evento climático extremo son componentes centrales de la vulnerabilidad. Así los grupos humanos que se encuentran con situaciones desfavorables, como por ejemplo por su pobreza, sexo y/o edad, pueden ser más afectados por los fenómenos de cambio climático desfavorables.

Otro componente importante de la vulnerabilidad de un determinado grupo humano es la calidad y fortaleza de las instituciones que deben prevenir y luego atender las consecuencias de los eventos extremos.

Cabe mencionar que hay una gran variedad de definiciones y enfoques sobre la vulnerabilidad, de los cuales Cardona y otros (2012) hicieron una amplia recopilación. Lo que se aprecia en la literatura es una evolución del concepto que inicialmente incluía a la exposición como un elemento de la vulnerabilidad, a otro que tiende a ver a la vulnerabilidad como una construcción social y no solo dependiente de la exposición. Esta última visión es compatible con el uso del término vulnerabilidad como es empleado por un gran número de autores de las ciencias sociales. A medio camino entre ambos enfoques, al incorporar el concepto de sensibilidad a una determinada amenaza por cambio climático entre los componentes de la vulnerabilidad.

RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO

Uno de los objetivos del análisis de Vulnerabilidad de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) para Colombia es poner en diálogo las propuestas conceptuales tradicionales de Riesgo (usualmente riesgo de desastres), con aquellos que introducen innovación en la lectura de Riesgos por Cambio Climático. En este sentido, es relevante relacionar tres documentos que presentan enfoques diversos y a su vez, sugieren avanzar en la compatibilización de análisis que estén integrando Riesgos y Cambio Climático.

El primero de ellos es el Marco de Acción de Sendai, el cual cita en su apartado “Marco de Acción de Hyogo: enseñanzas extraídas, carencias detectadas y desafíos futuros” numeral 13: “Enfrentar el cambio climático como uno de los factores que impulsan el riesgo de desastres, respetando al mismo tiempo el mandato de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, representa una oportunidad de reducir el riesgo de desastres de manera significativa y coherente en todos los procesos intergubernamentales interrelacionados.”

El segundo, corresponde al Informe Nacional del Progreso en la Implementación del Marco de Acción de Hyogo (2013-2015): “En materia de cambio climático, aún en el país se contempla la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático como dos procesos independientes. El reto del País es que a través del Sistema Nacional Ambiental –SINA- y el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres –SNGRD- se busque la articulación de la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático, además porque comparten una visión de desarrollo sostenible, que se armoniza en el marco de las diferentes políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos,

medidas y acciones permanentes que incorporen soluciones a los retos asociados a la variabilidad climática y el cambio climático.”

Un tercer documento (Birkmann, 2015), refiere las complejidades de abordar el concepto de Riesgo por Cambio Climático en el marco del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, “... explorar el clima y los escenarios, puede también ser usado para el contexto de reducción de riesgo y vulnerabilidad en el marco del cambio climático”.

En el marco de los desarrollos propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, la Tercera Comunicación retoma la sugerencia de abordar los de Riesgo por cambio climático y se acoge a la fórmula general:

$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} \cdot \text{Exposición} \cdot \text{Vulnerabilidad}$$

Con el uso de esta fórmula, se identifica un punto de diálogo entre quienes gestionan información y conocimiento en torno a análisis de riesgo de desastres, como a aquellos grupos de investigación en Cambio Climático.

Uno de los principales elementos por clarificar es la no inclusión de la variable exposición dentro de la fórmula de Vulnerabilidad a cambio climático, generando esta exclusión propuesta por el IPCC una relación entre las variables: sensibilidad y capacidad adaptativa, que para este caso se orienta como un índice entre ambas variables. Lo anterior en congruencia con la relación que indica que a mayor capacidad adaptativa se disminuye el valor de la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} \cdot \text{Exposición} \cdot \left(\frac{\text{Sensibilidad}}{\text{Capacidad Adaptativa}} \right)$$

ENFOQUE PRÁCTICO DEL RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO

Generalmente los grupos humanos viven y realizan sus actividades adaptados al clima local, tomando ventaja de sus condiciones medias y asumiendo los riesgos de su variabilidad. Cuando los extremos climáticos superan ciertos umbrales de tolerancia generan situaciones desventajosas con relación a aquellas actividades y eventualmente ponen en riesgo la vida misma.

Para la toma de decisiones orientadas a minimizar el riesgo por cambio climático no basta con su estimación que puede ser útil para su representación y comparación geográfica, sino que en cada caso es necesario entender cómo el riesgo se ha construido a partir de los principales factores que lo conforman. Dos atributos de estos factores son claves para

“ Cuando los extremos climáticos superan ciertos umbrales de tolerancia generan situaciones desventajosas en relación a aquellas actividades y eventualmente ponen en riesgo la vida misma. ”

“ El reto del País es que a través del Sistema Nacional Ambiental –SINA- y el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres –SNGRD- se busque la articulación de la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático ”

la acción, la especificidad respecto de cada amenaza y la relación con la vulnerabilidad, para identificar los factores que se pueden corregir.

Esto último implica una variedad de circunstancias, pero una simplificación útil puede ser su clasificación en dos casos. En un extremo los factores socioeconómicos de lenta evolución que se inscriben en la agenda del desarrollo sostenible y sobre los cuales el decisor local tiene escasa posibilidad de influir decisivamente.

CONCEPTOS CLAVE

A continuación, se describen conceptos básicos para comprender con mayor claridad cada una de las secciones del documento.

CLIMA PRECIPITACIÓN MEDIA

Síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizada por estadísticas de largo plazo (30 años o más) de los elementos meteorológicos en dicho lugar (OMM, 2012). Condiciones atmosféricas predominantes durante un período sobre un lugar o región.

Valor que se obtiene a partir del promedio de las lluvias registradas en los doce meses del año. La precipitación está asociada con fenómenos relacionados con la circulación del aire en la atmósfera.

CAMBIO CLIMÁTICO

TIEMPO ATMOSFÉRICO

Estado de la atmósfera en un instante dado. Se determina a partir de la valoración (cualitativa o cuantitativa) de diversos elementos meteorológicos (temperatura y humedad del aire, presión atmosférica, vientos, fenómenos, entre otros) (OMM, 2012).

Variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios ó períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo (IPCC, 2014).

TEMPERATURA MEDIA

Promedio de lecturas de temperatura tomadas durante un período de tiempo determinado. Por lo general es el promedio entre las temperaturas máxima y mínima.

VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Desviación de las estadísticas del clima de un determinado período (mes, estación o año) respecto a las estadísticas a largo plazo de dicho lapso (OMM, 2012). Oscilaciones del clima en períodos de años y decenios.

ESCENARIO CLIMÁTICO

Representación del clima futuro, basada en un conjunto de relaciones climatológicas, que se construye para ser utilizada en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirve a menudo de insumo para conocer los posibles impactos (IPCC, 2014).

SUBÍNDICE DE AMENAZA

Se entiende como la posible ocurrencia de un evento o tendencia física natural o inducida por el ser humano o impacto físico que pueda causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, infraestructura, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos ambientales. En este informe, el término peligro generalmente se refiere

a eventos o tendencias físicos relacionados con el clima o a sus impactos físicos (IPCC, 2014).

SUBÍNDICE DE EXPOSICIÓN

La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente (IPCC, 2014).

SUBÍNDICE DE SENSIBILIDAD

Nivel en que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados por el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, que haya un cambio en la producción de las cosechas por cambio en la media o en la variabilidad de las temperaturas), o indirecto (por ejemplo, que se genere una reducción de ingresos económicos por falta de producción).

SUBÍNDICE DE CAPACIDAD ADAPTATIVA

Capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (IPCC, 2014).

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Propensión o predisposición para verse afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad al daño y la falta de capacidad de adaptación (IPCC, 2014). Para el cálculo de esta, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Vulnerabilidad} = \frac{\text{Sensibilidad}}{\text{Capacidad Adaptativa}}$$

ÍNDICE DE RIESGO CLIMÁTICO

Consecuencias potencialmente adversas y severas para los sistemas humanos y socio-ecológicos resultantes de la interacción de amenazas asociadas al cambio climático y la vulnerabilidad de los sistemas y sociedades expuestas (IPCC, 2014). El riesgo climático aborda todos los elementos anteriormente mencionados, y se

describe matemáticamente de la siguiente forma:

$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} \cdot \text{Exposición} \cdot \left(\frac{\text{Sensibilidad}}{\text{Capacidad Adaptativa}} \right)$$

RIESGO DE DESASTRES

Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, bio-sanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Ley 1523 de 2012).

RESILIENCIA

Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un fenómeno, tendencia o perturbación peligrosa respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conserven al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2014).

ADAPTACIÓN

El IPCC define la adaptación como aquellas iniciativas y medidas encaminadas a

reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Existen diferentes tipos de adaptación; por ejemplo: preventiva y reactiva, privada y pública, y autónoma y planificada. Algunos ejemplos de adaptación son la construcción de diques fluviales o costeros, la sustitución de plantas sensibles al choque térmico por otras más resistentes, etc. (DNP, 2017).

GESTIÓN DEL RIESGO

La gestión del riesgo por cambio climático se encuentra ligada a la adaptación. Así pues, se busca reducir la exposición y la vulnerabilidad ante los efectos asociados a variabilidad y cambio climático y al aumento de la resiliencia del sistema en riesgo (IDEAM, 2017).

¿CÓMO CALCULAR EL RIESGO CLIMÁTICO?

En el contexto del cambio climático, los análisis de vulnerabilidad desempeñan un papel fundamental en el diseño de estrategias de mitigación y adaptación, identificando a las personas o lugares que son más susceptibles al daño (CDKN, 2017). De acuerdo con el IPCC, en el sistema climático se está produciendo una interferencia humana a los patrones normales del clima, lo que plantea riesgos para los sistemas humanos y naturales (IPCC, 2014). Los patrones de riesgo, los daños potenciales debido al cambio climático y posibles vías por las cuales se pueden reducir y gestionar tanto los riesgos como los impactos son la adaptación y la mitigación. Este nuevo planteamiento está enfocado principalmente en el riesgo, elemento que ayuda a la toma de decisiones en el contexto del cambio climático, como lo muestra la Figura 1, el riesgo se encuentra comprendido por la vulnerabilidad, los peligros (amenazas) y la exposición, que son producidos por la variabilidad climática natural y el cambio climático antropogénico, que pueden ser gestionados desde las trayectorias socioeconómicas, medidas de adaptación y mitigación y la gobernanza.

“ Los patrones de riesgo, los daños potenciales debido al cambio climático y posibles vías por las cuales se pueden reducir y gestionar tanto la vulnerabilidad como los impactos son la adaptación y la mitigación. ”

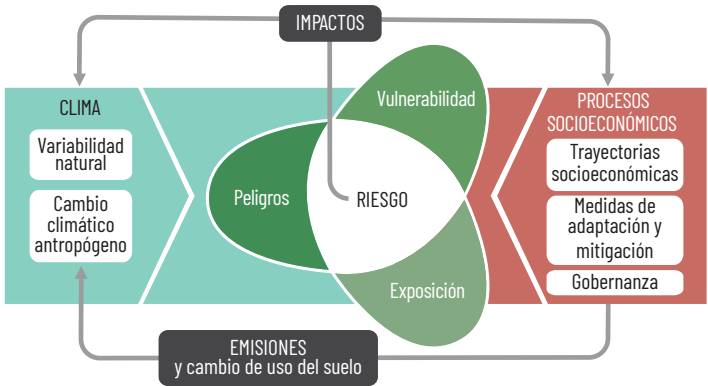


Figura 1. Ilustración de los elementos básicos que componen el riesgo climático, según el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (AR5). Fuente: (IPCC, 2012).

Bajo este contexto, el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para la cuenca de Lago de Tota (Boyacá), se consideran las siguientes fases (figura 2):

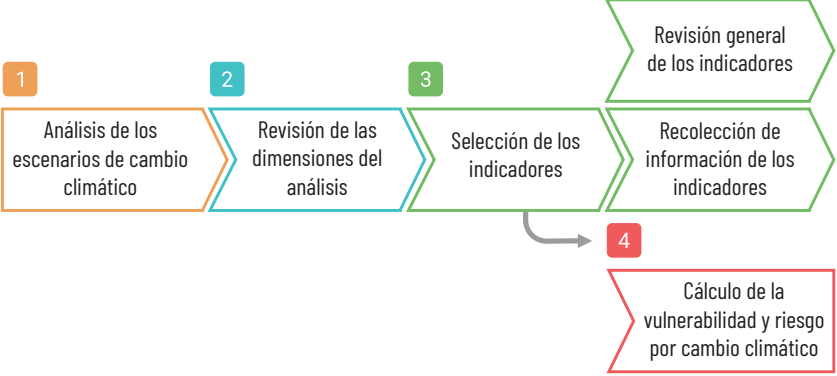


Figura 2. Fases del análisis de vulnerabilidad y riesgos por cambio climático para la cuenca del Lago de Tota

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Uno de los productos generados por el proyecto AICCA fueron los escenarios de cambio climático para la cuenca del Lago de Tota. Estos escenarios fueron elaborados con base en los modelos climáticos globales seleccionados para la Tercera Comunicación Nacional de Colombia (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017), y en la revisión de estudios y documentos científicos en los cuales se haya evaluado el desempeño de los modelos en la representación de los fenómenos de variabilidad climática para la zona. Con esta información, se generaron dos escenarios clave para la cuenca: un “Escenario seco” (que presenta reducción de los niveles de precipitación anual y aumento del máximo número de días secos consecutivos al año) y un “Escenario húmedo” (con aumento en la precipitación anual e incremento del número de días consecutivos con precipitaciones en el año y en el número de días con lluvias superiores al percentil 95).

Con base en estos análisis, se tienen las proyecciones para precipitación y temperatura para el periodo futuro 2026-2050, las cuales se describen a continuación:

Precipitación media

Bajo el escenario Seco, las reducciones de la precipitación serían del orden de 2-6%, siendo el centro y norte de la cuenca donde se darían las mayores reducciones (superiores al

3%). Esto ocasionaría que, hacia el año 2050, las mayores precipitaciones anuales no superen los 1500 milímetros, y el área noroccidental donde se presentan valores menores a 1000 milímetros sería mayor, cubriendo la tercera parte del Lago de Tota. Por otra parte, bajo el escenario Húmedo, los aumentos de las precipitaciones al año serían entre el 15-25%, lo que ocasionaría que las lluvias en toda la cuenca superen los 1100 milímetros al año, y en la parte oriental (municipio de Aquitania), se tendrían precipitaciones anuales de más de 1500 milímetros (Figura 3 y Figura 4).

“Bajo el Escenario Húmedo, toda la cuenca presentaría aumentos importantes de las lluvias, especialmente la zona del municipio de Aquitania, con incrementos de más de 40 mm/año (más del 20%).”

Temperatura media

Bajo el escenario Seco, los aumentos de temperatura más altos se darían en la parte nororiental de la cuenca, con incrementos del orden de 0.8 a 0.9°C, mientras que en el resto de la zona los aumentos serían entre 0.7 y 0.8°C. Esto ocasionaría que, hacia el año 2050, en la parte norte y occidental de la cuenca se tengan temperaturas entre 12 y 17°C, mientras que en la parte oriental se tendrían temperaturas entre 8 y 11°C. Bajo el escenario Húmedo, los puntos cardinales de la cuenca del Lago de Tota (norte, sur, oriente y occidente), serían los que mayores aumentos presentarían, del orden de 0.7 a 0.8°C, mientras que el centro de la zona tendría incrementos de la temperatura media del orden de 0.6 a 0.7°C. Al igual que con el escenario Seco, este aumento de la temperatura ocasionaría que hacia el año 2050 en la parte norte y occidental de la cuenca se tengan temperaturas entre 12 y 16°C, y en la parte oriental entre 8 y 11°C (Figura 5 y Figura 6).

“Bajo el Escenario Húmedo, la temperatura aumentaría entre 0.6 y 0.8°C.”

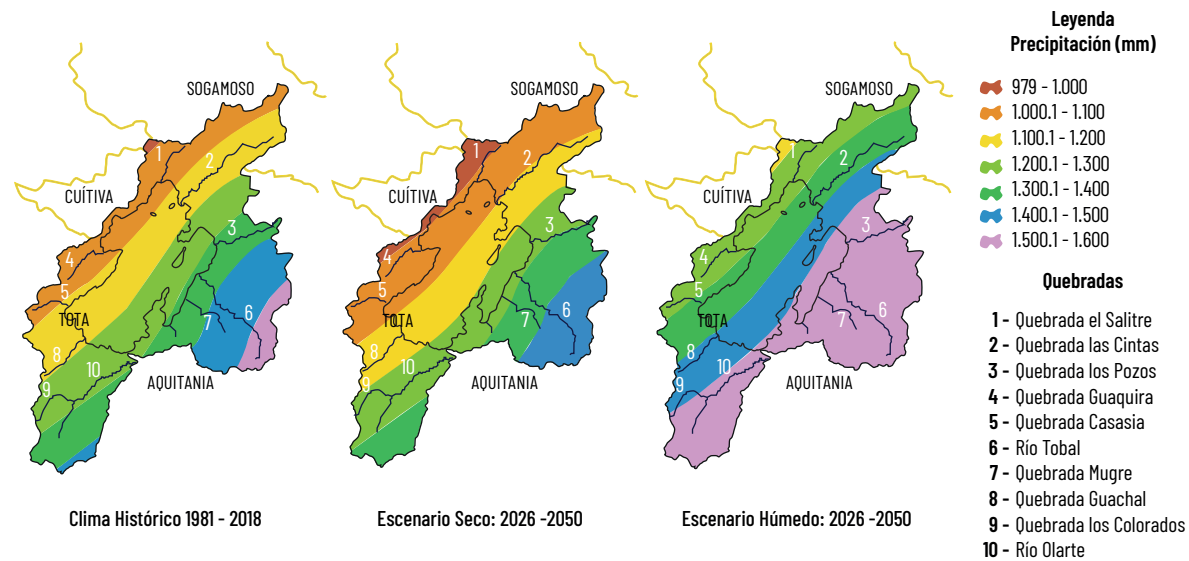


Figura 3. Climatología anual de la precipitación histórica (izquierda), futura bajo el "escenario seco" (centro) y bajo el "escenario húmedo" (derecha)

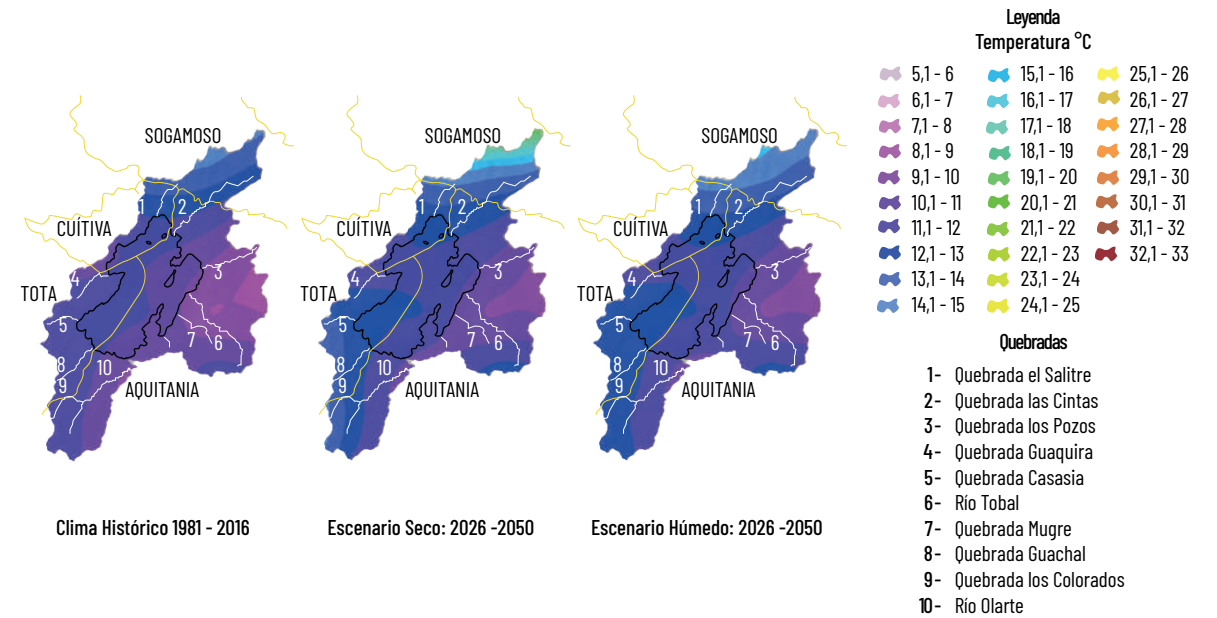


Figura 5. Climatología anual de la temperatura media histórica (izquierda), futura bajo el "Escenario seco" (centro) y bajo el "Escenario húmedo" (derecha)

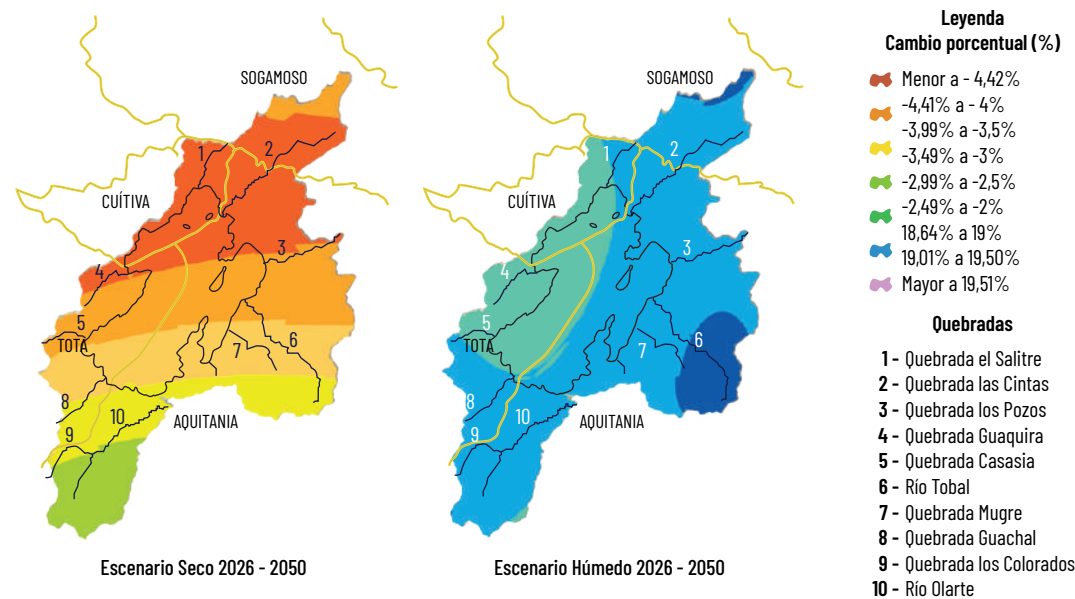


Figura 4. Cambio porcentual anual de la precipitación futura bajo el "escenario seco" (izquierdo) y bajo el "escenario húmedo" (derecha)

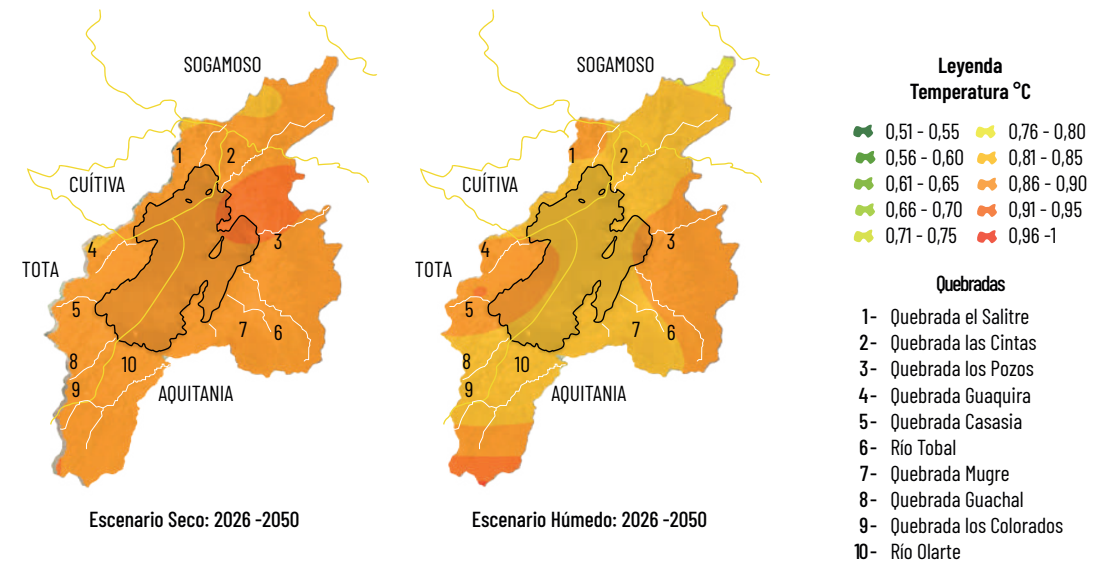


Figura 6. Cambio anual de la temperatura media (°C) futuro bajo el "Escenario seco" (izquierda) y bajo el "Escenario húmedo" (derecha)

DIMENSIONES DE ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE INDICADORES

Como primera aproximación para la selección de las dimensiones e indicadores, se siguió la metodología descrita en la Tercera Comunicación Nacional (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017), en donde se revisaron las principales dimensiones sobre las que se realizan los análisis de vulnerabilidad:

1. Biodiversidad: “Relaciona el servicio ecosistémico de provisión, con especies categorizadas como de “uso” en análisis con especies Amenazadas listadas en los Libros Rojos nacionales con categoría de Amenaza (En Peligro Crítico, en Peligro y Vulnerables).” (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)
2. Seguridad Alimentaria: “Se define como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa.” (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)
3. Hábitat Humano: “Esta dimensión busca identificar aquellas variables asociadas a las viviendas y servicios asociados a los asentamientos humanos. Aquí se recogen elementos de gestión territorial e interacción institucional.” (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)
4. Recursos Hídricos: “Se busca identificar la relación de los asentamientos humanos con respecto al Recurso Hídrico, frente a su uso y disponibilidad.” (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)
5. Salud: “Este componente identifica la relación climática con la salud humana, bien por las diferencias de temperatura y precipitación en lapsos climáticos, así como la relación con vectores de enfermedades asociadas.” (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)
6. Infraestructura: “Se presentan indicadores relacionados con vías, accesos aéreos, disponibilidad de conexión eléctrica, y alternativas energéticas para la capacidad adaptativa.” (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)

Por otro lado, se consideró la selección de los indicadores de los diferentes elementos que componen el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático. Con base en estas dimensiones, se revisó la información existente de los indicadores asociados para cada elemento del análisis, con base en los utilizados en la Comunicación Nacional y revisando otros indicadores locales para la cuenca. Para estos últimos, se revisó

la información existente en fuentes oficiales y aquella que se ha levantado y generado a lo largo del proyecto AICCA. La selección de los indicadores locales se realizó teniendo en cuenta varios aspectos, entre ellos:

1. Que los datos hayan sido validados y entregados por fuentes oficiales.
2. Que los datos del indicador pudieran ser georeferenciables por vereda o municipio.
3. Que el indicador tuviese representatividad para la zona de estudio. Este aspecto se relaciona con el hecho de que varios de los indicadores de la Tercera Comunicación no aplican para la zona, ya sea por la ubicación de esta, porque los ítems asociados a los mismos no se presentan en ella (por ejemplo, aquellos relacionados con línea de costa) o porque la escala de la información de ellos es muy grande en comparación con el tamaño de la cuenca.
4. Que la información del indicador estuviese lo más actualizada posible (de no más de 10 años). Para los indicadores que se tomaron de la Tercera Comunicación, se buscaron los datos más recientes para actualizarlos, teniendo en cuenta que esta fue entregada en el año 2016.

“ se consultaron varias fuentes oficiales con información estadística de las diferentes dimensiones de análisis (DANE, DNP, UPRA, CorpoBoyacá, entre otras), y se recopilamos diferentes indicadores para el departamento de Boyacá, priorizando aquellos en los que los datos se encontraran a escala veredal y municipal. ”

Para cumplir con estos aspectos, en primer lugar, se consultaron varias fuentes oficiales con información estadística de las diferentes dimensiones de análisis (DANE, DNP, UPRA, CorpoBoyacá, entre otras), y se recopilamos diferentes indicadores para el departamento de Boyacá, priorizando aquellos en los que los datos se encontrarán a escala veredal y municipal. Después de esta recopilación, se seleccionaron los indicadores para cada dimensión, categorizándolos por cada subíndice que compone el análisis de vulnerabilidad (amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa) y revisando que la información de estos fuese “reciente”.

De forma simultánea, se realizó la recopilación de la información que se ha levantado y generado en la cuenca del lago de Tota a lo largo del proyecto AICCA, la cual ha tenido un proceso riguroso de generación, revisión y validación tanto del Ideam como de algunas de las entidades asociadas al proyecto (CorpoBoyacá, UPTC, Agrosavia, entre otras). Finalmente, se revisó la cantidad de indicadores que quedaron para cada dimensión, y se priorizaron aquellas (Biodiversidad, Seguridad Alimentaria, Hábitat Humano y Recurso Hídrico) para las cuales se tuviera información suficiente y confiable para realizar el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático (ver Anexo 1).

Para las dimensiones de Salud e Infraestructura no existen los suficientes indicadores para realizar un análisis de vulnerabilidad, debido a la escala de estos (mayoría

de casos no es mayor a departamental) y a la desactualización de los últimos valores registrados (de más de 10 años).

CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO

Una vez identificados y seleccionados los indicadores para los subíndices que componen el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, se procedió a transformarlos para poder calcular estos. Con base en la Tercera Comunicación (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017), en primer lugar, se realizó un proceso de reducción de los datos de cada indicador a una escala entre 0,1 y 1 (Tabla 1), revisando la forma en que cada indicador influye en el subíndice al cual está asociado. Cuando un indicador presenta mayores valores y ocasiona que también sea mayor el subíndice al cual está asociado, se presenta una relación directa (por ejemplo, entre mayor cantidad de personas de la tercera edad haya en una vereda va a existir una mayor sensibilidad o susceptibilidad a ser impactados por cambio climático), mientras que en el caso contrario, si el indicador al presentar mayores valores origina que el subíndice asociado disminuya (por ejemplo, si hay menos centros de salud en la zona hay una mayor sensibilidad ante las enfermedades ocasionadas por el clima).

se realizó la ponderación de todos los indicadores para poder obtener un único valor para cada subíndice que compone el análisis de vulnerabilidad y riesgo climático, y con estos valores se realizó la clasificación de los diferentes niveles de cada subíndice

Indicadores con relación directa	Indicadores con relación inversa
$Y = 0,1 + \left(\frac{x - \min_{ind}}{\max_{ind} - \min_{ind}} \right) * 0,9$	$Y = 1,1 - \left(0,1 + \left(\frac{x - \min_{ind}}{\max_{ind} - \min_{ind}} \right) * 0,9 \right)$

Tabla 1. Fórmulas de cálculo para la reducción de los valores de los indicadores a una escala común (0,1-1). Fuente: (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017)

Con estos valores reducidos a una unidad común, el siguiente paso es revisar las correlaciones de los indicadores con el subíndice al cual están asociados, con el fin de otorgar las ponderaciones más adecuadas a cada uno de ellos al momento de calcular los valores de los subíndices. Para este proceso se revisó el comportamiento estadístico

de los valores de cada indicador, determinando las posibles distribuciones probabilísticas a las que pudieran pertenecer, y con ello se obtuvieron los pesos o ponderaciones a otorgar a cada uno de ellos. Posterior a esto, se realizó la ponderación de todos los indicadores para poder obtener un único valor para cada subíndice que compone el análisis de vulnerabilidad y riesgo climático, y con estos valores se realizó la clasificación de los diferentes niveles de cada subíndice.

Identificados, seleccionados, ponderados y determinados los valores de los indicadores para los subíndices (amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa) de cada una de las dimensiones definidas (Biodiversidad, Seguridad Alimentaria, Hábitat Humano y Recurso Hídrico) para el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, se procedió al cálculo de los índices con base en las siguientes fórmulas:

$$Vulnerabilidad = \frac{Sensibilidad}{Capacidad adaptativa}$$

$$Riesgo climático = Amenaza \times Vulnerabilidad$$

CONOZCAMOS EL RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA

Identificación de propuestas medidas de adaptación

Dentro del proyecto “Adaptación a los impactos del cambio climático en recursos hídricos en los Andes (AICCA)”, se generaron escenarios de cambio climático para la cuenca del Lago de Tota hacia el año 2050, teniendo en cuenta el impacto que estos podrían tener tanto en el recurso hídrico de las cuencas de los ríos que la conforman como en los diferentes sectores que se encuentran en ella (agricultura, ecosistemas, hábitat humano, etc.). Con base en estos escenarios, se analizan las diferentes dimensiones que componen la cuenca las cuales se verían mayormente afectadas o expuestas ante el cambio climático proyectado, así como aquellas condiciones y características que las harían más sensibles o susceptibles de recibir un mayor daño, o aquellas que reducirían o ayudarían a adaptarse ante el cambio del clima. La revisión de la interacción de estos elementos y su relación con el cambio proyectado de las variables climáticas es, en términos generales, lo que comprende un análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para la cuenca del Lago de Tota, para cada una de las dimensio-

nes determinadas con base en los indicadores seleccionados y con información suficiente y confiable para cada una de ellas¹.

Este análisis se realizó con base en los escenarios de cambio climático generados para la cuenca, y teniendo en cuenta gran parte de las metodologías utilizadas en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático para Colombia (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería, 2017). Para este análisis, se utilizó la información disponible de diferentes indicadores que sirven para medir la amenaza, la sensibilidad y la capacidad adaptativa que tiene la cuenca ante los cambios proyectados por los escenarios, teniendo en cuenta su escala y representatividad a un nivel más detallado. Como resultado del análisis, este se representa con base en el nivel de resolución veredal pertenecientes al área de la cuenca con jurisdicción de los municipios de Sogamoso, Aquitania, Tota y Cuítiva (Boyacá), las cuales serían más vulnerables y con mayor riesgo ante el cambio climático en diferentes dimensiones de análisis (biodiversidad, seguridad alimentaria, hábitat humano y recurso hídrico), así como propuestas de medidas de adaptación que podrían desarrollarse para reducir el impacto del cambio climático en la cuenca.

“ Como resultado del análisis, las dimensiones de Biodiversidad, Seguridad Alimentaria y Hábitat Humano se representan con base en el nivel de resolución veredal; mientras que la dimensión del Recurso Hídrico se representa con base en el nivel de resolución de subcuencas hidrográficas pertenecientes al área de la cuenca con jurisdicción de los municipios de Sogamoso, Aquitania, Tota y Cuítiva (Boyacá) ”

BIODIVERSIDAD



Esta dimensión comprende los diferentes ecosistemas que se encuentran en la cuenca del Lago de Tota, exceptuando aquellos en los que se desarrollen actividades productivas (agroecosistemas). La distribución espacial y porcentual de los ecosistemas ubicados en la cuenca muestran que el gran porcentaje de estas áreas se encuentran en la zona oriental y sur de la misma (municipios de Aquitania y Sogamoso) y en las veredas de Arbolocos y Boquerón en Cuítiva. Estos ecosistemas son los que están expuestos a los impactos del cambio climático proyectados por los escenarios, especialmente al aumento de las sequías, los eventos extremos de lluvia y al incremento de la temperatura. La combinación de estas proyecciones y el área de los ecosistemas es lo que define el elemento de amenaza para el análisis de vulnerabilidad y riesgo.

¹ Es importante aclarar que en el desarrollo del análisis se encontró que para las dimensiones Infraestructura y Salud no se tienen suficientes indicadores para la cuenca del Lago de Tota, o la información de los mismos no está en la escala mínima requerida para el análisis (municipal), o la misma no se encuentra actualizada. Adicionalmente, la gran mayoría de los indicadores utilizados en la Tercera Comunicación Nacional para estas dimensiones no aplican para el caso de la zona de estudio. Por lo tanto, no se realizó el análisis de vulnerabilidad para las dimensiones Salud e Infraestructura para la cuenca del Lago de Tota.

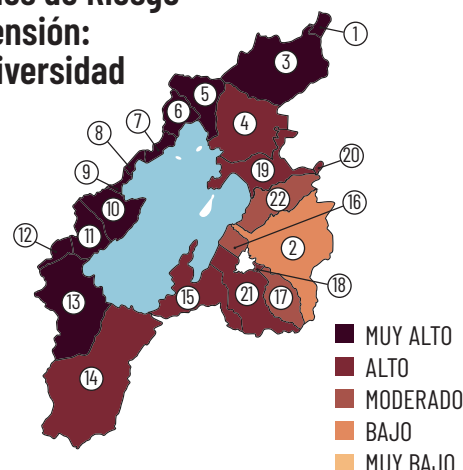


DIMENSIÓN DE BIODIVERSIDAD

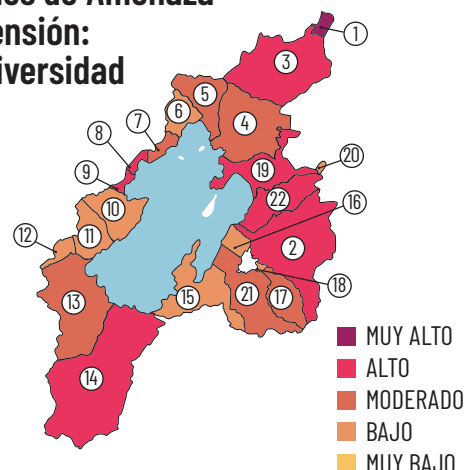
$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Sensibilidad} \times \text{Capacidad Adaptativa}$$

$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Niveles de Riesgo
Dimensión:
Biodiversidad

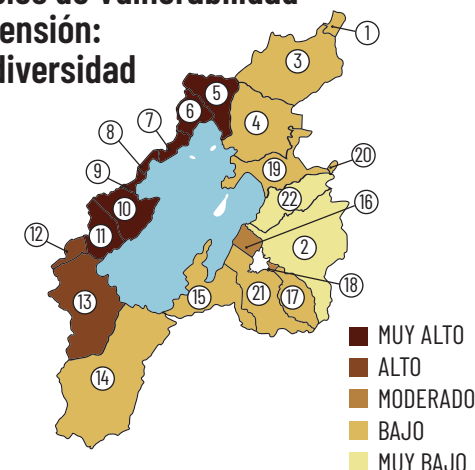


Niveles de Amenaza
Dimensión:
Biodiversidad



X

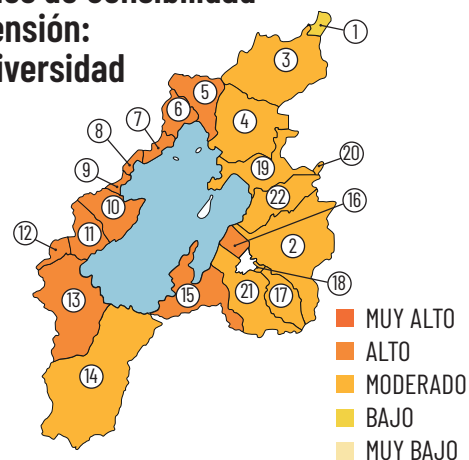
Niveles de Vulnerabilidad
Dimensión:
Biodiversidad



Vereda - Municipio

- 1 - Mortiñal (Sogamoso)
- 2 - Hato Viejo (Aquitania)
- 3 - Las Cintas (Sogamoso)
- 4 - Hato Laguna (Aquitania)
- 5 - Buitreros (Cúitiva)
- 6 - Amarillos (Cúitiva)
- 7 - Balcones (Cúitiva)
- 8 - Boquerón (Cúitiva)
- 9 - Arbolocos (Cúitiva)
- 10 - Guaquira (Tota)
- 11 - Tota (Tota)
- 12 - Toquecha (Tota)
- 13 - La Puerta (Tota)
- 14 - Suse (Aquitania)
- 15 - Daito (Aquitania)
- 16 - Vargas (Aquitania)
- 17 - Tobal (Aquitania)
- 18 - Quebradas (Aquitania)
- 19 - Susaca (Aquitania)
- 20 - Hato Laguna (Aquitania)
- 21 - Pérez (Aquitania)
- 22 - El Cajón (Aquitania)

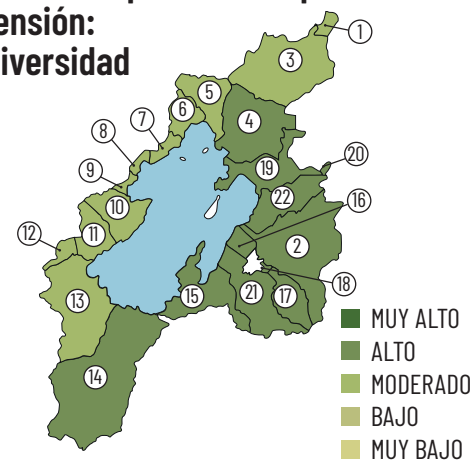
Niveles de Sensibilidad
Dimensión:
Biodiversidad



Indicadores Sensibilidad

- Frontera Agrícola (%)
- Erosion (%)
- Porcentaje del área departamental deforestada que ocurrió en el municipio
- Porcentaje de eventos: incendios forestales
- Porcentaje de eventos: inundaciones
- Porcentaje conflicto - Sobreutilización
- Porcentaje conflicto - Subutilización
- Porcentaje conflicto - Áreas pantanosas
- Porcentaje conflicto - Obras civiles y urbanas
- Porcentaje del área de la entidad territorial amenazada por fenómenos hidrometeorológicos

Niveles de Capacidad Adaptativa
Dimensión:
Biodiversidad



Indicadores Capacidad Adaptativa

- Porcentaje de Áreas Protegidas
- Porcentaje del área total de ecosistemas estratégicos
- Porcentaje en conocimiento del riesgo
- Porcentaje en reducción del riesgo
- Porcentaje de inversión - Prevención y atención de desastres



SEGURIDAD ALIMENTARIA

Esta dimensión comprende los diferentes agroecosistemas que se encuentran en la cuenca del Lago de Tota, compuestos principalmente por actividades ganaderas y agrícolas, con cultivos de cebolla, papa y hortalizas. La distribución porcentual de los agroecosistemas ubicados en la cuenca muestra que en la zona la mayoría de las veredas poseen más del 40% de sus territorios con zonas agrícolas y ganaderas. El gran porcentaje de estas áreas se encuentran en las veredas: Quebradas (Aquitania), Amarillos y Buitreros (Cuítiva), y en Tota, Toquecha y Guáquira (Tota), con más del 80% del área dedicada a estas actividades. Estas zonas son las que están expuestas a los impactos del cambio climático proyectados por los escenarios, especialmente ante el aumento de los eventos extremos de lluvia, al aumento de las sequías y al incremento de la temperatura. La combinación de estas proyecciones y el área de los agroecosistemas es lo que define el elemento de amenaza para el análisis de vulnerabilidad y riesgo.

Para la seguridad alimentaria, el nivel de **amenaza** presenta niveles *moderados a altos*. En las veredas de los municipios de Tota y Cuítiva, y algunas de Aquitania (Hato Laguna, Daitó y Tobal), son las que *mayores* niveles de amenaza presentan, debido al alto porcentaje de agroecosistemas que contienen y a los cambios significativos de temperatura y precipitación proyectados por los escenarios de cambio climático.

Para los indicadores de **sensibilidad** y **capacidad adaptativa**, se seleccionaron aquellos que mayor relación tienen con los agroecosistemas de la cuenca, y que en cierta manera reflejen aspectos que puedan ejercer presión negativa o positiva sobre ellos ante los impactos del cambio climático. Los agroecosistemas de la cuenca presentan un nivel de **sensibilidad** *alto* en todas las veredas de la cuenca. Este comportamiento se presenta principalmente por la gran cantidad de pequeñas unidades productivas agropecuarias que hay en la cuenca (es decir que los cultivos pertenecen a pequeños productores), así como por la distribución de la pobreza en estas áreas y el alto porcentaje de zonas que pueden ser afectadas por eventos hidrometeorológicos, entre otras razones.

En cuanto a la **capacidad adaptativa**, las veredas de Aquitania son las que *mayores* niveles presentan, debido, entre otras razones, al mayor acceso al que tienen a maquinaria y riego en la cuenca (debido al alto apoyo técnico agropecuario registrado en las RUAT), en comparación con las demás veredas que componen la cuenca. Adicionalmente, en Aquitania es donde se tiene una mayor cantidad de asociaciones comunales y zonas de cultivo de cebolla certificadas con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). También es el

“ En las veredas de los municipios de Tota y Cuítiva, y algunas de Aquitania (Hato Laguna, Daitó y Tobal), son quienes tienen mayores niveles de **amenaza**, debido al alto porcentaje de agroecosistemas que contienen y a los cambios significativos de temperatura y precipitación proyectados por los escenarios de cambio climático ”

“ En el riesgo por cambio climático para la dimensión de Biodiversidad, se aprecian niveles moderados a muy altos, siendo las veredas de Cuítiva, Tota y Sogamoso las que poseen un mayor nivel. ”

Para la biodiversidad, el nivel de **amenaza** presenta un comportamiento diferenciado en la zona. Los municipios de Aquitania, Cuítiva y Sogamoso son los que *mayores* niveles de amenaza presentan, debido al alto porcentaje de área de ecosistemas que encierran y a que los cambios más significativos en temperatura y precipitación se presentan en estas zonas.

Para los indicadores de **sensibilidad** y **capacidad adaptativa**, se seleccionaron aquellos que mayor relación tienen con los ecosistemas de la cuenca, y que en cierta manera reflejen aspectos que puedan ejercer presión negativa o positiva sobre ellos ante los impactos del cambio climático. Los ecosistemas de la cuenca presentan un nivel de **sensibilidad** considerable, siendo *moderado* en las veredas del oriente y sur de la cuenca; y *alto* en las veredas de Cuítiva y Tota. Este comportamiento se presenta principalmente por la expansión del área de la frontera agrícola y el nivel de erosión moderado que tienen todas las veredas de la cuenca, entre otras razones.

En cuanto a la **capacidad adaptativa**, las veredas de Aquitania son las que *mayores* niveles presenta, debido principalmente, entre otras razones, al gran porcentaje del municipio que es considerado como área protegida (complejo Tota-Bijagual-Mamapacha) y a las inversiones realizadas en el mismo para su conservación. Adicionalmente, Aquitania es el municipio que más inversiones realiza para la reducción del riesgo, en comparación con las realizadas por los otros 3, donde incluso no se tienen planes para la reducción de este.

Al combinar los análisis de sensibilidad y capacidad adaptativa (sin incluir aún la amenaza por cambio climático) que poseen las veredas de la cuenca del Lago de Tota, se encuentra que la **vulnerabilidad** resultante es *alta* para aquellas ubicadas en los municipios de Tota y Cuítiva; mientras que las ubicadas en Aquitania y Sogamoso presentan valores *moderados a bajos*, debido principalmente a su capacidad adaptativa.

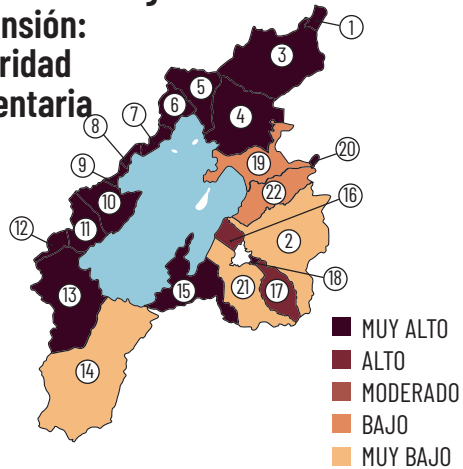
Finalmente, al incluir el elemento de amenaza para obtener el **riesgo por cambio climático** para la dimensión de Biodiversidad, se aprecian niveles *moderados a muy altos*, siendo las veredas de Cuítiva, Tota y Sogamoso las que poseen un *mayor* nivel de riesgo. Para las veredas del municipio de Aquitania, se presentan niveles de riesgo *moderados a altos* y únicamente en la vereda Hato Viejo se presentan niveles *bajos* de riesgo por cambio climático.



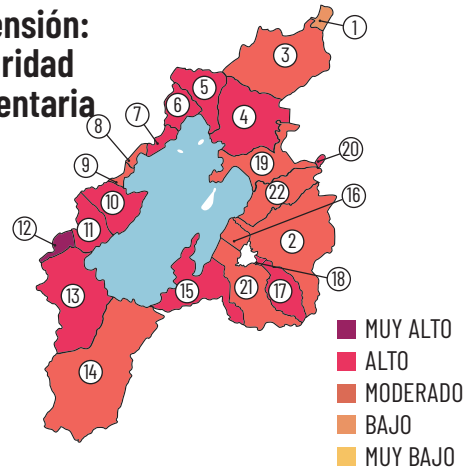
DIMENSIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

**Vulnerabilidad = Sensibilidad
Capacidad Adaptativa**
Riesgo climático = Amenaza x Vulnerabilidad

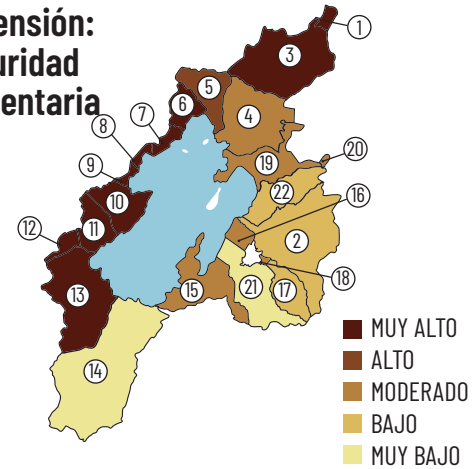
Niveles de Riesgo
Dimensión:
Seguridad
Alimentaria



Niveles de Amenaza
Dimensión:
Seguridad
Alimentaria



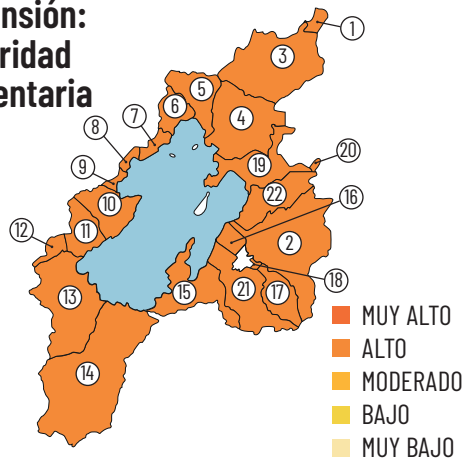
Niveles de Vulnerabilidad
Dimensión:
Seguridad
Alimentaria



Vereda - Municipio

- 1 - Mortinál (Sogamoso)
- 2 - Hato Viejo (Aquitania)
- 3 - Las Cintas (Sogamoso)
- 4 - Hato Laguna (Aquitania)
- 5 - Buitreros (Cuitiva)
- 6 - Amarillos (Cuitiva)
- 7 - Balcones (Cuitiva)
- 8 - Boquerón (Cuitiva)
- 9 - Arbolocos (Cuitiva)
- 10 - Guaquira (Tota)
- 11 - Tota (Tota)
- 12 - Toquecha (Tota)
- 13 - La Puerta (Tota)
- 14 - Suse (Aquitania)
- 15 - Daito (Aquitania)
- 16 - Vargas (Aquitania)
- 17 - Tobal (Aquitania)
- 18 - Quebradas (Aquitania)
- 19 - Susaca (Aquitania)
- 20 - Hato Laguna (Aquitania)
- 21 - Pérez (Aquitania)
- 22 - El Cajón (Aquitania)

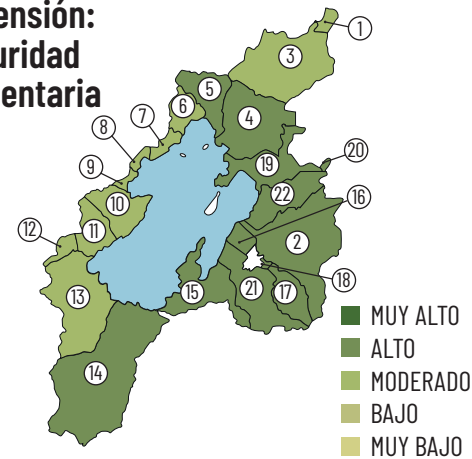
Niveles de Sensibilidad
Dimensión:
Seguridad
Alimentaria



Indicadores Sensibilidad

- Porcentaje de UPAs
- Participación del primer cultivo transitorio en la producción total de los cultivos transitorios
- Participación del segundo cultivo transitorio en la producción total de los cultivos transitorios
- Participación del tercer cultivo transitorio en la producción total de los cultivos transitorios
- Participación de los demás cultivos transitorios en la producción total de cultivos transitorios
- Índice de pobreza multidimensional - IPM
- IPM - Cabecera
- IPM - Rural
- Porcentaje conflicto - Sobreutilización
- Porcentaje conflicto - Subutilización
- Porcentaje del área de la entidad territorial amenazada por fenómenos hidrometeorológicos
- Porcentaje de eventos: inundaciones
- Porcentaje de eventos: sequías
- Erosión

Niveles de Capacidad Adaptativa
Dimensión:
Seguridad
Alimentaria



Indicadores Capacidad Adaptativa

- Porcentaje de UPA con acceso a maquinaria
- Porcentaje de UPA con acceso a infraestructura
- Porcentaje de UPA con acceso a crédito
- Porcentaje de UPA con acceso a riego
- Porcentaje de UPA con acceso a asistencia técnica
- Balance Porcentual Promedio (Ingresos-Gastos)
- Asociaciones comunales
- Zonas BPA
- Registro Único de Asistencia Técnica (RUAT)
- Porcentaje en conocimiento del riesgo
- Porcentaje en reducción del riesgo
- Porcentaje de inversión - Prevención y atención de desastres

municipio que más inversiones realiza para la reducción del riesgo, en comparación con las realizadas por los otros 3, donde incluso no se tienen planes para la reducción de este.

Al combinar los análisis de sensibilidad y capacidad adaptativa (sin incluir aún la amenaza por cambio climático) que poseen las veredas de la cuenca del Lago de Tota, se encuentra que la **vulnerabilidad** resultante es *alta* para aquellas ubicadas en los municipios de Tota, Cuítiva y Sogamoso; mientras que las ubicadas en Aquitania presentan valores de *moderados a bajos*, debido principalmente a sus altos niveles de capacidad adaptativa.

Finalmente, al incluir el elemento de amenaza para obtener el **riesgo por cambio climático** para la dimensión de Seguridad Alimentaria, se aprecia que las veredas de Cuítiva, Tota y Sogamoso son las de mayor riesgo, con niveles *muy altos*. Por otra parte, las veredas del municipio de Aquitania presentan un comportamiento diferenciado, siendo Daitó, Vargas y Tobal las que *mayores* niveles de riesgo por cambio climático presentan, mientras que las demás veredas del municipio presentan niveles *bajos* de riesgo.

HÁBITAT HUMANO



Esta dimensión comprende principalmente a los habitantes de las veredas y a sus condiciones de vida en la zona. Se tomaron como indicadores principales la cantidad total de habitantes por vereda² y el porcentaje del municipio que corresponde a predios rurales, debido a que las zonas de las veredas ubicadas en la cuenca del Lago de Tota son predios de este tipo (a excepción de la cabecera municipal del municipio de Aquitania, la cual es considerada como área urbana). En el caso de la cantidad de habitantes, la mayor cantidad de población se encuentra en las veredas de los municipios de Aquitania y Tota, con más de 400 habitantes. Se aprecia además que, en estos 4 municipios dentro de la cuenca, la mayor parte de los predios son de tipo rural con más del 90% para cada uno de ellos (a excepción de Sogamoso, donde los predios rurales son cercanos al 35%). Estos dos elementos son los que se consideraron como elementos expuestos a los impactos del cambio climático proyectados por los escenarios, especialmente ante el aumento de los eventos extremos de lluvia, al aumento de las sequías y al incremento de la temperatura. La combinación de estas proyecciones y los aspectos relacionados con los habitantes de las veredas de la cuenca del Lago de Tota es lo que define el elemento de amenaza para el análisis de vulnerabilidad y riesgo.

El nivel de **amenaza** de la dimensión de hábitat humano de las veredas de la cuenca del Lago de Tota presenta niveles *bajos a moderados*. Las veredas de los municipios de Aquitania y Cuítiva son las que *mayores* niveles de amenaza presentan, debido principalmente a la relación entre la cantidad de habitantes y de predios y los cambios de temperatura y precipitación proyectados por los escenarios de cambio climático.

Para los indicadores de **sensibilidad** y **capacidad adaptativa**, se seleccionaron aquellos que mayor relación tienen con las condiciones de vida de los habitantes de la zona, y que en cierta manera reflejen aspectos que puedan ejercer presión negativa o positiva sobre ellos ante los impactos del cambio climático. El hábitat humano en la cuenca presenta un nivel de **sensibilidad** *moderado* en la mayoría de las veredas. Únicamente en las del municipio de Cuítiva y en Tota se presentan niveles *altos*. Este comportamiento se presenta principalmente por el déficit de vivienda, en cuanto a cantidad y calidad. De igual forma, se aprecia como en estos dos municipios es donde hay una mayor cantidad de población de la tercera

“ La **capacidad adaptativa** que se presenta en la cuenca se encuentra calificada entre moderada y alta, debido principalmente a la cobertura de los servicios públicos y al acceso que se tiene a los mismos, entre otras razones. ”

2 Para esta dimensión en particular no existe información actualizada de la cantidad de habitantes de las veredas Las Cintas y Mortiñal, que pertenecen al municipio de Sogamoso. Ante esto, el presente análisis de vulnerabilidad para esta dimensión no debe ser considerado como definitivo ni representativo para estas veredas.

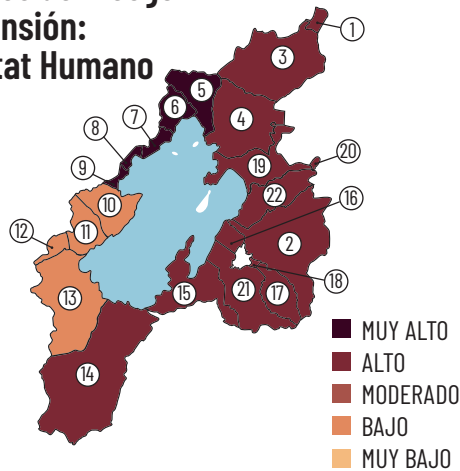


DIMENSIÓN DE HÁBITAT HUMANO

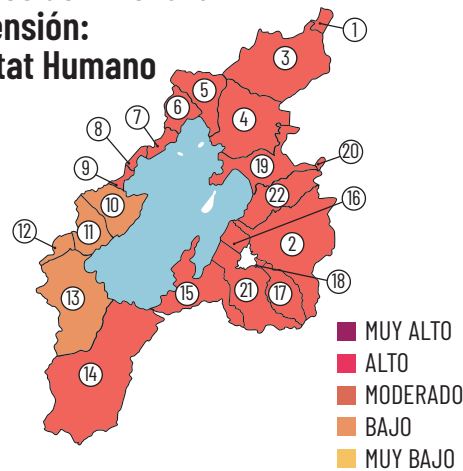
**Vulnerabilidad = Sensibilidad
Capacidad Adaptativa**

Riesgo climático = Amenaza x Vulnerabilidad

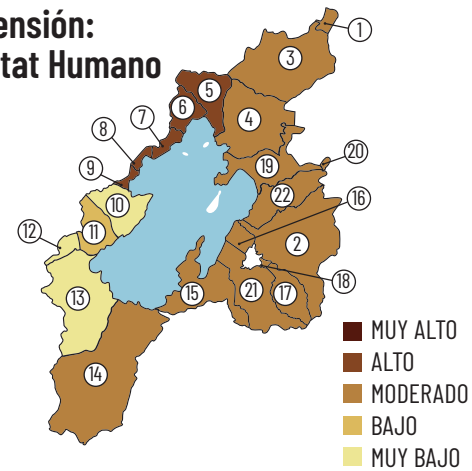
Niveles de Riesgo
Dimensión:
Hábitat Humano



Niveles de Amenaza
Dimensión:
Hábitat Humano



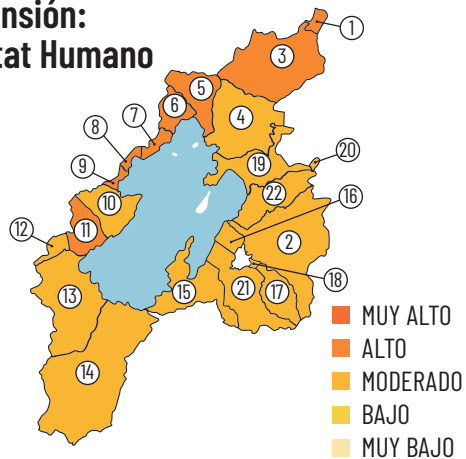
Niveles de Vulnerabilidad
Dimensión:
Hábitat Humano



Vereda - Municipio

- 1 - Mortinál (Sogamoso)
- 2 - Hato Viejo (Aquitania)
- 3 - Las Cintas (Sogamoso)
- 4 - Hato Laguna (Aquitania)
- 5 - Buitreros (Cuitiva)
- 6 - Amarillos (Cuitiva)
- 7 - Balcones (Cuitiva)
- 8 - Boquerón (Cuitiva)
- 9 - Arbolocos (Cuitiva)
- 10 - Guaquira (Tota)
- 11 - Tota (Tota)
- 12 - Toquecha (Tota)
- 13 - La Puerta (Tota)
- 14 - Suse (Aquitania)
- 15 - Daito (Aquitania)
- 16 - Vargas (Aquitania)
- 17 - Tobal (Aquitania)
- 18 - Quebradas (Aquitania)
- 19 - Susaca (Aquitania)
- 20 - Hato Laguna (Aquitania)
- 21 - Pérez (Aquitania)
- 22 - El Cajón (Aquitania)

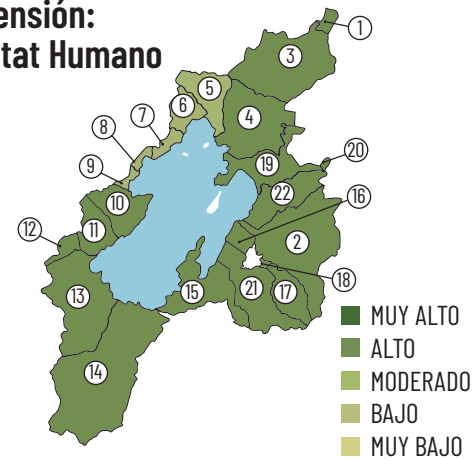
Niveles de Sensibilidad
Dimensión:
Hábitat Humano



Indicadores Sensibilidad

- Porcentaje de población de hombres de 60 o más años
- Porcentaje de población de mujeres de 60 o más años
- Déficit cualitativo de vivienda (Censo)
- Déficit cuantitativo de vivienda (Censo)
- Porcentaje de Población pobre no atendida - PPNA
- Porcentaje del área de la entidad territorial amenazada por fenómenos hidrometeorológicos
- Porcentaje de eventos: inundaciones
- Porcentaje de eventos: sequías
- Porcentaje conflicto - Obras civiles y urbanas
- Porcentaje conflicto - Otros conflictos
- Índice de pobreza multidimensional - IPM
- IPM - Cabecera
- IPM - Rural

Niveles de Capacidad Adaptativa
Dimensión:
Hábitat Humano



Indicadores Capacidad Adaptativa

- Acceso a servicios públicos
- Agua potable
- Cobertura de acueducto (REC)
- Cobertura de alcantarillado (REC)
- Balance Porcentual Promedio (Ingresos-Gastos)
- Porcentaje de inversión - Educación
- Porcentaje en conocimiento del riesgo
- Porcentaje en reducción del riesgo
- Porcentaje de inversión - Prevención y atención de desastres
- Porcentaje de inversión - Fortalecimiento institucional

edad, lo que hace que allí se tenga una población más sensible frente a los impactos del cambio climático.

La **capacidad adaptativa** que se presenta en la cuenca es entre *moderada* y *alta*, debido principalmente a la cobertura de los servicios públicos y al acceso que se tiene a los mismos, entre otras razones.

Al combinar los análisis de sensibilidad y capacidad adaptativa (sin incluir aún la amenaza por cambio climático) que poseen las veredas de la cuenca del Lago de Tota, se encuentra que la **vulnerabilidad** resultante es *moderada* para las veredas del municipio de Cuítiva, Aquitania y para la vereda Tota del municipio de Tota; mientras que las demás veredas de Tota presentan valores *bajos*. Este comportamiento se debe, en el caso de Tota, a los niveles moderados de sensibilidad y a los altos niveles de capacidad adaptativa del municipio, mientras que el resto de las veredas tienen valores más altos de sensibilidad, lo que hace que sean más vulnerables.

Finalmente, al incluir el elemento de amenaza para obtener el **riesgo por cambio climático** para la dimensión de Hábitat Humano, se aprecia que se tendrían niveles *altos* en la mayor parte de ellas. La vereda Buitreros en el municipio de Cuítiva es la que *mayor* riesgo por cambio climático presenta; mientras que las veredas del municipio de Tota son las que *menor* riesgo presentarían.

RECURSO HÍDRICO



Esta dimensión comprende el nivel de resolución con base en las 27 subcuencas que integran la cuenca del Lago de Tota. La amenaza principal en esta dimensión corresponde a los cambios que podrían darse en la precipitación, especialmente en la reducción de estas, las cuales ocasionarían una mayor cantidad de problemas de abastecimiento y calidad del recurso hídrico. Bajo los escenarios de cambio climático proyectados para el período 2026-2050, en el escenario seco se darían reducciones superiores al 10% de la precipitación anual para la mayoría de las subcuencas, y en aquellas ubicadas entre los municipios de Tota, Cuítiva, Sogamoso y el norte de Aquitania las reducciones serían más altas (de más del 20% en comparación con el clima actual). Por otra parte, bajo el escenario húmedo se presentarían aumentos de más del 28% en las lluvias en todas las subcuencas, siendo los más altos (superiores al 40%) en las que están ubicadas al sur de la cuenca del Lago de Tota, entre los municipios de Aquitania y Tota. Si bien, bajo este último escenario quizá el aumento de las lluvias no genere problemas con los volúmenes de abastecimiento del recurso hídrico, sí se pueden tener otros problemas derivados del aumento de las lluvias, tales como el aumento de los desbordamientos de los ríos, la afectación a los acueductos y sistemas de captación de agua ubicados en la cuenca, una mayor sedimentación en el lago (por el arrastre de materiales durante los eventos de lluvias fuertes o intensas), entre otros.

El nivel de **amenaza** para el recurso hídrico es de *moderado* a *alto*, debido principalmente a los cambios proyectados por los escenarios en las lluvias y a las captaciones de agua y acueductos ubicados en la zona.

Para los indicadores de **sensibilidad** y **capacidad adaptativa**, se revisaron y seleccionaron aquellos relacionados con el recurso hídrico de la cuenca y su uso en las diferentes actividades humanas, que en cierta manera reflejen aspectos que puedan ejercer presión negativa o positiva sobre ellos ante los impactos del cambio climático. En el anexo 1 se muestran los indicadores seleccionados para estos dos subíndices del análisis de vulnerabilidad. El nivel de **sensibilidad** en esta dimensión es *bajo* para las subcuencas ubicadas al occidente de la cuenca; *moderado* a *alto* en las demás subcuencas. En la subcuenca del río Tobal, ubicada en Aquitania se presentan valores *muy altos*. Este comportamiento se presenta, entre otras razones, por la alta demanda del recurso hídrico para el uso residencial y agropecuario que se da en la cuenca, especialmente en la parte oriental.

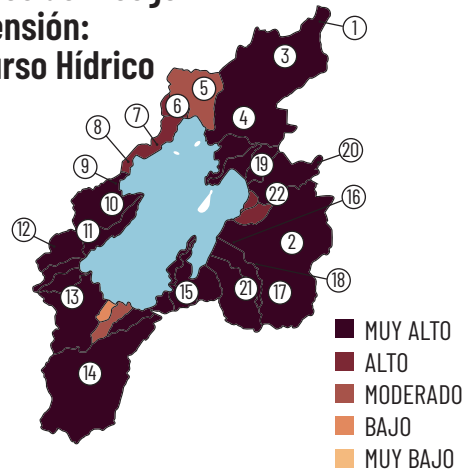
“Bajo los escenarios de cambio climático proyectados para el período 2026 - 2050, en el escenario húmedo se presentarían aumentos de más del 28% en las lluvias en todas las subcuencas, siendo los más altos (superiores al 40%) en las que están ubicadas al sur de la cuenca del Lago de Tota, entre los municipios de Aquitania y Tota.”



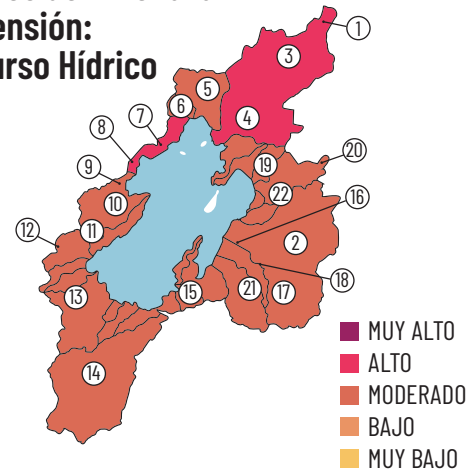
DIMENSIÓN DE RECURSO HÍDRICO

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Sensibilidad} \times \text{Capacidad Adaptativa}$$
$$\text{Riesgo climático} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

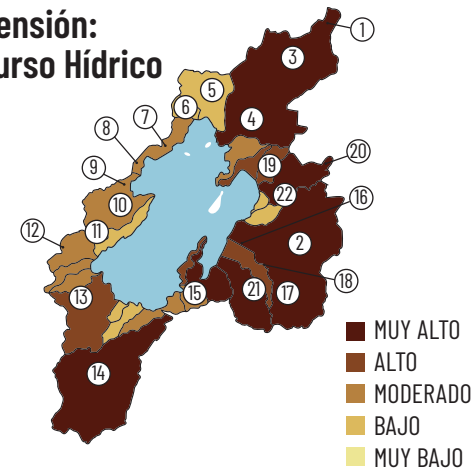
Niveles de Riesgo Dimensión: Recurso Hídrico



Niveles de Amenaza Dimensión: Recurso Hídrico



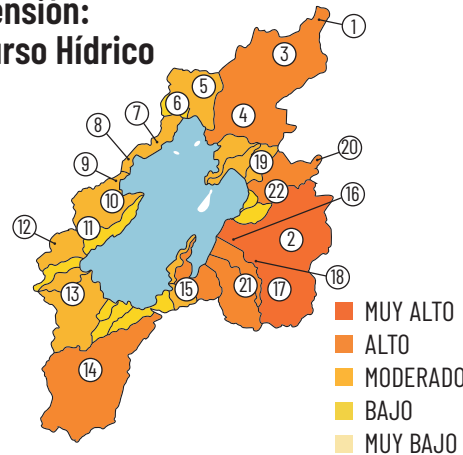
Niveles de Vulnerabilidad Dimensión: Recurso Hídrico



Subcuencas

- 1 - 351601 Directos Lago de Tota Sur - Aquitania
- 2 - 351602 Quebrada Ajies
- 3 - 351603 Directos Lago de Tota Península de Aquitania
- 4 - 351604 Cañada Los Lamos
- 5 - 351605 Quebrada Aguablanca
- 6 - 351606 Quebrada Mugre
- 7 - 351607 Río Tobal
- 8 - 351608 Directos Lago de Tota entre Río Tobal y Quebrada Los Pozos
- 9 - 351609 Directos Lago de Tota Este - Aquitania
- 10 - 351610 Quebrada Los Pozos
- 11 - 351611 Quebrada Los Corales
- 12 - 351612 Quebrada Salvia
- 13 - 351613 Directos Lago de Tota entre Quebradas Salvia y Las Cintas
- 14 - 351614 Quebrada Las Cintas
- 15 - 351615 Quebrada El Salitre
- 16 - 351616 Quebrada Los Rico
- 17 - 351617 Directos Lago de Tota Oeste - Cuitiva
- 18 - 351618 Cañada Guaquirá
- 19 - 351619 Directos Lago de Tota Oeste - Tota
- 20 - 351620 Quebrada Casasias
- 21 - 351621 Quebrada Donsiquira
- 22 - 351622 Quebrada Arrayanes
- 23 - 351623 Quebrada Guachal
- 24 - 351624 Quebrada Zapatero
- 25 - 351625 Quebrada Hato Viejo
- 26 - 351626 Zanjón San Antonio
- 27 - 351627 Río Olarte

Niveles de Sensibilidad Dimensión: Recurso Hídrico



Indicadores Sensibilidad

- Demanda Hídrica Residencial (litros por segundo)
- Demanda Hídrica Agrícola (litros por segundo)
- Ecosistemas de Alta Montaña (No Agro)(%)
- Porcentaje conflicto - Sobreutilización
- Porcentaje de eventos: sequías

Niveles de Capacidad Adaptativa Dimensión: Recurso Hídrico



Indicadores Capacidad Adaptativa

- Zonas BPA
- Balance Porcentual Promedio (Ingresos-Gastos)
- Porcentaje de inversión - Educación
- Porcentaje en conocimiento del riesgo
- Porcentaje de inversión - Fortalecimiento institucional

“ Si bien, bajo el escenario húmedo quizá el aumento de las lluvias no genere problemas con los volúmenes de abastecimiento del recurso hídrico, sí se pueden tener otros problemas derivados del aumento de las lluvias, tales como el aumento de los desbordamientos de los ríos, la afectación a los acueductos y sistemas de captación de agua ubicados en la cuenca, una mayor sedimentación en el lago (por el arrastre de materiales durante los eventos de lluvias fuertes o intensas), entre otros. ”

En cuanto a la **capacidad adaptativa**, esta es *baja* en la mayoría de las subcuencas; y es algo mayor (entre *moderada* y *alta*) en las del río Tobal, la quebrada El Salitre y en la del Lago de Tota Oeste en Cuítiva. Este comportamiento se presenta, debido principalmente, entre otras razones, a la cantidad de zonas con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) ubicadas en esas subcuencas, así como el mayor porcentaje de inversión en fortalecimiento de las instituciones y un mejor manejo de los gastos de los municipios. Adicionalmente, Aquitania es el municipio que más inversiones realiza para la reducción del riesgo, en comparación con las realizadas por los otros 3, donde incluso no se tienen planes para la reducción de este.

Al combinar los análisis de sensibilidad y capacidad adaptativa (sin incluir aún la amenaza por cambio climático) que poseen las subcuencas de la cuenca del Lago de Tota, se encuentra que la **vulnerabilidad** resultante es *alta* y *muy alta* para aquellas ubicadas al oriente, en los municipios de Aquitania y Sogamoso; mientras que las ubicadas al occidente, entre Tota y Cuítiva, presentan valores de *moderados* a *bajos*, debido principalmente a los bajos niveles de sensibilidad que se tienen allí.

Finalmente, al incluir el elemento de amenaza para obtener el **riesgo por cambio climático**, se observan que los niveles para la dimensión del Recurso Hídrico serían *muy altos* en la mayoría de las subcuencas; y solamente serían de *moderados* a *altos* en aquellas ubicadas en el municipio de Cuítiva y en las quebradas Zapatero y Hato Viejo, al sur de la cuenca del Lago de Tota.

PROPUESTAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Considerando los resultados presentados por el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, se puede evidenciar que un porcentaje considerable de la cuenca del Lago de Tota presenta riesgos climáticos altos en cada dimensión. En este sentido, se presenta a continuación algunas propuestas de medidas de adaptación al cambio climático (ver tabla 2) que podrían ser implementadas en la cuenca de forma individual o colectiva, para aumentar la capacidad adaptativa y en efecto disminuir la vulnerabilidad al cambio climático:

“ Se presenta a continuación algunas medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. ”

Dimensión	Medida de adaptación
Biodiversidad	Restauración ecológica participativa en áreas estratégicas de la cuenca del Lago de Tota
	Programas de formación y conocimiento de los ecosistemas existentes en la cuenca del Lago de Tota (Cuítiva, Tota y Sogamoso)
	Desarrollo de modelos de planificación del uso de la tierra, incorporando criterios de adaptación al cambio climático basados en ecosistemas (AbE)
Seguridad Alimentaria	Programa de apoyo y estímulo en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para los cultivos de Cebolla, Papa y Hortalizas
	Desarrollo de un sistema de alertas hidrometeorológicas tempranas para los agricultores de la cuenca del Lago de Tota
	Desarrollo de sistemas agroforestales para los cultivos de papa y hortalizas en la cuenca del Lago de Tota
Hábitat Humano	Programas semipermanentes de formación en conocimiento de riesgos y desastres para la cuenca del Lago de Tota
	Elaboración del atlas del Lago de Tota
Recurso Hídrico	Aumento de la resiliencia hídrica en la cuenca del Lago de Tota mediante cosecha de agua
	Programas semipermanentes de formación en manejo del recurso hídrico para la cuenca del Lago de Tota (Escuelas del agua)

Tabla 2. Propuestas de medidas de adaptación para la cuenca del Lago de Tota.

¡APOYO A LA TOMA DE DECISIONES!

El mundo ya está experimentando cambios en la temperatura media, cambios en las estaciones y una frecuencia cada vez mayor de fenómenos meteorológicos extremos y otros efectos del cambio climático, así como de fenómenos de aparición lenta. Cuanto más rápido cambie el clima y más tiempo se pospongan los esfuerzos de adaptación, más difícil y costoso podría ser.

La gestión del riesgo por cambio climático se encuentra ligada a la adaptación. Así pues, se busca reducir la exposición y la vulnerabilidad ante los efectos asociados a variabilidad y cambio climático; y el aumento de la resiliencia del sistema en riesgo. La sustentabilidad de las comunidades e incremento de la resiliencia solo serán posibles mediante la promoción de respuestas al cambio climático, considerando estrategias y acciones de desarrollo sustentables.

En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las situaciones beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos. En otras palabras, se trata de respuestas a los efectos de los cambios climáticos a cualquier ajuste, sea pasivo, reactivo o anticipatorio, aplicado para mejorar las consecuencias previstas o reales asociadas con los cambios climáticos.

En términos sencillos, los países y las comunidades necesitan desarrollar soluciones de adaptación e implementar acciones para responder a los impactos del cambio climático que ya están ocurriendo, así como prepararse para los impactos futuros. El éxito de la adaptación no sólo depende de los gobiernos, sino también de la participación activa y sostenida de las partes interesadas, incluidas las organizaciones nacionales, regionales, multilaterales e internacionales, los sectores público y privado, la sociedad civil y otras partes interesadas pertinentes, así como de la gestión eficaz de los conocimientos. La adaptación a los impactos del cambio climático puede llevarse a cabo en varias regiones, sectores y niveles.

El cuestionario que se presenta en este capítulo tiene como objetivo facilitar la toma de decisiones, para la reflexión y análisis de la vulnerabilidad ante los efectos asociados

a variabilidad y cambio climático, por medio del incremento de la capacidad adaptativa de cada una de las principales dimensiones analizadas. Para esto se propone una serie de preguntas que permitan identificar posibles acciones, iniciativas, proyectos o medidas de adaptación con base en los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático.

CUESTIONARIO

A partir del análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático:

1. ¿Cuáles cree que son las principales problemáticas, en cada una de las dimensiones?:
2. Enliste las causas y consecuencias de estas problemáticas por dimensiones:

	Causas	Consecuencias
Biodiversidad		
Seguridad Alimentaria		
Infraestructura		
Recurso Hídrico		

Nota: Recordar la definición de la sensibilidad: nivel en que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados por el clima. Muchas de las consecuencias pueden tener relación directa en la sensibilidad.

3. ¿Cuáles de estas problemáticas están relacionadas o se verían agravadas por variaciones actuales o futuras de temperatura y precipitación (amenazas³ climáticas) y por otras amenazas no climáticas que identifique en el territorio?

	Amenazas Climáticas	Amenazas No Climáticas
Dimensión:		
Problemática		
Dimensión:		
Problemática		
Dimensión:		
Problemática		
Dimensión:		
Problemática		

4. De la selección de problemáticas del punto anterior ¿cuáles cree usted que son los indicadores de capacidad adaptativa³ que están relacionados con cada problemática?

	Indicadores CA
Dimensión:	
Problemática	
Dimensión:	
Problemática	
Dimensión:	
Problemática	
Dimensión:	
Problemática	

3 Pueden ser los usados en este documento u otros diferentes que identifique en el territorio

5. Convierta estas problemáticas en situaciones positivas y beneficiosas, considerando la capacidad adaptativa identificada en el punto anterior.

Dimensión:	Dimensión:	Dimensión:
Problemática	Problemática	Problemática
Solución:	Solución:	Solución:

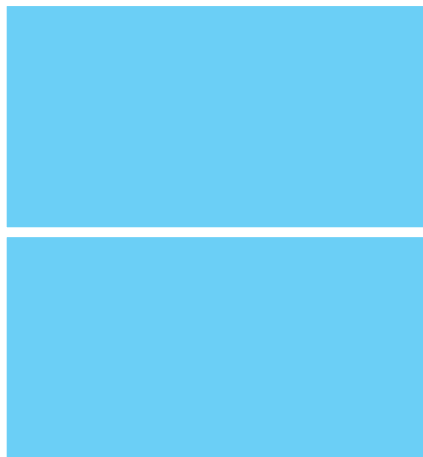
6. Con base en el punto anterior: Enliste posibles acciones, iniciativas, proyectos o medidas que crea que puedan existir o emprender en el territorio.

Problemática	Problemática	Problemática
Acciones, iniciativas, proyectos o medidas:	Acciones, iniciativas, proyectos o medidas:	Acciones, iniciativas, proyectos o medidas:

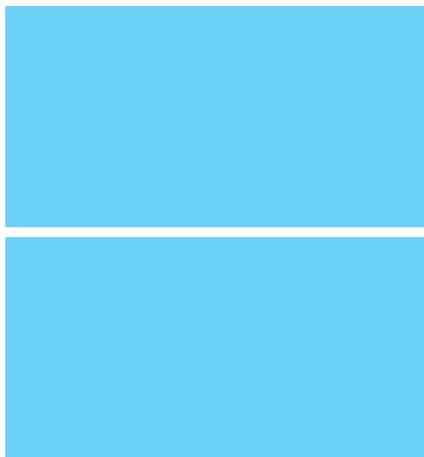
 *Nota: Revisar los conceptos claves de capacidad adaptativa y sensibilidad*

7. ¿Cómo contribuyen estas acciones, iniciativas o proyectos en disminuir la vulnerabilidad y riesgo por cambio climático?

Si se aumenta la capacidad adaptativa, se disminuye la vulnerabilidad



Si se disminuye la sensibilidad, se disminuye la vulnerabilidad



CONCLUSIONES

- * Con base en la revisión de la información disponible y actualizada que es necesaria para la elaboración del análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para la cuenca del Lago de Tota, se encontró que para las dimensiones de Salud e Infraestructura no existen los suficientes indicadores para realizar un análisis de vulnerabilidad, debido a la escala de los mismos (que en varios casos no es mayor a departamental) y a la desactualización de los últimos valores registrados (de más de 10 años).
- * Los indicadores seleccionados para el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para las dimensiones de Biodiversidad, Seguridad Alimentaria, Hábitat Humano y Recursos Hídricos para la cuenca del Lago de Tota, muestran que en la zona se tienen deficiencias importantes en varios aspectos, principalmente los relacionados con el conocimiento del riesgo, la cobertura de acueducto y alcantarillado y el acceso a los servicios públicos, entre otros indicadores. Se presentan valores bajos en estos aspectos, lo cual ocasiona que los habitantes de las veredas de la cuenca sean más susceptibles ante los impactos del cambio climático.
- * Para la Biodiversidad, la vulnerabilidad es alta para las veredas de los municipios de Tota y Cuítiva, mientras que las ubicadas en Aquitania y Sogamoso presentan valores moderados a bajos. En cuanto al riesgo por cambio climático, las veredas de Cuítiva, Tota y Sogamoso son las que mayor riesgo presentarían, mientras que las de Aquitania presentan niveles de riesgo de bajos a moderados. Estos niveles de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático se dan principalmente por la afectación que tendrían los cambios proyectados del clima en los ecosistemas de la cuenca del Lago de Tota, junto con los altos niveles de sensibilidad que se tienen en el área por aspectos tales como la frontera agrícola y la erosión moderada.
- * En la dimensión de Seguridad Alimentaria, las veredas de los municipios de Tota, Cuítiva y Sogamoso son las que presentan altos niveles de vulnerabilidad, mientras que en las de Aquitania se tiene una vulnerabilidad de baja a moderada. Este comportamiento se da principalmente por la gran cantidad de pequeños agricultores que hay en la zona, así como la distribución de la pobreza en ellas y el alto porcentaje del área de estas que es susceptible ante eventos hidrometeorológicos, entre otras razones. Por otra parte, el riesgo por cambio climático es muy alto para las veredas

de los 3 municipios del norte y occidente de la cuenca (Sogamoso, Cuítiva y Tota), mientras que Aquitania presenta niveles bajos de riesgo, debido principalmente a los altos indicadores de capacidad adaptativa que existen en la zona (asociaciones comunales, zonas con BPAs y con asistencia técnica agropecuaria, entre otras). Estos niveles de riesgo se dan principalmente por las afectaciones que podrían darse en los agroecosistemas ante el aumento de las sequías, de la temperatura y de los eventos extremos de lluvia en la zona, bajo los escenarios de cambio climático.

- * Por otra parte, para el Hábitat Humano se tienen niveles moderados a bajos de vulnerabilidad en las veredas ubicadas en la cuenca del Lago de Tota, mientras que el riesgo por cambio climático es Bajo en las veredas del municipio de Tota, y de Moderado a Alto en las veredas restantes. Este comportamiento se debe principalmente al déficit de vivienda, la cobertura y acceso a los servicios públicos y a la población de la tercera edad presente en la zona, entre otras razones.
- * Finalmente, para la dimensión de Recursos Hídricos se tiene una vulnerabilidad diferenciada, con valores Bajos a Moderados en las subcuencas ubicadas al occidente de la zona, y entre Altos y Muy Altos en el resto de estas. El nivel de riesgo por cambio climático para esta dimensión es considerable, siendo muy alto para la mayoría de las subcuencas. Este comportamiento se debe principalmente a los cambios proyectados por los escenarios de cambio climático para la precipitación, así como la gran demanda del recurso hídrico para consumo humano y actividades agropecuarias y la baja capacidad existente actualmente en la cuenca del Lago de Tota.

ANEXOS

Anexo 1. Indicadores de sensibilidad y capacidad adaptativa seleccionados para el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático de la cuenca del lago de tota.

DIMENSIÓN DE BIODIVERSIDAD			
ELEMENTO	INDICADOR	AÑO	FUENTE DE LA INFORMACIÓN
SENSIBILIDAD	Frontera Agrícola (%)	2019	UPRA
	Erosión (%)	2015	IDEAM - Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental
	Porcentaje del área departamental deforestada que ocurrió en el municipio	2016	DNP a partir de información del IDEAM
	Porcentaje de eventos: incendios forestales	2017	DNP a partir de información en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
	Porcentaje de eventos: inundaciones	2017	DNP a partir de información en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
	Porcentaje conflicto - Sobreutilización	2012	DNP a partir de información del IGAC
	Porcentaje conflicto - Subutilización	2012	DNP a partir de información del IGAC
	Porcentaje conflicto - Áreas pantanosas	2012	DNP a partir de información del IGAC
	Porcentaje conflicto - Obras civiles y urbanas	2012	DNP a partir de información del IGAC
	Porcentaje del área de la entidad territorial amenazada por fenómenos hidrometeorológicos	2016	DNP a partir de información en el IDEAM y SGC
CAPACIDAD ADAPTATIVA	Porcentaje de Áreas Protegidas	2019	DNP a partir de información en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
	Porcentaje del área total de ecosistemas estratégicos	2017	DNP a partir de información en el Instituto Humboldt y SIGMA
	Porcentaje en conocimiento del riesgo	2016	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje en reducción del riesgo	2016	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje de inversión - Prevención y atención de desastres	2017	DNP a partir de información del FUT

DIMENSIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA			
ELEMENTO	INDICADOR	AÑO	FUENTE DE LA INFORMACIÓN
SENSIBILIDAD	Porcentaje de UPAs entre 0 y 1 Ha	2014	DNP a partir de información del DANE
	Porcentaje de UPAs entre 1 y 3 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPAs entre 3 y 5 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPAs entre 5 y 10 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPAs entre 10 y 15 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPAs entre 15 y 20 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPAs entre 20 y 50 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPAs entre 50 y 100 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPAs de más de 100 Ha	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Participación del primer cultivo transitorio en la producción total de los cultivos transitorios	2016	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Participación del segundo cultivo transitorio en la producción total de los cultivos transitorios	2016	Evaluación Agropecuaria Municipal, MinAgricultura
	Participación del tercer cultivo transitorio en la producción total de los cultivos transitorios	2016	Evaluación Agropecuaria Municipal, MinAgricultura
	Participación de los demás cultivos transitorios en la producción total de cultivos transitorios	2016	Evaluación Agropecuaria Municipal, MinAgricultura
	Índice de pobreza multidimensional - IPM	2017	Evaluación Agropecuaria Municipal, MinAgricultura
	IPM - Cabecera	2017	DANE
	IPM - Rural	2017	DANE
	Porcentaje conflicto - Sobreutilización	2012	DANE
	Porcentaje conflicto - Subutilización	2012	DNP a partir de información del IGAC
	Porcentaje del área de la entidad territorial amenazada por fenómenos hidrometeorológicos	2016	DNP a partir de información del IGAC
	Porcentaje de eventos: inundaciones	2017	DNP a partir de información en el IDEAM y SGC
	Porcentaje de eventos: sequías	2017	DNP a partir de información en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
	Erosión	2017	DNP a partir de información en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

CAPACIDAD ADAPTATIVA	Porcentaje de UPA con acceso a maquinaria	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPA con acceso a infraestructura	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPA con acceso a crédito	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPA con acceso a riego	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Porcentaje de UPA con acceso a asistencia técnica	2014	Censo Nacional Agropecuario, DANE
	Balance Porcentual Promedio (Ingresos-Gastos)	2017	DNP a partir de información del FUT y DANE
	Asociaciones comunales	2019	Proyecto AICCA Colombia - Información levantada en territorio
	Zonas BPA	2019	Proyecto AICCA Colombia - Información levantada en territorio
	Registro Único de Asistencia Técnica (RUAT)	2017	Plan General de Asistencia Técnica Agropecuaria (PGAT)
	Porcentaje en conocimiento del riesgo	2016	DNP a partir de información del FUT
DIMENSIÓN DE HÁBITAT HUMANO	Porcentaje en reducción del riesgo	2016	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje de inversión - Prevención y atención de desastres	2017	DNP a partir de información del FUT
	DIMENSIÓN DE HÁBITAT HUMANO		
	ELEMENTO	INDICADOR	AÑO FUENTE DE LA INFORMACIÓN
	SENSIBILIDAD	Porcentaje de población de hombres de 60 o más años	2017 DANE
		Porcentaje de población de mujeres de 60 o más años	2017 DANE
		Déficit cualitativo de vivienda (Censo)	2017 DANE
		Déficit cuantitativo de vivienda (Censo)	2017 DANE
		Porcentaje de Población pobre no atendida - PPNA	2017 Ministerio de Salud y Protección Social
		Porcentaje del área de la entidad territorial amenazada por fenómenos hidrometeorológicos	2016 DNP a partir de información en el IDEAM y SGC
		Porcentaje de eventos: inundaciones	2017 DNP a partir de información en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
		Porcentaje de eventos: sequías	2017 DNP a partir de información en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
		Porcentaje conflicto - Obras civiles y urbanas	2012 DNP a partir de información del IGAC
		Porcentaje conflicto - Otros conflictos	2012 DNP a partir de información del IGAC
		Índice de pobreza multidimensional - IPM	2017 DANE
		IPM - Cabecera	2017 DANE
		IPM - Rural	2017 DANE

DIMENSIÓN DE HÁBITAT HUMANO			
ELEMENTO	INDICADOR	AÑO	FUENTE DE LA INFORMACIÓN
CAPACIDAD ADAPTATIVA	Acceso a servicios públicos	2017	DNP - DDDR
	Agua potable	2018	DNP - SICODIS SGP
	Cobertura de acueducto (REC)	2016	DNP a partir de información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
	Cobertura de alcantarillado (REC)	2016	DNP a partir de información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
	Balance Porcentual Promedio (Ingresos-Gastos)	2017	DNP a partir de información del FUT y DANE
	Porcentaje de inversión - Educación	2017	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje en conocimiento del riesgo	2016	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje en reducción del riesgo	2016	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje de inversión - Prevención y atención de desastres	2017	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje de inversión - Fortalecimiento institucional	2017	DNP a partir de información del FUT
DIMENSIÓN DE RECURSO HÍDRICO			
ELEMENTO	INDICADOR	AÑO	FUENTE DE LA INFORMACIÓN
SENSIBILIDAD	Demanda Hídrica Residencial (litros por segundo)	2017	DANE
	Demanda Hídrica Agrícola (litros por segundo)	2020	Proyecto AICCA (Modelación Hidrológica y Estructura Ecológica)
	Ecosistemas de Alta Montaña (No Agro) (%)	2020	Proyecto AICCA (Estructura Ecológica)
	Porcentaje conflicto - Sobreutilización	2012	DNP a partir de información del IGAC
	Porcentaje de eventos: sequías	2017	DNP a partir de información en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
CAPACIDAD ADAPTATIVA	Zonas BPA	2019	Proyecto AICCA Colombia - Información levantada en territorio
	Balance Porcentual Promedio (Ingresos-Gastos)	2017	DNP a partir de información del FUT y DANE
	Porcentaje de inversión - Educación	2017	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje en conocimiento del riesgo	2016	DNP a partir de información del FUT
	Porcentaje de inversión - Fortalecimiento institucional	2017	DNP a partir de información del FUT

REFERENCIAS

CDKN. (2017). *Estudios técnicos en riesgos y resiliencia climática anexo 2 del Plan de Crecimiento Verde y Desarrollo Compatible con el Clima para el Oriente Antioqueño*. Colombia.

FAO. (2013). *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Productor Hortofrutícola*. Santiago de Chile. doi:ISBN: 978-92-5-305693-4

IDEAM. (2011). *Sistemas agroforestales y restauración ecológica como medidas de adaptación al cambio climático en alta montaña*. Bogotá. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/ftp-uploads/pub-guiasistemasagroforestalesfinal.pdf>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2017. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/publicaciones-ideam>

IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería. (2017). *Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia*. Bogotá, Colombia. Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023731/TCNCC_COLOMBIA_CMNUCC_2017_2.pdf

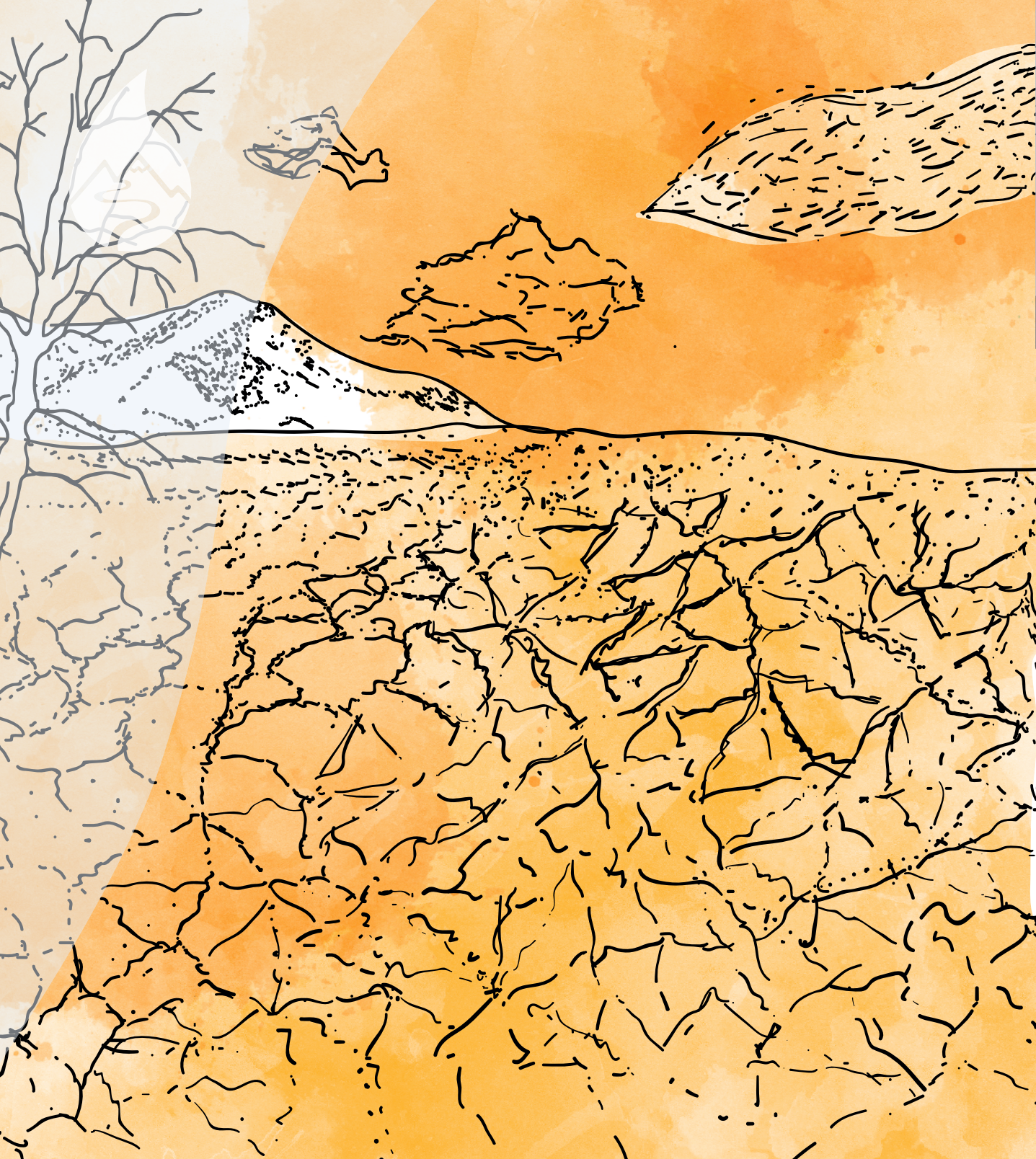
IPCC. (2012). Resumen para responsables de políticas en el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. En I. P. CHANGE, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA.: Cambridge University Press. Obtenido de https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/IPCC_SREX_ES_web.pdf

IPCC. (2014). *Cambio climático 2014 mitigación del cambio climático*. Suiza: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

MADS. (2018). *AbE, Guía de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia*. Suiza: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Bogotá D.C., Colombia.

SER. (2019). *International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration* (Segunda ed.). (S. f. Restoration, Ed.) Obtenido de https://www.ser.org/page/Standards_2nd_Ed_Download





Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina

