






La cuenca del río Atrato frente a la crisis climática:

Los Derechos de la Naturaleza y la sentencia T-622 como respuesta

SIEMBRA
Centro Sociojurídico para la Defensa Territorial

La cuenca del río Atrato frente a la crisis climática:

Los Derechos de la Naturaleza y la sentencia T-622 como respuesta

SIEMBRA
Centro Sociojurídico para la Defensa Territorial

La cuenca del río Atrato frente a la crisis climática: Los Derechos de la Naturaleza y la sentencia T-622 como respuesta. Bogotá D.C.: Centro Sociojurídico para la Defensa Territorial SIEMBRA, 2026.

Esta obra de Centro Sociojurídico para la Defensa Territorial SIEMBRA está bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento –No Comercial –Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.



Primera Edición.
ISBN: 978-628-97954-2-4
Noviembre de 2026
Bogotá D.C., Colombia

CENTRO SOCIOJURÍDICO SIEMBRA

Viviana Tacha
Directora ejecutiva

Viviana González Moreno
Sara Sofia Moreno
Rodrigo Rogelis Rincón
Subdirecciones

Sarah Kovac
Anyi Castelblanco
Lina Farfán
Sofia Ruíz
Daneisi Rubio
Equipo temático

Carolina Gómez
Paola Cárdenas
Milena Veloza
Equipo administrativo

Autor: Sarah Kovac
Coordinación y edición: Rodrigo Rogelis Rincón
Diseño y diagramación: María Alejandra Sabogal

Con el apoyo de

HEINRICH BÖLL STIFTUNG BOGOTÁ Colombia

AGIAMONDO

Ford Foundation

CONTENIDO

Introducción 4

1. Ecosistemas y vida comunitaria en el Atrato 6

1.1 Ecosistemas naturales en la cuenca del río Atrato 7

1.2 Superficies modificadas en la cuenca del río Atrato 13

1.3 La vida atrateña 16

2. Mitigación 21

2.1 Fuentes de emisiones en Colombia y en la cuenca del Atrato 22

2.2 La cuenca del río Atrato – Imprescindible para la protección del clima 23

3. Adaptación 30

3.1 Impactos climáticos y vulnerabilidades en la cuenca del río Atrato 31

3.2 Manifestaciones físicas directas del cambio climático proyectados para la cuenca del Atrato 34

3.3 Las amenazas climáticas y la vida atrateña 44

3.4 Capacitades adaptativas 63

4. Pérdidas y daños 66

4.1 Aterrizaje en la cuenca del Atrato 67

5. De los derechos de la Naturaleza al cambio climático 69

5.1 La sentencia T-622 que declaró al Atrato como sujeto de derechos 70

5.2 La sentencia del Atrato como oportunidad para la acción climática 71

Conclusiones y recomendaciones 79

Bibliografía 81

Introducción

El cambio climático sigue siendo uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo. En este momento, el mundo está sobrepasando el límite de 1,5 °C de calentamiento global, umbral que el Acuerdo de París estableció para reducir significativamente los riesgos climáticos.[1]

El Chocó, situado en el occidente de Colombia, es una de las pocas regiones del planeta donde se conjugan de manera tan pronunciada la riqueza biológica y un altísimo potencial climático. En particular, las selvas tropicales siempreverdes, las extensas ciénagas y humedales, y los valles de montaña con numerosas especies endémicas de la cuenca del río Atrato tienen una alta capacidad de almacenamiento de carbono y cumplen un papel fundamental en la protección del clima global.

El río Atrato enfrenta graves amenazas: la deforestación, la minería ilegal y la conversión de selvas en monocultivos generan daños que no solo afectan la fauna, la flora y a las comunidades afrocolombianas e indígenas de la cuenca, sino que también liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero. Esto convierte a la región en un escenario donde la crisis ambiental y la crisis climática se retroalimentan mutuamente.

Estudios señalan que, en la región del río Atrato, los efectos del cambio climático golpean a comunidades que aún no cuentan con las condiciones necesarias para enfrentarlos: el calentamiento global agravará las ya precarias condiciones de salud, alimentación y vivienda que afrontan algunas comunidades en la cuenca.

La sentencia T-622 de 2016 no solo reconoció al río Atrato como sujeto de derechos, sino que también estableció una serie de órdenes orientadas a detener la deforestación y la minería ilegal, a implementar procesos de

1 Cannon (2025). "Twelve months at 1.5 °C signals earlier than expected breach of Paris Agreement threshold."

reforestación en las zonas afectadas y a apoyar el ejercicio de los usos tradicionales del territorio y de la agricultura biocultural. Este estudio muestra que la implementación completa y ambiciosa de dichas órdenes puede constituir, al mismo tiempo, una contribución significativa a las metas climáticas de Colombia.

Tomando como referencia el río Atrato y el territorio de los 15 municipios que fueron reconocidos por la Corte Constitucional como sujeto de derechos, el estudio presenta los distintos ecosistemas y las particularidades de la vida atrateña. Este análisis también incluye el potencial de estos ecosistemas y formas de vida para frenar el cambio climático.

A continuación, el estudio ofrece un panorama de los impactos climáticos particulares en el territorio atrateño. A esto le siguen algunas reflexiones sobre el potencial de adaptación a dichos cambios en la región, así como sobre las particularidades de la gestión de pérdidas y daños climáticos presentes y futuros. Finalmente, se examina el papel que desempeña la implementación de la sentencia T-622 en este contexto, tanto desde la dimensión jurídica que implica el estatus de sujeto de derechos como en relación con las medidas y los desarrollos derivados de dichas órdenes.



1. Ecosistemas y vida comunitaria en el Atrato

El Chocó biogeográfico se extiende desde altitudes bajas hasta medias a lo largo de la región costera del Pacífico Colombiano, desde el este de Panamá, en el norte, pasando por la costa pacífica colombiana, hasta el noroeste de Ecuador, en el sur. La región pertenece a la zona climática neotropical y abarca un mosaico paisajístico diverso compuesto por llanuras costeras, valles fluviales, estrechos valles montañosos y las estribaciones de las cordilleras adyacentes.[2] Es una de las regiones con mayor precipitación del planeta[3] y, debido a su extraordinaria riqueza de especies en su extensión relativamente pequeña, se cuenta entre los centros de biodiversidad más importantes del mundo.[4]

En medio de esta región megadiversa, entre la cordillera Occidental y la Serranía del Baudó, fluye el majestuoso río Atrato. Desde su nacimiento en Carmen de Atrato, pasando por la capital chocoana, Quibdó, hasta su desembocadura en el golfo de Urabá, recorre cerca de 720 km y atraviesa 12 municipios del Chocó, mientras recibe afluentes de otros 3 municipios de Antioquia. Su cuenca se extiende por unos 40.000 km² y constituye una unidad geomorfológica propia. Su dirección de flujo es una particularidad: a diario, en su recorrido de sur a norte, recoge alrededor de 344 millones de m³ de agua a través de más de 15 afluentes mayores y decenas de afluentes menores, que desembocan en el Caribe colombiano por diversos brazos, y no en el Pacífico, como la mayoría de los demás ríos de la región. En su

2 Pérez-Escobar et al. (2019). "The Origin and Diversification of the Hyperdiverse Flora in the Chocó Biogeographic Region"

3 Poveda et al. (2000). "On the existence of Lloró (the rainiest locality on Earth: enhanced ocean-land-atmosphere interaction by a low-level Jet"

4 Myers et al. (2000). "Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities"

curso medio y bajo, alcanza anchos de entre 150 y 500 m, tiene una profundidad promedio de 11 metros y una máxima de 38 metros, y se encuentra en medio de una espesa selva difícil de atravesar.

Con la sentencia T-622, la Corte Constitucional de Colombia puso al río Atrato, su cuenca y las comunidades que allí habitan bajo protección especial. En este marco, el fallo definió la extensión de la cuenca como el territorio conformado por 12 municipios del Chocó y 3 municipios de Antioquia.[5] Es a este territorio al que se refiere el presente estudio, con excepción de un cálculo relativo a la minería sobre el cual se hará una precisión más adelante.

1.1 Ecosistemas naturales en la cuenca del río Atrato

En su curso, el río Atrato atraviesa, moldea y transforma un complejo tejido de ecosistemas que, entre las tierras altas y su desembocadura, permanece en constante movimiento —sostenido por los ritmos hidrológicos del río y por las cambiantes influencias del clima. El propio Atrato forma parte de un extenso entramado de ríos permanentes y estacionales, cuyas corrientes hidrográficas, a su vez, influyen las ciénagas estacionales de las llanuras de inundación situadas en las inmediaciones.

En la zona de inundación directa del Atrato se encuentran intensos bosques tropicales húmedos inundados, entre los que se incluyen los bosques de turba. En el año 2024, los bosques tropicales húmedos inundables se extendían en las 15 municipalidades de la cuenca del Atrato sobre una superficie de aproximadamente 499.719 ha.[6]

Sin embargo, según cifras de 2024, la superficie claramente mayor entre los ecosistemas naturales de la cuenca del río Atrato, con casi 1.993.027 ha, es

5 Acandí, Bojayá, Lloró, Medio Atrato, Riosucio, Quibdó, Río Quito, Unguía, Carmen del Darién, Bagadó, Carmen de Atrato y Yuto en el Chocó, y Murindó, Vigía del Fuerte y Turbo en Antioquía.

6 Áreas calculadas por el año 2024 con datos de MapBiomas Colombia, V.3. Para diferenciar categorías dentro de estos grupos funcionales de ecosistemas, se tomó como referencia la Tipología de Ecosistemas Globales de la UICN 2.0 (Keith et al., 2020).

el bosque de tierra firme,[7] que se compone principalmente de bosques lluviosos tropicales situados en zonas más bajas, bosques tropicales de montaña que se encuentran sobre todo en altitudes medias y pequeñas parcelas de bosques secos tropicales que ya pertenecen a la zona de influencia del Caribe.

Finalmente, justo en la costa atlántica se encuentran —a fecha de 2024— alrededor de 4.390 ha de manglares. En la siguiente tabla se describen con más detalle los distintos ecosistemas naturales.[8]

Ecosistemas naturales en la cuenca del río Atrato y el cambio climático

Ríos y quebradas

En esta categoría se incluyen todas las partes de la extensa red de ríos permanentes y estacionales de las tierras bajas, que abarca unas 50.000 hectáreas y cuya superficie varía considerablemente según la temporada.[9]

En el Atrato y sus afluentes se encuentran, además de reptiles como las tortugas de agua dulce y los caimanes de hocico ancho (Caimán crocodilus), un total de 134 especies de peces, agrupadas en siete órdenes y 30 familias. Las órdenes de peces con mayor riqueza de especies fueron, con 59 especies, los Characiformes (carácidos), entre los que se incluyen los tetras, las sardinitas y las pirañas, así como los Siluriformes (bagres), con 52 especies diferentes registradas.[10] También se encuentran muchas especies clasificadas como vulnerables, como el bagre de río (Notarius bonillai), la doncella (Ageneiosus pardalis) o la cachana (Cynopotamus atratoensis). Esta riqueza de peces convierte a la cuenca del río Atrato en la principal fuente de pescado de agua dulce como alimento en la zona del Pacífico de Colombia.[11] El ciclo de vida de muchas especies de peces está estrechamente relacionado con las fluctuaciones hidrológicas del río Atrato. Por ejemplo, el bocachico, en una migración masiva durante el período de aguas bajas, remonta el río en busca de

7 Áreas calculadas por el año 2024 con datos de MapBiomas Colombia, V.3. Para diferenciar categorías dentro de estos grupos funcionales de ecosistemas, se tomó como referencia la Tipología de Ecosistemas Globales de la UICN 2.0 (Keith et al., 2020).

8 Ibid.

9 Números muestran las áreas promedias del año 2024, calculados con cifras de MapBiomas Colombia, V.3

10 Maldonado-Ocampo et al. (2006). "Peces del río Atrato, zona hidro geográfica del caribe, Colombia"

11 Salazar-Camacho et al. (2022). "A human health risk assessment of methylmercury, arsenic and metals in a tropical river basin impacted by gold mining in the Colombian Pacific region"

alimento hasta los afluentes del Atrato y desova en el cauce del río, mientras que durante las aguas altas prefiere permanecer en las ciénagas.[12]

Además, en el Atrato se ha encontrado la mayor abundancia y riqueza de escarabajos de todo el Chocó. Las familias más numerosas fueron las Elmidae y las Psephenidae, escarabajos acuáticos que, debido a sus altos requisitos de oxígeno, viven casi exclusivamente en aguas corrientes.[13] [14]

Ciénagas estacionales de llanuras de inundación

En su mayoría ubicadas en las inmediaciones del Atrato, se encuentran —con una superficie que varía considerablemente según la temporada de lluvias o la de sequía— más de 58.000 ha de ciénagas estacionales de llanuras de inundación, clasificadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como un tipo de formación natural no forestal inundable.[15] Estos cuerpos de agua poco profundos son sistemas pulsantes: tienen una conexión directa o indirecta con el río Atrato y están sujetos a sus fluctuaciones de nivel, que causan cambios pronunciados entre fases terrestres y acuáticas.[16]

Sus suelos están saturados de agua, y las altas concentraciones de productos de descomposición orgánica procedentes de material vegetal suelen hacer que el agua adquiera un color marrón. Las orillas de las ciénagas tienden a estar cubiertas de plantas acuáticas, y en las aguas abiertas y las ensenadas crecen plantas flotantes y temporalmente arraigadas, como la lente de agua (Pistia stratiotes L.), la lente gibosa (Lemna gibba L.) y el jacinto de agua (Eichhornia crassipes).[17]

Este ecosistema, creado por el propio río Atrato, se caracteriza además por una gran riqueza y diversidad de fauna: Aquí se encuentra una gran variedad de anfibios, reptiles (en la zona pantanosa del Bajo Atrato se han registrado más de 30 especies), invertebrados y, sobre todo, más de 300 especies de aves, de las cuales 50 son endémicas solo en la zona pantanosa del Bajo Atrato, además de numerosas aves acuáticas. La presencia de una gran variedad de microhábitats ofrece, sobre todo a las

12 Mojica et al. (2012). „Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012“
13 Archangelsky et al (2009). “Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos“
14 Mosquera et al. (2018). “Riqueza genérica y distribución de los coleópteros acuáticos del Departamento del Chocó - Colombia, depositados en la Colección Limnológica de la Universidad Tecnológica del Chocó“
15 Keith et al. (2020). “Tipología de ecosistemas globales de la UICN 2.0“
16 Moreno et al. (2009). “Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables (Ciénagas) en Colombia“
17 IIAP (2018). “Estudio técnico para la designación del nuevo sitio Ramsar Complejo cenagoso del Bajo Atrato, Chocó. Colombia“

aves migratorias que llegan del norte del continente, zonas únicas para alimentarse, protegerse y descansar.[18] [19]

A medida que se avanza más hacia el norte, acercándose al océano, no solo el agua de las ciénagas estacionales se vuelve más salada y está más influenciada por las mareas oceánicas, sino que además aquí se mezclan cada vez más las especies de los biomas pacífico y caribeño, lo que a su vez conduce a, por ejemplo, un aumento de la diversidad de los anfibios en esta zona.[20]

Bosques tropicales inundados y bosques de turba

Estos bosques de dosel cerrado están ubicados en las inmediaciones del río Atrato y sus afluentes, y se encuentran en suelos inundados durante todo el año o estacionalmente. Tienen una alta biomasa y densidad de follaje, por lo que pueden almacenar mucho carbono en la biomasa aérea.

Dentro de estos ecosistemas se distinguen estos tipos de bosques:

- Los bosques ribereños de aguas blancas no están inundados permanentemente y sufren más de la erosión de los nutrientes, lo que dificulta el almacenamiento de carbono en el suelo y las raíces. En el Chocó, aquí se incluyen los cativales a lo largo de los tramos medio y bajo del río Atrato, llamados así por el cativo (Prioria copaifera), que suele ser la especie dominante.[21]
- Los bosques de turberas de aguas negras corresponden a áreas forestales permanentemente inundadas, en las cuales se favorece la formación de suelos de turba con un alto contenido de materia orgánica. La acumulación de turba, junto con la biomasa vegetal y la hojarasca, permite que estos ecosistemas almacenen y capturen grandes cantidades de carbono. Esto los convierte en uno de los ecosistemas más valiosos con la mayor contribución al almacenamiento de gases de efecto invernadero. Bosques de turberas de agua negras se encuentran en las inmediaciones del río Atrato y sus afluentes, y albergan comunidades vegetales como los naidisales, asociados a las palmas de naidí o de acai (Euterpe oleracea); los panganales, dominados por la palma pangana (Raphia taedigera) y otras plantas de la familia de las aráceas; y el guandal.[22]

18 CODECHOCO (2023). "Plan de gestión ambiental regional del Chocó (PGAR) 2023-2034"
19 IIAP (2018). "Estudio técnico para la designación del nuevo sitio Ramsar Complejo cenagoso del Bajo Atrato, Chocó. Colombia"
20 IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA (2016). "Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero Colombia"; 2) Romero-Martínez et al. (2008). "Estudio preliminar de la fauna anfibia en el Cerro Murrucucú, Parque Natural Nacional Paramillo y zona amortiguadora Tierralta, Córdoba, Colombia"
21 Valoyes et al. (2012). "Estructura ecológica principal del Chocó Biogeográfico según criterio de diversidad y singularidad de especies y ecosistemas"
22 CODECHOCO (2023). "Plan de gestión ambiental regional del Chocó (PGAR) 2023-2034"

La fauna documentada en los bosques tropicales inundados comprende, además de una gran variedad de aves y anfibios, diversos mamíferos y reptiles: Entre los grupos documentados se encuentran especies con afinidad por ambientes semiacuáticos (perros de agua, iguana verde), especies con buenas capacidades natatorias (la paca, la tayra y el jaguar); así como numerosas especies con hábitat en los árboles, entre ellas monos, pecaríes, geckos, anolis y boas.[23]

Bosques lluviosos tropicales

Estos bosques siempreverdes tienen una cubierta forestal compleja que abarca múltiples capas y producen una alta biomasa primaria. Los bosques tropicales lluviosos se encuentran en regiones donde las precipitaciones superan la evapotranspiración y donde no hay estaciones pronunciadas. Su rápido crecimiento y sus complejas estructuras les permiten almacenar mucho carbono por hectárea. Esto los convierte en valiosos aliados contra el cambio climático.[24] En el Chocó se pueden encontrar en estos bosques especies de árboles como el choibá (Dipteryx oleifera), el carrá (Huberodendron patinoi), el algarrobo (Hymenaea oblongifolia), y el cauchillo (Castilla elastica).[25] El choibá, como árbol emergente de hasta 55 metros de altura, no solo brinda hábitat a aves y primates, sino que su madera dura tiene importancia comercial y el aceite de sus semillas comestibles puede usarse como fuente de luz. El carrá, al igual que el choibá, está catalogado como especie maderable en riesgo.[26] El bosque lluvioso tropical es hábitat, sobre todo, de especies neotropicales ampliamente distribuidas, como el jaguar y el pecarí, así como de aves más propias de las tierras bajas, como los tucanes o las guacamayas. También presenta una alta diversidad de ranas, como las ranas venenosas (Dendrobatidae).[27]

23 Ver: 1) Urrutia (2017). „Fauna Asociada a los Cativales del Municipio de Riosucio, como Aspecto Relevante dentro de la Estructura Ecológica Principal del Chocó Biogeográfico“; 2) IIAP (2013). “Herpetofauna asociada a los panganales de la cuenca del río Atrato, Chocó“

24 Keith et al. (2020). “Tipología de ecosistemas globales de la UICN 2.0”

25 IIAP (2008). “Inventario, priorización y caracterización de ciénagas del Medio Atrato, Chocó“

26 Ver: 1) Forest Trends (2021). “Timber Legality Risk Dashboard: Colombia“; 2) IIAP (2018). “Estudio técnico para la designación del nuevo sitio Ramsar Complejo cenagoso del Bajo Atrato, chocó. Colombia“, pág. 75

27 Rangel et al. (2004). “Colombia Diversidad Biótica IV: El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica“

Bosques montano tropical

Estos bosques de montaña se caracterizan por un dosel arbóreo de una sola capa, del cual cuelgan epífitas como helechos, musgos, líquenes, orquídeas y bromelias, un rasgo que los distingue claramente de los bosques lluviosos de tierras más bajas. En el Chocó, este tipo de bosque se encuentra desde aproximadamente los 700 metros de altitud a lo largo de la Cordillera Occidental, en el borde oriental de la cuenca del Atrato, hasta más allá de su nacimiento. El bosque montano tropical presenta un dosel de 20 a 35 metros de altura y está dominado por familias del orden Rosales, como Cunnoniaceae, Brunelliaceae y Rosaceae.[28]

La fauna en el bosque montano tropical se caracteriza por especialistas fuertemente endémicos a nivel local, estrechamente ligados a determinados rangos altitudinales o cordilleras aisladas, sobre todo entre las aves y los anfibios. Entre las aves endémicas y vulnerables características se encuentran, por ejemplo, el tángara de Tatamá y el loro orejiamarillo.[29] En las regiones montañosas se registra la mayor diversidad de anfibios de toda la región del Chocó. En términos numéricos y de riqueza de especies, predominan las ranas del género Pristimantis (familia Strabomantidae), así como las ranitas de cristal (familia Centrolenidae).[30]

Bosques secos tropicales

Este tipo de bosque se presenta de manera muy esporádico en la región definida en la sentencia sobre el río Atrato; solo se encuentra de manera puntual en la parte del municipio de Turbo que ya está fuertemente marcada por el Caribe y en menor proporción por el Atrato, una región muy influenciada por los monocultivos y la ganadería.[31] El bosque tropical seco se encuentra en altitudes de hasta 1.000 metros en zonas muy calurosas.[32] Allí, la marcada variación estacional de las precipitaciones da lugar a tasas de crecimiento primario más bajas que en los bosques tropicales húmedos.[33] Se trata de bosques con un dosel cerrado sobre suelos muy fértiles, que albergan una gran diversidad de especies especialistas que se han adaptado a los cambios estacionales. El bosque tropical seco es entre los bosques más amenazados del mundo.[34]

28 Keith et al. (2020). "Tipología de ecosistemas globales de la UICN 2.0."
29 Gómez-Zuluaga et al. (2024). "Las aves del Parque Natural Regional Las Tángaras en el municipio de El Carmen de Atrato, Chocó, Colombia"
30 Patiño-Ocampo et al. (2024). "Caracterización ecológica de la herpetofauna en el Parque Natural Regional Las Tángaras en El Carmen de Atrato, Chocó, Colombia"
31 Pizano et al. (2015). "El bosque seco tropical en Colombia"
32 Banda et al. (2015). "Bosque Seco Tropical"
33 Números muestran el área promedio del año 2024, calculados con cifras de MapBiomas Colombia. Ver: 1) Keith et al. (2020). „Tipología de ecosistemas globales de la UICN 2.0".
34 Pizano et al. (2015). "El bosque seco tropical en Colombia"

Manglares

Los manglares son plantas que crecen en aguas costeras, principalmente en suelos inundados. Son ingenieros estructurales: con su presencia crean, estabilizan o conservan hábitats para otras especies. Se encuentran entre los ecosistemas costeros más productivos y son un importante sumidero de carbono azul, ya que almacenan carbono en sus raíces, sedimentos y biomasa. Sus raíces, que se encuentran en gran medida sumergidas y ancladas en el sedimento, no solo son fundamentales para proteger las costas y las riberas de los ríos en los estuarios frente a la erosión y la acción del oleaje,[35] sino que también generan hábitats estructuralmente complejos que sirven como refugio, zonas de alimentación y áreas de crianza para numerosos organismos acuáticos. En particular, los estadios juveniles de diversas especies de peces marinos y de agua dulce, así como de diferentes crustáceos, entre ellos camarones y cangrejos, utilizan los manglares como zonas de crianza y desarrollo.[36]

En el Chocó, los manglares incluyen especies pertenecientes a los géneros Rhizophora, Avicennia y Pelliciera, y suelen estar asociados tierra adentro con arracachales adyacentes.[37]

1.2 Superficies modificadas en la cuenca del río Atrato

Una parte considerable de la flora y fauna en la cuenca del río Atrato se ha perdido en las últimas décadas debido a la destrucción de hábitats naturales por parte del ser humano.

En una zona extensa en el norte y noreste del curso del río, de más fácil acceso, se ha expandido desde la década de 1930 —y a una velocidad cada vez mayor desde la década de 1980— la agroindustria con ganadería y monocultivos de plátano a gran escala.[38] En el año 2024, más de 473.600 hectáreas de la cuenca del río Atrato eran área agropecuaria.[39]

35 Keith et al. (2020). "Tipología de ecosistemas globales de la UICN 2.0."
36 Nagelkerken et al. (2008). "The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review"
37 Ver: 1) CODECHOCO (2023). "Plan de gestión ambiental regional del Chocó (PGAR) 2023-2034"; 2) Valoyes et al. (2012). "Estructura ecológica principal del Chocó Biogeográfico según criterio de diversidad y singularidad de especies y ecosistemas"
38 Rogelis et al. (2022). "El Atrato es la Vida: conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato".
39 Áreas calculadas para el año 2024 con datos "Cobertura" de MapBiomas Colombia, V.3.

Estrechamente relacionada con la conversión de bosques naturales en tierras agrícolas para fines agrícolas está la llegada de la explotación industrial a gran escala de la madera en la cuenca baja y la parte norte de la cuenca media, lo que aceleró enormemente la deforestación en la región.[40]

En el sector sur de la cuenca alta del río Atrato —una zona de difícil acceso— se instaló la minería mecanizada, que fue expandiéndose hacia el norte a lo largo de la cuenca alta y en algunos tramos de la cuenca media.[41] En el año 2024, se realizaban actividades mineras ilegales de alrededor de 4.000 hectáreas de los 15 municipios ribereños del río Atrato; si a esta cifra se suma la explotación minera en el río Quito —afluente del Atrato—, el total asciende a 10.286 hectáreas, sin incluir en este cálculo las áreas clasificadas como playas, dunas, bancos de arena u otras superficies no naturales carentes de vegetación, que con frecuencia se contabilizan como parte de la zona minera.[42]

Otras 2.598 hectáreas de la cuenca del Atrato se utilizan para infraestructura urbana, como carreteras, zonas residenciales, puertos, espacios públicos y similares.[43]

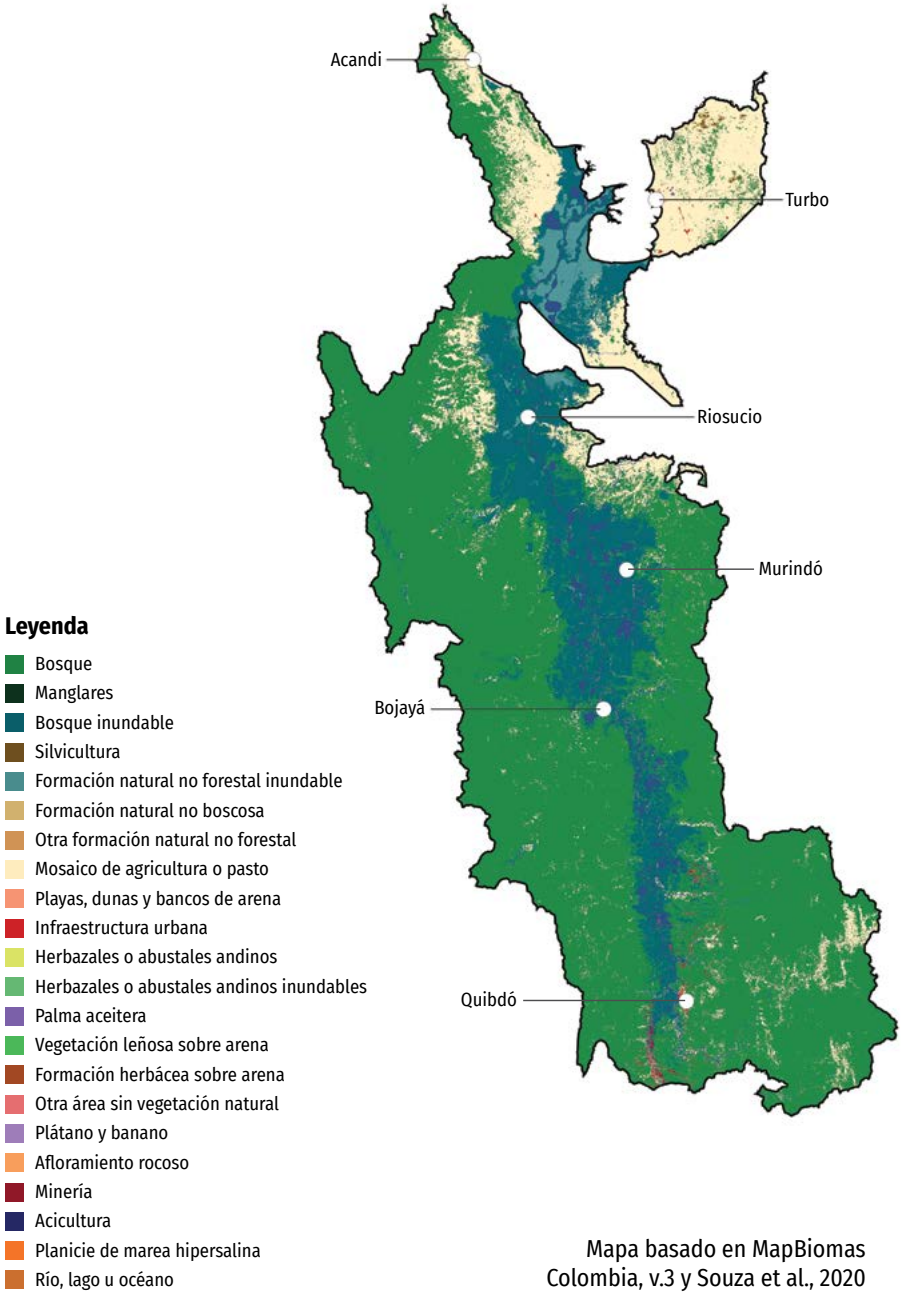
40 Rogelis et al. (2022). "El Atrato es la Vida: conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato".

41 Ver: 1) Rogelis et al. (2022). "El Atrato es la Vida: conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato" 2) Castillo (2013), "Los retreros y la gente del río Condoto: minería y transformaciones socioambientales en el Chocó, 1975-2013"; 3) Quiroga (2011). "Cambios y persistencias en el subsistema minero aluvial de territorio colectivo de Asocasán (Tadó, Chocó), entre 1960 y 2010"

42 Áreas calculadas para el año 2024 con datos "Cobertura" de MapBiomas Colombia, V.3.

43 Ibid.

Mapa 1. Cobertura de ecosistemas y uso de suelos en los municipios en la cuenca del rio Atrato en el año 2024.



Mapa basado en MapBiomas Colombia, v.3 y Souza et al., 2020

1.3 La vida atrateña

La cuenca del río Atrato es una zona de difícil acceso: su ubicación entre la cordillera Occidental y la Serranía del Baudó al oeste, que la separa del Pacífico, junto con sus bosques densos y a menudo inundados, hace que la zona sea difícil de atravesar, con excepción de la parte más nororiental, cerca de Turbo, y de algunos sectores de la cordillera Occidental. En la cuenca del río Atrato, las principales vías de transporte no son las carreteras, sino las embarcaciones que surcan los numerosos ríos y ciénagas.

Tanto la población negra (que en muchos municipios de la cuenca del río Atrato representa más del 80 % de los habitantes) como las comunidades indígenas (cuya proporción en los municipios de la cuenca oscila entre <5 % y 50 %) se asientan en pequeños asentamientos y fincas dispersas a orillas del río.[44] En su cultura, la movilidad y el desplazamiento a lo largo de las riberas ocupan un lugar importante: La libre circulación por los ríos es un requisito indispensable para mantener las relaciones familiares y comunitarias, intercambiar productos y encontrarse con personas de otros ríos.[45] Los consejos comunitarios, que muchas comunidades negras han establecido a lo largo de las distintas cuencas fluviales, pueden considerarse una forma de institucionalización de estas «relaciones en movimiento».[46]

Otra característica esencial de la vida atrateña es su movimiento constante, resultado del estrecho vínculo que las comunidades locales mantienen con la naturaleza y con los ritmos del río. Las sinuosas redes fluviales, sus cascadas y estrechos, las marcadas variaciones en el nivel de las aguas, las altas precipitaciones y las inundaciones frecuentes de gran escala han moldeado profundamente las dinámicas territoriales y los patrones de la vida cotidiana en la región.[47]

44 DANE (2005). "Atlas Estadístico: Tomo I Demográfico"

45 Ver: 1) Rogelis et al. (2022). "El Atrato es la Vida: conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato"; 2) Viviana González y Rodrigo Rogelis (2022), "El río Atrato tras 5 años de la sentencia T-622 que lo declaró como un sujeto de derechos"

46 Oslender (2004). "Fleshing out the geographies of social movements: Colombia's Pacific coast black communities and the 'aquatic space"

47 Ibid.

Asentamientos y territorio

El movimiento y la conexión con la naturaleza también se reflejan en la ubicación y la estructura de los asentamientos indígenas y de las comunidades negras. Ambos siguen un modelo de asentamiento con pequeñas poblaciones poco densas a orillas del río, con granjas dispersas a lo largo de las riberas; ambos construyen sus viviendas sobre pilotes de madera para evitar las inundaciones. [48]

Para ambas comunidades el rio y el territorio son más que lugares, son "espacios vitales heredados, con una historia, e impregnados de la memoria ancestral; en ellos se cruzan entonces el pasado y la experiencia cotidiana de los ritmos de la vida".[49] Esta comprensión implica que el territorio y las tradiciones allí arraigadas deben conservarse de tal manera que puedan transmitirse a las futuras generaciones. La reproducción de la vida y la negativa a la sobreexplotación —mediante el enfoque en lo necesario de la naturaleza circundante y teniendo en cuenta sus fases de recuperación— constituyen entonces una pauta importante de la vida atrateña.[50]

Los ríos, como principal vía de comunicación en la región, propiciaron intercambios culturales que se expresan, entre otros, en las múltiples fiestas patronales tradicionales. Al mismo tiempo, favorecieron el desarrollo de sistemas de confianza mutua, de trabajo mancomunado, de una capacidad de autogestión colectiva y de visiones conjuntas de solución de problemas comunes: Dinámicas que favorecen el mantenimiento de las tierras colectivas de comunidades negras y los resguardos indígenas, figuras bajo las cuales se encuentra organizada gran parte del territorio en la cuenca del río Atrato.[51]

48 Henríquez Chacín (2020). "Sembrar el futuro, recordar el pasado: plantas y reconfiguraciones del territorio en Bellavista, Bojayá"

49 Rogelis et al. (2022). "El Atrato es la Vida: conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato", pág. 39

50 Viviana González y Rodrigo Rogelis (2022), "El río Atrato tras 5 años de la sentencia T-622 que lo declaró como un sujeto de derechos"

51 ACIA (1992). Etnia, Territorio y Cultura

El Sistema productivo tradicional

El sistema biocultural de autoabastecimiento de los afroatrateños, compuesto por agricultura, pesca y caza, está adaptado a los ritmos y características territoriales del río Atrato. Esto contribuye a garantizar la subsistencia comunitaria y, al mismo tiempo, la conservación de las condiciones ecológicas y las dinámicas funcionales del río.

La agricultura es de carácter no intensivo y combina el uso de diferentes zonas de cultivo, siguiendo los ciclos de inundación, con prácticas de barbecho que permiten períodos de regeneración de entre cinco y quince años. En las zonas cercanas a las viviendas y al río se utilizan huertas y azoteas para el cultivo de plantas medicinales y productos de pancoger. Esta actividad se complementa con el cultivo de productos para la subsistencia, como plátano, banano, maíz, caña y árboles frutales, en zonas que van rotando y que se encuentran más adentradas en el monte. A su vez, estas prácticas se combinan con actividades de caza y recolección de frutos y hojas en el bosque primario, conocido localmente como monte bravo, lo que permite mantener un uso no intensivo de los recursos disponibles para el autoabastecimiento.[52] A esto se suma la pesca durante la época de subienda de peces en el río Atrato, que constituye otra importante fuente de sustento.[53]

Tanto la rotación en la ubicación de los terrenos de siembra y cosecha, como el desplazamiento entre distintas fuentes de alimento vegetal —cultivadas y recolectadas—, siguiendo el ciclo anual y de inundación, evitan el sobreuso de las fuentes alimenticias vegetales; de manera similar, las delimitaciones espaciales y temporales de la pesca y la caza previenen la reducción de la fauna por uso extensivo.

El aprovechamiento forestal, a través de una siembra y cosecha rotativa y discontinua en zonas seleccionadas, y la minería tradicional, con mecanismos artesanales de bajo impacto, completan los sistemas productivos de los atrateños aportando los productos destinados a la comercialización en

52 ACIA (1992). Etnia, Territorio y Cultura.
53 Rogelis et al. (2022). "El Atrato es la Vida: conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato"

los momentos puntuales del año en que disminuye la disponibilidad de los productos de autoabastecimiento.[54]

Conflicto armado, industrias extractivistas y la vida atrateña

Con el conflicto armado y las economías de guerra asociadas que llegaron a la región en la década de 1990, surgieron en la cuenca del río Atrato formas económicas basadas en el extractivismo masivo de recursos naturales y orientadas a la acumulación de capital, una lógica que contrasta por completo con el modo de vida atrateño, basado en el cuidado respetuoso de la naturaleza.

Dado que la debilidad institucional y la ausencia temporal del Estado en la región dificultaron el control de estas economías, se produjo una expansión masiva de la presencia de grupos armados y de su control sobre diversas industrias extractivas.[55]

Además de la crisis humanitaria provocada por el conflicto armado, este proceso afectó negativamente el modo de vida de las comunidades de otras dos maneras profundas. En primer lugar, la deforestación, el desvío de cursos de agua, la destrucción de cauces, el desecamiento de humedales y el vertido de sustancias tóxicas provocaron una tremenda crisis ambiental. Esto dañó tanto la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema fluvial como el territorio —la base esencial de las prácticas bioculturales y, por lo tanto, de la existencia de las comunidades atrateñas.

En segundo lugar, los ríos, como arterias de transporte, fueron durante el conflicto armado siempre objeto de disputas. La correspondiente restricción de la movilidad y la comunicación dificultó a las comunidades atrateñas el mantenimiento de sus vínculos sociales y de la vida comunitaria, y a menudo les impidió acceder a los sitios de producción biocultural dispersos por el territorio.[56]

54 Rogelis et al. (2022). "El Atrato es la Vida: conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato"

55 Ibid.

56 Viviana González y Rodrigo Rogelis (2022), "El río Atrato tras 5 años de la sentencia T-622 que lo declaró como un sujeto de derechos".

El debilitamiento del sistema de abastecimiento biocultural que sustentaba a las comunidades provocó un enorme deterioro de la autonomía productiva y la soberanía alimentaria. Al mismo tiempo, limitó significativamente la flexibilidad en el uso de los bienes de la naturaleza —es decir, precisamente esa capacidad que desde siempre ha evitado la sobreexplotación de recursos específicos.

Una consecuencia de estos acontecimientos fue una creciente dependencia de las comunidades atrateñas precisamente de esos sistemas de explotación que, en primer lugar, provocaron la crisis.

La necesidad, surgida de estos procesos destructivos, de proteger al río Atrato y a las comunidades que allí viven de las consecuencias devastadoras de las industrias extractivistas de minería ilegal y la deforestación, culminó en 2016 en la histórica sentencia T-622. En ella, la Corte Constitucional de Colombia definió al río Atrato como sujeto de derecho y reconoció la relación recíproca entre las comunidades afrocolombianas e indígenas y el Atrato y sus ecosistemas. En virtud de esta sentencia, el río posee derechos, cuya protección es responsabilidad del Estado colombiano.[57]

57 Centro Sociojurídico SIEMBRA (2022). "El Atrato como Sujeto de Derechos"

2. Mitigación

Nuestro planeta se está calentando. A diferencia de los cambios de temperatura del pasado, el calentamiento actual es de origen humano. La causa principal de esta problemática son las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano, liberadas a la atmósfera. Estas provienen sobre todo de la quema de combustibles fósiles —carbón, petróleo y gas— para generar electricidad y calefacción, así como para la producción industrial y el transporte. También contribuyen la deforestación y la destrucción de ecosistemas naturales, ya sea para extraer madera, convertir bosques en tierras agrícolas o desarrollar actividades mineras. Con más gases de efecto invernadero en la atmósfera, el calor del sol queda atrapado y el clima se calienta.

Los efectos varían según el contexto geográfico, pero en general se observan fenómenos cómo el aumento del nivel del mar, inundaciones más frecuentes e intensos, y la pérdida de hábitats y biodiversidad.[58]

Existen varios métodos para frenar o detener el cambio climático y proteger el clima que se conocen como medidas de mitigación. La más importante es la transición energética: dejar atrás los combustibles fósiles y avanzar hacia energías renovables como la solar, la eólica y la pequeña hidroeléctrica, tanto para generar electricidad y calefacción, como para la industria. A esto se suma el fomento del transporte público y la electrificación de la movilidad, así como frenar la deforestación y la pérdida de ecosistemas sobre todo en bosques primarios, ciénagas y manglares, que almacenan grandes cantidades de carbono. Con medidas adicionales, como la reforestación con bosques biodiversos y la restauración de ciénagas, incluso es posible extraer carbono de la atmósfera y fijarlo en las plantas y el suelo.

58 Ver: 1) NASA (2026). "Los efectos del cambio climático"; 2) National Geographic (2023). "Los 8 efectos principales del cambio climático, según las Naciones Unidas"

Es decir, la naturaleza puede sanarse a sí misma, en cierta medida, si se le da la oportunidad.[59]

A nivel mundial, los países se comprometieron mediante el Acuerdo de París de 2015 a tomar medidas de mitigación según su situación particular — contribución a las emisiones globales y capacidad financiera— con el objetivo común de limitar el calentamiento global a muy por debajo de 2 °C por encima de los niveles preindustriales,[60] es decir, a un nivel considerado manejable y menos peligroso para los ecosistemas y las sociedades humanas.[61]

2.1 Fuentes de emisiones en Colombia y en la cuenca del Atrato

En comparación con otros países, Colombia emitió en el año 2023 un total de 294 megatoneladas de CO_2 equivalente ($MtCO_2e$)[62] en emisiones de gases de efecto invernadero, lo que la sitúa en el cuarto lugar entre los mayores emisores de América Latina, por detrás de Brasil, México y Argentina. Sin embargo, a nivel mundial, Colombia se encuentra en la parte media de la lista de países emisores de gases de efecto invernadero.[63]

Entre las regiones de Colombia, el Norte de Chocó, así como el Norte-Occidente de Antioquia se encuentran entre las regiones que producen actualmente relativamente pocas emisiones de gases de efecto invernadero.

59 Ver: 1) IPCC (2022). "Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change"; 2) World Resources Institute (2023). „Top Findings from the IPCC Climate Change Report 2023"

60 Se toma como referencia el período preindustrial (generalmente 1850-1900) porque representa la última etapa antes de que las emisiones masivas de gases de efecto invernadero derivadas de la industrialización – es decir causado por el ser humano - comenzaran a alterar significativamente el clima global.

61 UNFCCC (2015). "Acuerdo de París. Naciones Unidas"

62 El CO_2 equivalente (CO_2e) es una unidad utilizada para expresar y comparar diferentes gases de efecto invernadero, teniendo en cuenta sus distintos impactos sobre el clima. De esta manera, las emisiones de diferentes gases como metano o óxido nitroso pueden agruparse en una cantidad equivalente de CO_2. 1 megatonelada (Mt) equivale a 1 millón de toneladas.

63 Climate Watch (2024). "Historical GHG Emissions"

El 71,3% de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero de Colombia proceden de la agricultura y el cambio del uso del suelo. En 2012, los sectores de "forestal" (54,02%) y "agropecuario" (35,89%), que predominan en las zonas rurales, fueron con mucha diferencia las mayores fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en el Chocó, seguidos por el sector transporte (6,61%).[64] En los municipios de Murindó, Vigía del Fuerte y Turbo en Antioquia también predominan las zonas rurales, por lo que es probable que una gran proporción de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2012 también hayan provenido de los sectores forestal y agropecuario.

Esta proporción dominante de emisiones originadas en la conversión de ecosistemas naturales para uso humano hace que la protección de los ecosistemas sea la contribución más importante del Chocó atrateño para la protección del clima global.

2.2 La cuenca del río Atrato – Imprescindible para la protección del clima

El Chocó, y en particular la cuenca del Atrato, alberga una gran diversidad de ecosistemas únicas que almacenan millones de toneladas de carbono en su biomasa y sus suelos. La destrucción de estos ecosistemas acelera el cambio climático al liberar a la atmósfera gases de efecto invernadero que anteriormente se encontraban almacenados en estos ecosistemas.

El Chocó biogeográfico: un pequeño gigante climático ignorado

Mientras que la Amazonía acapara la atención mundial como baluarte de la política climática, la región biogeográfica del Chocó permanece al margen de muchas de las iniciativas internacionales de protección del clima. **Esta diferencia de atención resulta injustificada, ya que el Chocó cumple funciones ecológicas que son importantes por el clima mundial.**

64 IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. (2016). "Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero Colombia"

En particular, los extensos bosques de turba y los manglares presentes en el Chocó tienen un enorme potencial de almacenamiento de carbono, ya que almacenan carbono tanto en la biomasa aérea y subterránea como en el suelo. Según Soto-Navarro et al. (2020), en términos de almacenamiento de carbono por hectárea, estos ecosistemas se encuentran entre los más importantes del mundo, superados únicamente por algunos manglares y bosques del Indo-Pacífico y por los suelos de permafrost de las regiones árticas.

Estudios realizados en estos ecosistemas muestran que, en particular, los bosques de turba permanentemente inundados, así como los manglares estuarinos y los manglares que crecen sobre suelos de turba, pueden almacenar cantidades de carbono que superan los 1.000 Mg por hectárea. La mayor parte de este carbono se encuentra en el suelo. A modo de comparación, los bosques boreales y templados almacenan, en promedio, entre 250 y 350 Mg de carbono por hectárea (Donato et al., 2011).

El Chocó biogeográfico se encuentra entre las pocas regiones del mundo donde coinciden algunos de los niveles más elevados de biodiversidad con un alto potencial de almacenamiento de carbono. Según Soto-Navarro et al. (2020), además de los bosques primarios de la península de Malasia, el norte de Borneo, Sumatra occidental y otras zonas de Indonesia, son escasas las áreas que presentan una combinación comparable de estas dos características.

Gracias a la enorme actividad de evapotranspiración de sus bosques, el Chocó libera grandes cantidades de humedad hacia la atmósfera, que son transportadas hacia la región circundante a través del Chocó Jet, conocido como „ríos voladores“. De esta manera, los bosques del Chocó contribuyen de forma especialmente importante a la regulación del ciclo del agua en Sudamérica y Centroamérica (Poveda et al., 2013).

Llama la atención que según Conservation Allies (2026) solo el 5 % de la superficie del Chocó biogeográfico se encuentre bajo protección estricta. Sin duda, la conservación de los ecosistemas del Chocó permitiría alcanzar, con una sola medida territorial, los objetivos de la protección climática y la conservación de la biodiversidad al mismo tiempo. A diferencia de la Amazonía —donde, a través de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), existe un marco consolidado de cooperación multinacional para la protección del bioma—, en el Chocó aún falta una estructura de gobernanza transfronteriza adecuada. Esta brecha institucional resulta aún más urgente dado que los ecosistemas del Chocó están sometidos a una presión cada vez mayor debido a la minería ilegal y la deforestación.

A pesar de la importancia de estos ecosistemas naturales para el almacenamiento de carbono y la regulación climática, durante los últimos 25 años la tendencia en la cuenca del río Atrato ha sido hacia la pérdida significativa de entornos naturales y comunitarios: entre 2000 y 2024 se perdieron más de 336.950 hectáreas de ecosistemas naturales por su conversión a usos no

naturales, como agricultura, desarrollo urbano y minería, en el área de la sentencia T-622. Principalmente se perdió bosque: 289.345 ha de bosque y 23.223 ha de bosque inundable.[65]

Una mirada al periodo desde que el rio Atrato fue reconocido como sujeto de derechos (años 2016 a 2024) muestra que se han desforestado en los 15 municipios del área de la sentencia T-622 un total de 133.866 hectáreas de ecosistemas. La mayoría – 112.059 hectáreas de bosque y 10.221 hectáreas de bosque inundable – fueron convertidos en áreas de cultivo. Sin embargo, durante el mismo período también se produjo a una escala significativamente menor una reconversión de tierras agrícolas en bosque y bosque inundable. Adicionalmente, otras áreas agrícolas experimentaron diversas transformaciones: pasaron a usos silvícolas, fueron destinadas a plantaciones de palma aceitera, quedaron en barbecho sin cobertura vegetal o fueron transformadas en infraestructura urbana.[66]

La minería ha tenido efectos particularmente destructivos en la región del Atrato. En los 15 municipios en la cuenca del río Atrato, fueron destruidos, entre 2016 y 2024, 4.973 hectáreas por causa de la minería ilegal, de las cuales 836 hectáreas correspondieron a ríos y ciénagas.[67] Dado que la sentencia T-622 de 2016 delimitó su ámbito de aplicación a 15 municipios desde una perspectiva regional, y no estrictamente con base en los límites de la cuenca hidrográfica, para el cálculo del impacto de la minería ilegal ampliamos el número

65 Cálculos propios con datos de "Estadísticas: Transiciones", Proyecto MapBiomas Colombia – Colección 3.0. Los cálculos presentados en esta investigación se realizaron con base en cifras brutas de deforestación y conversión de coberturas, y no en valores netos de cambio de bosque. En consecuencia, el análisis contabiliza la totalidad del área que fue transformada durante el período de estudio, sin descontar las áreas que posteriormente pudieron reconvertirse o regenerarse como bosque. Esta decisión metodológica responde a las dificultades para estimar de manera robusta el balance de carbono asociado con las áreas reconvertidas, dado que su recuperación puede presentar diferencias significativas frente al bosque original en términos de edad, composición, estructura, biomasa y carbono almacenado. Por ello, la aproximación bruta permite representar de forma más conservadora y transparente la presión ejercida sobre los ecosistemas boscosos de la cuenca del Atrato.

66 Ibid.

67 Números calculados con datos de "Estadísticas: Transiciones". Proyecto MapBiomas Colombia – Colección 3.0.

de municipios analizados para incluir aquellos atravesados por el río Quito.[68] Este río, uno de los principales afluentes del Atrato, recibe una intensa presión minera que incide directamente sobre la cuenca aguas abajo. Con esta ampliación, las áreas destruidas por minería entre 2016 y 2024 sumaron 13.821 hectáreas[69].

Una característica especial de la cuenca del río Atrato y sus ciénagas son ecosistemas como los manglares en la desembocadura del Atrato en el Golfo de Urabá y el Guandal en la llanura de inundación del Atrato. Estos ecosistemas de suelos inundados fijan carbón y sedimentos, y por lo tanto sirven como sumideros de gases de efecto invernadero no sólo por encima del suelo, sino sobre todo por debajo de la superficie del agua.[70]

Un gran parte de los ecosistemas de la cuenca del Atrato son bosques ribereños de aguas blancas, de modo que no almacenan tanto carbono como los suelos de turba inundados de manera constante. Sin embargo, en algunos sectores de la cuenca existen extensas áreas con condiciones favorables para la formación de suelos de turba.[71] Asimismo, los suelos asociados a los manglares constituyen importantes reservorios de carbono, debido a su alta capacidad de almacenamiento.[72]

68 Estos municipios son Cértegui, El Cantón del San Pablo, Istmina y Unión Panamericana; el municipio de Río Quito ya está incluido en la sentencia T622 de 2016. Téngase en cuenta que, de aquí en adelante, los cálculos y cifras presentadas alrededor del tema minero y sus impactos se realizarán con base en esta área ampliada que tiene en cuenta no solamente los 15 municipios accionados sino también los cuatro municipios que comprenden la zona hidrográfica del rio Quito.

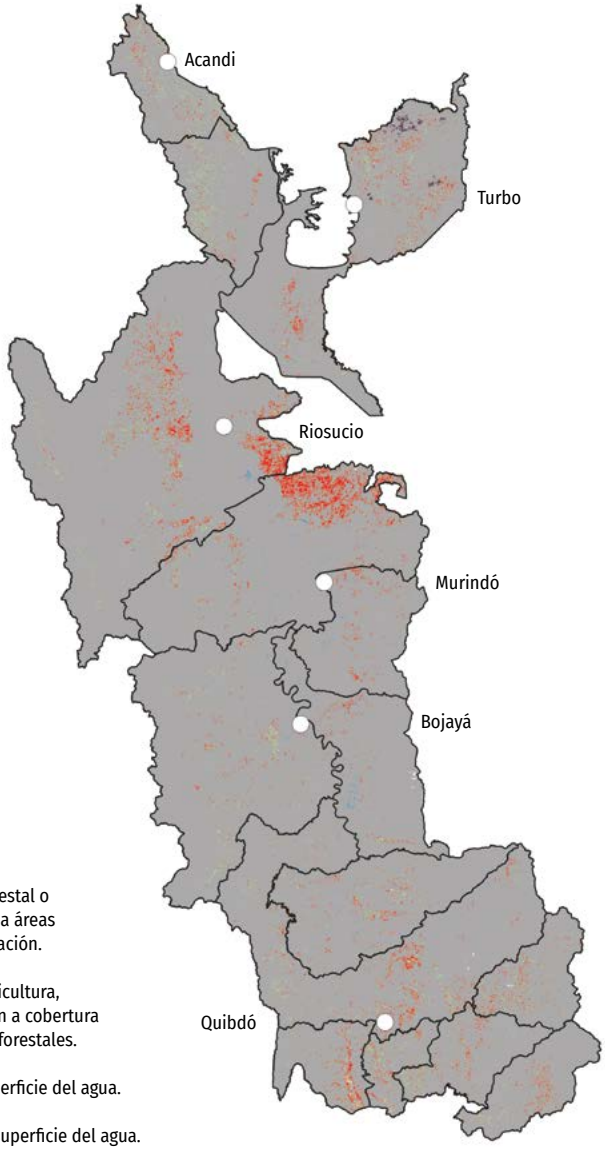
69 De estas 13.821, 6.319 hectáreas correspondieron a ecosistemas naturales, 1.345 hectáreas de ríos y ciénagas y 5.181 ha de áreas sin vegetación. La categoría «áreas sin vegetación» representa, en muchos casos, el estado transitorio del terreno después de la tala, pero antes de que la superficie sea clasificada como zona de minería. Desde esta perspectiva, puede asumirse que una proporción considerable de estas áreas correspondía originalmente a coberturas de vegetación natural, predominantemente bosques. En este sentido, por las dinámicas territoriales, se puede asumir que alrededor de 13.821 hectáreas de ecosistemas naturales se han perdido por el trabajo de la minería.

70 Zhang et al. (2025). "Carbon sequestration potential of wetlands and regulating strategies response to climate change"

71 IUCN (2025). "Global Ecosystem Typology"

72 Perdomo-Trujillo et al. (2021). "Effect of Restoration Actions on Organic Carbon Pools in the Lagoon—Delta Ciénaga Grande de Santa Marta"

Mapa 2. Transiciones de cobertura de suelo en la cuenca del Río Atrato entre los años 2016 y 2024



Leyenda

- Transiciones de cobertura forestal o áreas naturales no forestales a áreas agrícolas, minería o sin vegetación.
- Transiciones de clases de agricultura, minería o áreas sin vegetación a cobertura forestal o áreas naturales no forestales.
- Transiciones que agregan superficie del agua.
- Transiciones que reducen la superficie del agua.
- Transiciones con ganancia en silvicultura y cultivos de plátanos o palma aceitera.
- Áreas sin transición o transiciones entre ecosistemas naturales.

Números calculados con datos del Proyecto MapBiomas Colombia – Colección 3.0

El drenaje[73] de áreas cubiertas por manglares y bosques sobre suelos de turba —generalmente acompañado de deforestación y de su conversión en tierras agrícolas o zonas mineras— no solo genera emisiones inmediatas de gases de efecto invernadero por la pérdida de biomasa aérea. Al drenar estos suelos, el ingreso de oxígeno acelera la descomposición del material vegetal altamente rico en carbono que se ha acumulado y conservado durante siglos. Como resultado, se liberan cantidades significativas de dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O) durante aproximadamente dos décadas, con una mayor intensidad de emisiones en los primeros años posteriores al drenaje.

Bajo el supuesto de que los suelos continúan emitiendo gases de efecto invernadero tras su transformación, y ante la ausencia de estimaciones más precisas para los distintos tipos de cobertura vegetal del Pacífico colombiano, se utilizaron como referencia valores promedio de carbono almacenado en suelos y biomasa para esta región. El análisis considera exclusivamente la deforestación y la conversión de ecosistemas naturales a usos no naturales, y distingue entre: i) los cambios que ocasionan únicamente la pérdida de biomasa aérea y ii) aquellos que, además de dicha pérdida, implican la alteración o destrucción del suelo y las emisiones asociadas a este proceso. Con base en estos supuestos, se estima que los 15 municipios cobijados por la sentencia T-622 generaron, como consecuencia de los cambios en el uso del suelo, aproximadamente 389.27 $MtCO_2e$ entre 2000 y 2024, de las cuales cerca de 153.11 $MtCO_2e$ se habrían emitido entre 2016 y 2024.[74] Estas últimas equivalen aproximadamente al cuádruple de las emisiones anuales de todo el sector del transporte en Colombia.[75]

73 En este contexto, el drenaje consiste en remover o desviar el agua que mantiene saturado el suelo, mediante canales, zanjas, bombeo u otras obras, con el fin de secarlo y hacerlo apto para otros usos.

74 Propios cálculos con datos de "Estadísticas: Transiciones", Proyecto MapBiomas Colombia – Colección 3.0 y valores medios de carbono capturado en biomasa aérea en bosque firme (232,99t C/ha^{-1} según Meyer et al. 2019), en suelos de bosque firme (88,2t C/ha^{-1} según IDEAM 2024), en biomasa aérea de bosque inundando (229,19t C/ha^{-1} según Meyer et al. 2019), en el suelo de bosque inundando (90t C/ha^{-1} según Jonathan Pérez-Rojas et al. 2019), en la biomasa aérea de formación natural no boscosa (6,5t C/ha^{-1} según Meyer et al. 2019) y en suelo de formación natural no boscosa (90t C/ha^{-1} según IDEAM 2024).

75 Ministerio de Transporte de Colombia (2025). "Somos un sector vulnerable al cambio climático, lo que nos obliga a revisar cómo se concibe la infraestructura: ministra de Transporte en COP16"

Cabe resaltar que estas cifras representan un límite inferior de las emisiones reales, pues el cálculo no logra capturar factores adicionales —como la erosión y los patrones de precipitación— que también inciden en las emisiones derivadas del cambio de uso del suelo, pero que resultan difíciles de cuantificar con precisión. Un aspecto que no se incorpora en los cálculos presentados corresponde a los denominados costos de oportunidad climáticos. Estos se refieren a las oportunidades de mitigación que se pierden como consecuencia de la degradación o transformación de la tierra, por ejemplo, el carbono que habría podido ser capturado y almacenado si los ecosistemas hubieran conservado su capacidad de recuperación y secuestro de carbono (*forgone sequestration*).[76] En este sentido, resulta especialmente relevante considerar el potencial de captura y almacenamiento de CO_2 que permanece sin aprovechar, el cual es particularmente alto en los ecosistemas del Chocó en comparación con muchas otras regiones del mundo.

76 *Forgone sequestration*, en español *sumidero de carbono perdido* se refiere al efecto por el cual, si se impide el recrecimiento de la biomasa en las superficies deforestadas durante un periodo prolongado, estas absorben muy poco CO_2 del aire y no lo almacenan en forma de carbono en la vegetación y el suelo. Así, no se aprovecha el potencial de estas superficies para contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

3. Adaptación

El cambio climático ya no es una amenaza lejana: sus efectos hacen parte de la realidad contemporánea. En 2025, la temperatura media global se ubicó aproximadamente 1,47 °C por encima del nivel preindustrial, por lo que fue el tercer año con la temperatura media global más alta desde que existen registros, después de 2024 —el año con el mayor registro— y 2023.[77] Si se mantiene la política climática actual, se espera un calentamiento de aproximadamente 2,3 a 2,8 °C para finales de siglo, lo cual supera claramente el objetivo de 1,5 °C acordado en el Acuerdo de París.[78]

El aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y de las temperaturas ya está provocando cambios directos en el sistema climático, como patrones de precipitación alterados, períodos de sequía más intensos y frecuentes, el aumento del nivel del mar y fenómenos meteorológicos extremos. Estos, a su vez, afectan aspectos fundamentales de la vida comunitaria, como la producción de alimentos, la atención de la salud, la seguridad de la vivienda, la infraestructura y las comunicaciones, así como las oportunidades económicas.[79] Todos estos cambios se intensificarán aún más que sigan emitiéndose gases de efecto invernadero.

Para limitar los efectos negativos del cambio climático, las medidas de protección climática —es decir, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero— no son suficientes por sí solas. Es igualmente importante que las comunidades se adapten a las nuevas realidades de vida provocadas por el cambio climático. Solo así se podrán minimizar los daños climáticos.

77 Copernicus Climate Change Service (2026). "Global Climate Highlights 2025"
78 UNEP (2025). „Emissions Gap Report 2025: Off Target – Continued Collective Inaction Puts Global Temperature Goal at Risk"
79 Ver: 1) NASA (2026). „Los efectos del cambio climático"; 2) National Geographic (2023). "Los 8 efectos principales del cambio climático, según las Naciones Unidas"

Estas medidas de adaptación son especialmente cruciales a nivel local y regional, ya que es ahí donde los efectos del cambio climático se sienten de manera más inmediata.[80] En este sentido, es importante lo que se conoce como transversalidad: las medidas de adaptación no deben considerarse de manera aislada, sino que deben integrarse en todos los ámbitos relevantes, basándose en un análisis previo de quiénes y qué se ven realmente afectados.[81]

Las medidas de adaptación suelen requerir, al principio, inversiones y esfuerzos considerables. Sin embargo, por lo general, este dinero es una buena inversión: en primer lugar, las medidas de adaptación suelen reducir o evitar costos posteriores mucho más elevados derivados de los daños climáticos. En segundo lugar, las medidas de adaptación rara vez se implementan de forma individual; a menudo traen consigo beneficios adicionales para las comunidades locales y la naturaleza.

3.1 Impactos climáticos y vulnerabilidades en la cuenca del río Atrato

El cambio climático afecta a las comunidades que viven en la cuenca del río Atrato desde diferentes frentes. Es una carga adicional que puede agravar muchos de los aspectos de la crisis de derechos humanos en la cuenca del río Atrato definida en la sentencia T-622, como la falta de derechos a un ambiente sano, a la salud, al agua, a la alimentación, a la libertad de tránsito, a la supervivencia física y cultural, al mínimo vital y a una vida digna.[82]

El grado de vulnerabilidad de las regiones o comunidades al cambio climático se calcula mediante la formula y los indicadores siguientes:

Vulnerabilidad/Riesgo = Amenaza × Sensibilidad / Capacidad Adaptativa[83]

80 IPCC (2022). "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability"
81 UNEP (2025). „Adaptation Gap Report 2025: Running on Empty"
82 Véase el sitio web sobre el caso T-622 Río Atrato: https://atrato.centrosiembra.org/la-sentencia/#AusenciaEstado (ultimo acceso: 17.07.2025)
83 IDEAM (2024). "Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia", pág. 46

La lógica detrás de esta fórmula es que la vulnerabilidad climática de una comunidad —es decir, su exposición a un posible daño por causa del cambio climático— no depende únicamente de la fuerza de la amenaza, esto es, el peligro climático, sino también de otros dos factores: la sensibilidad de la comunidad frente a dicha amenaza, y su capacidad adaptativa, es decir, su capacidad de ajustarse a las nuevas condiciones bajo el cambio climático, por ejemplo mediante el fortalecimiento de infraestructura o la diversificación de medios de vida.

Existen estudios que analizan cómo el cambio climático afectará a los municipios de la cuenca del río Atrato examinando estas tres categorías con el fin de identificar dónde deben concentrarse las medidas de protección para estas comunidades. Las amenazas derivadas del cambio climático se distribuyen de forma muy desigual entre los diferentes municipios de la cuenca del río Atrato: las amenazas se califican como medias en Murindó y altas en Vigía de Fuerte, mientras que en los demás municipios son muy bajas.

Sin embargo, la mayoría de los municipios presenta niveles de sensibilidad entre altos y muy altos, así como una capacidad adaptativa muy baja. Medio Atrato constituye una excepción, al registrar un nivel de sensibilidad medio.[84] En esta condición, incluso las amenazas climáticas de intensidad moderada pueden tener efectos amplios en las comunidades y los ecosistemas atrateñas.[85]

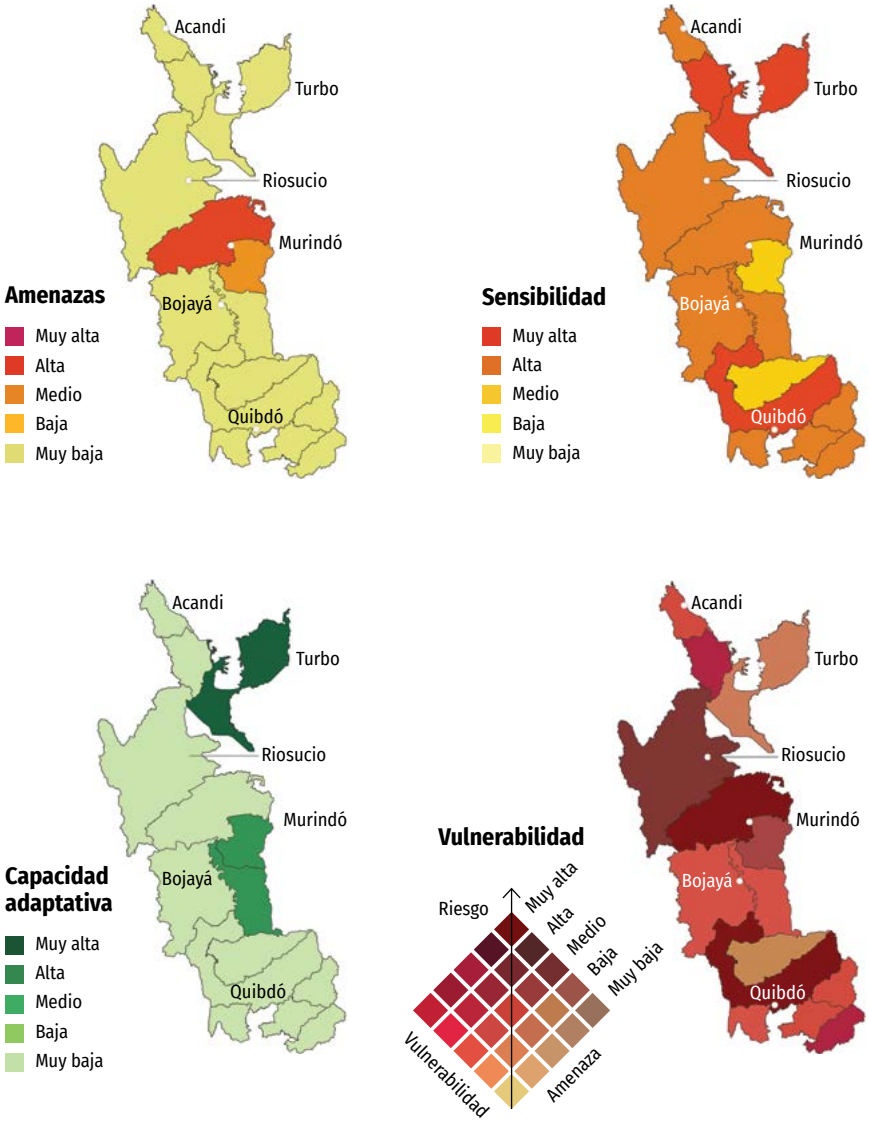
Los municipios del área de la sentencia T-622 con mayor riesgo por cambio climático (altas amenazas, alta sensibilidad y baja capacidad adaptativa combinadas) son Carmen de Darién y Quibdó, seguidos de Atrato, Río Sucio y Unguía.[86] Todos los municipios atrateños en el Departamento de Antioquía tienen una alta a muy ata capacitad adaptativa.

84 Ver: 1) IDEAM et al. (2017). "Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La CMNUCC", pág. 92; 2) Morales Perdomo et al. (2025). "Evaluación de la vulnerabilidad social al cambio climático en comunidades afrodescendientes e indígenas del Pacífico colombiano a través del enfoque de medios de vida sostenibles"; 3) Vargas (2014). "Situación de vulnerabilidad al cambio climático en las regiones del Caribe, Pacífico, Santanderes y centro de Colombia"

85 IDEAM et al. (2017). "Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La CMNUCC", pág. 92 y ss.

86 Ibid.

Mapa 3. Amenazas climáticas (superior izquierda), sensibilidad a los impactos climáticos (superior derecha), capacidad adaptativa (inferior izquierda) y combinación de estos factores: vulnerabilidad climática (inferior derecha) de los municipios de la cuenca del río Atrato.



Elaboración propia con base en resultados de IDEAM et al. (2017) cap.4, pág. 92 y ss.

A continuación, se utiliza esta fórmula para examinar a partir de qué y en qué magnitud las comunidades atrateños son vulnerables por las amenazas del cambio climático.

3.2 Manifestaciones físicas directas del cambio climático proyectados para la cuenca del Atrato

Como su nombre lo indica, el cambio climático consiste, ante todo, en la alteración de las variables climáticas —es decir, de las manifestaciones físicas del clima— por causas humanas. El tipo y la magnitud del cambio de cada una de estas variables, y, sobre todo, el análisis de la interacción de ellas en un territorio determinado, permiten establecer qué amenazas enfrentará esa región, y qué intensidad y frecuencia estas amenazas tenderán.[87] Las tendencias de cambio a gran escala de las manifestaciones físicas directas del cambio climático pueden predecirse mediante modelaciones basadas en escenarios futuros.

Las evaluaciones oficiales del Gobierno de Colombia sobre el cambio climático se basan en varios escenarios internacionales que proyectan las tendencias globales de las variables climáticas hasta finales de este siglo.[88] El escenario SSP2-4.5 se utilizó como base para los resultados que se presentan en las páginas siguientes, precisamente porque se considera el más

87 Ranasinghe et al. (2021). "Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment"

88 Para contar con una base que permita entender cómo distintas trayectorias de desarrollo social a nivel global inciden en el cambio climático y el aumento de la temperatura, los científicos utilizan escenarios de cambio climático. Estos parten de diferentes trayectorias de desarrollo y, a partir de ellas, calculan el calentamiento global esperado en cada caso. Para representar la amplitud de futuros posibles, los escenarios —conocidos como SSP "Shared Socioeconomic Pathways" — van desde un escenario de partida en el que una sociedad implementa políticas climáticas ambiciosas y logra limitar el calentamiento global a cerca de 1,5 °C para el año 2100 (SSP1-1.9), hasta un escenario de ausencia casi total de políticas climáticas, que conduce a un calentamiento de alrededor de 4,4 °C para 2100 (SSP5-8.5). A partir de los escenarios SSP globales es posible, posteriormente, modelar la evolución climática para Colombia. Para las modificaciones de las variables climáticas que se presentan a continuación, se utilizó como base el escenario SSP2-4.5. Este escenario parte de una continuación de las tendencias actuales con la implementación de algunas políticas climáticas, razón por la cual se considera la trayectoria más probable.

probable, al suponer una continuación de los patrones de desarrollo actuales. En este escenario, se prevé un aumento de la temperatura media global de entre 2 y 4,5 °C.[89]

Los siguientes impactos meteorológicos directos del cambio climático se proyectan para el norte del Chocó[90] y el norte de Antioquia.

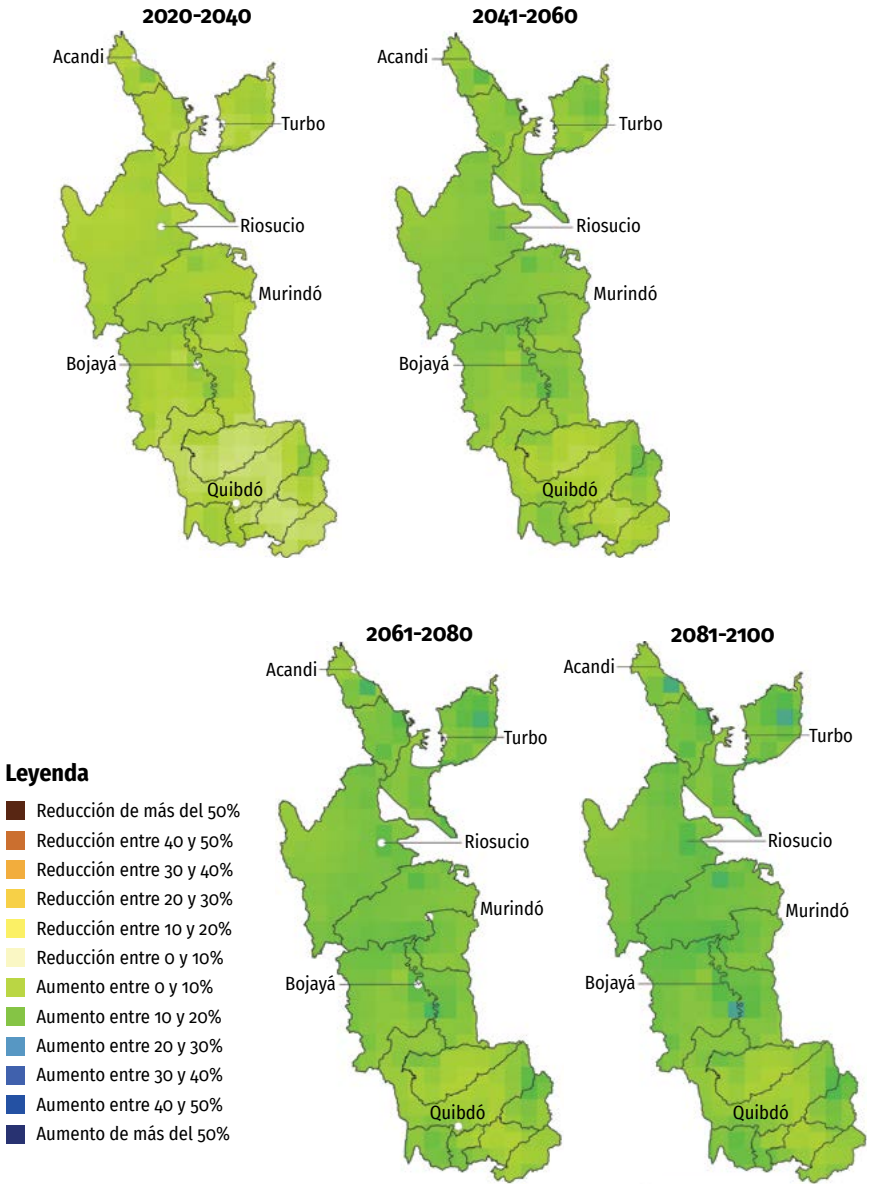
Precipitación

El cambio climático altera los patrones de precipitación. Estos cambios pueden expresarse en aumentos o disminuciones de la lluvia total anual, así como en el acortamiento, prolongación o desplazamiento de las temporadas secas y lluviosas. También pueden modificar las características de eventos particulares, por ejemplo, al aumentar la intensidad de las lluvias extremas. Las alteraciones de los patrones de precipitación asociadas al cambio climático tienen consecuencias de gran alcance para la vida cotidiana. Estas contribuyen a eventos como sequías o inundaciones.[91] En la agricultura, la modificación de los patrones de precipitación suele tener el efecto de que la siembra y la cosecha ya no puedan planificarse de manera confiable, o de que se produzcan pérdidas de cosecha por falta o exceso de agua.[92]

La precipitación media en la cuenca del Atrato está proyectando a incrementarse en las próximas décadas.[93] En el periodo 2041-2060, el promedio anual de la precipitación en la región atrateña aumentará entre 10 y 20% comparado con períodos anteriores y hasta 10 y 30% hasta el final del siglo.[94] La precipitación no aumenta de manera uniforme, sino que los picos de lluvia se intensifican y también ocurren temporadas de sequias con más frecuencia.

89 Climatedata.ca (2018-2025). "Understanding Shared Socio-economic Pathways (SSPs)"
90 Sobre todo, en el Chocó, en comparación con el resto de Colombia, hay hasta ahora pocas estaciones meteorológicas que hayan proporcionado mediciones constantes durante un período de tiempo científicamente relevante. Por ello, los datos del Chocó son menos representativos que los de otras regiones de Colombia.
91 Ranasinghe et al. (2021). "Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment"
92 Núñez (2018). "Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana"
93 The World Bank Group (2023). "Climate Risk Profile: Colombia 2023", pág. 26.
94 IDEAM (2024). "Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia", pág. 46

Mapa 4. Cambio de la precipitación en la cuenca del río Atrato entre 2020-2040 (superior izquierda), 2041-2060 (superior derecha), 2061-2080 (inferior izquierda) y 2081-2100 (inferior derecha).



Elaboración propia con base en resultados de IDEAM (2024), escenarios de cambio climático de la cuarta comunicación de Colombia, pág. 45 y ss.

El régimen pluviométrico cambiará con mayor intensidad en la región del golfo de Urabá y la costa atlántica, donde se experimentarán periodos de marzo a mayo significativamente más secos (hasta un 50 % menos de precipitaciones a partir de 2060) y periodos de septiembre a noviembre significativamente más lluviosos.[95]

Temperatura (media y máxima)

El calentamiento provocado por el cambio climático no ocurre de manera uniforme en todo el territorio. En este sentido, la temperatura media muestra en qué zonas la temperatura se está modificando con mayor o menor intensidad. La temperatura máxima es un indicador especialmente revelador: permite establecer si se superan los umbrales críticos, es decir, los límites hasta los cuales las personas, los animales y las plantas todavía logran adaptarse. Cuando se sobrepasa este límite, se genera estrés térmico. En la flora y la fauna, esto puede traducirse en pérdida de hábitat, pues las especies ya no logran soportar las condiciones de su entorno natural. En los seres humanos, los efectos van desde problemas de salud hasta la mortalidad asociada al calor.[96] Además, la temperatura máxima permite prever la intensidad de futuras olas de calor, un elemento clave para la identificación de riesgos. [97]

Según el escenario SSP2-4.5, se prevé que la temperatura media en la zona mencionada en la sentencia T-622 aumente entre 0,5 y 1,5°C de 2021 a 2040, entre 1 y 2,5°C entre 2041 y 2060, y hasta 4°C hasta finales de siglo. Los municipios de Lloro, Bagadó y El Carmen son los más afectados por cualquier tipo de crecimiento de temperatura, mientras que los municipios de la costa y alrededor del Golfo de Urabá experimentarán el menor aumento.[98]

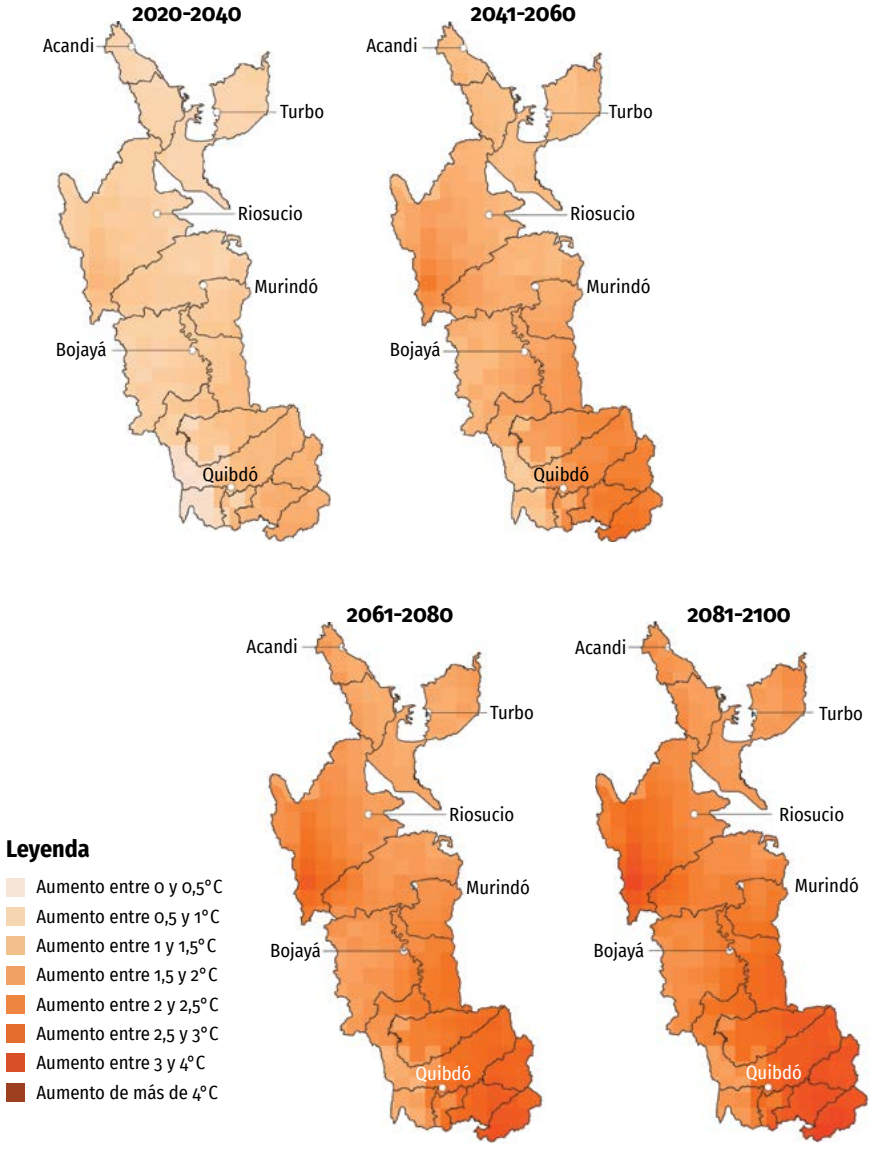
95 IDEAM (2024). "Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia", pág. 61 y ss.

96 Matzarakis (2026). "Heat, UV Radiation, and Other Related Atmospheric Stressors: Exposure Pathways, Health Effects, and Adaptation Needs"

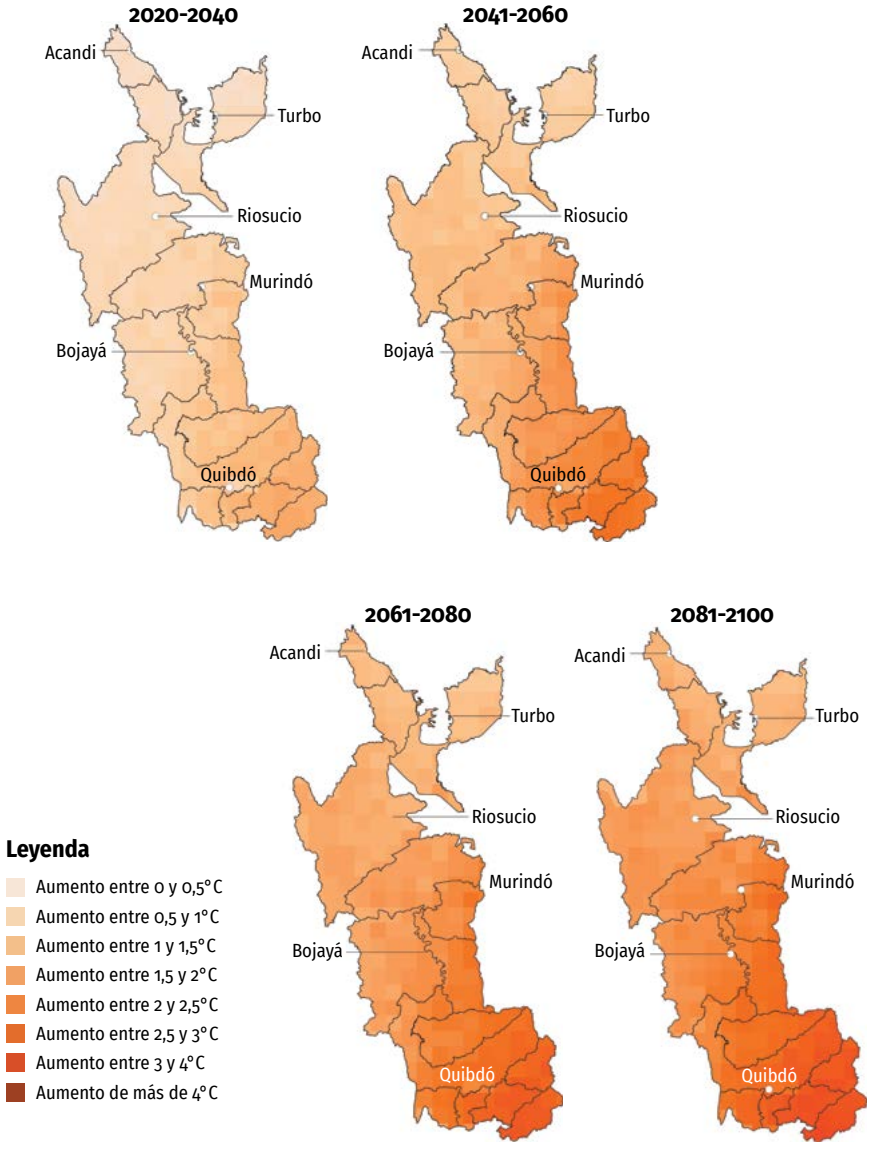
97 Ranasinghe et al. (2021). "Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment"

98 IDEAM (2024). "Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia.", pág. 48 y 52

Mapa 5. Cambio de la temperatura máxima en los municipios de la cuenca del río Atrato según el escenario SSP2-4.5 entre 2020-2040 (superior izquierda), 2041-2060 (superior derecha), 2061-2080 (inferior izquierda) y 2081-2100 (inferior derecha).



Mapa 6. Cambio de la temperatura media en la cuenca del río Atrato según el escenario SSP2-4.5 entre 2020-2040 (superior izquierda), 2041-2060 (superior derecha), 2061-2080 (inferior izquierda) y 2081-2100 (inferior derecha).



Elaboración propia con base en resultados de IDEAM (2024), Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia, pág. 45 y ss.

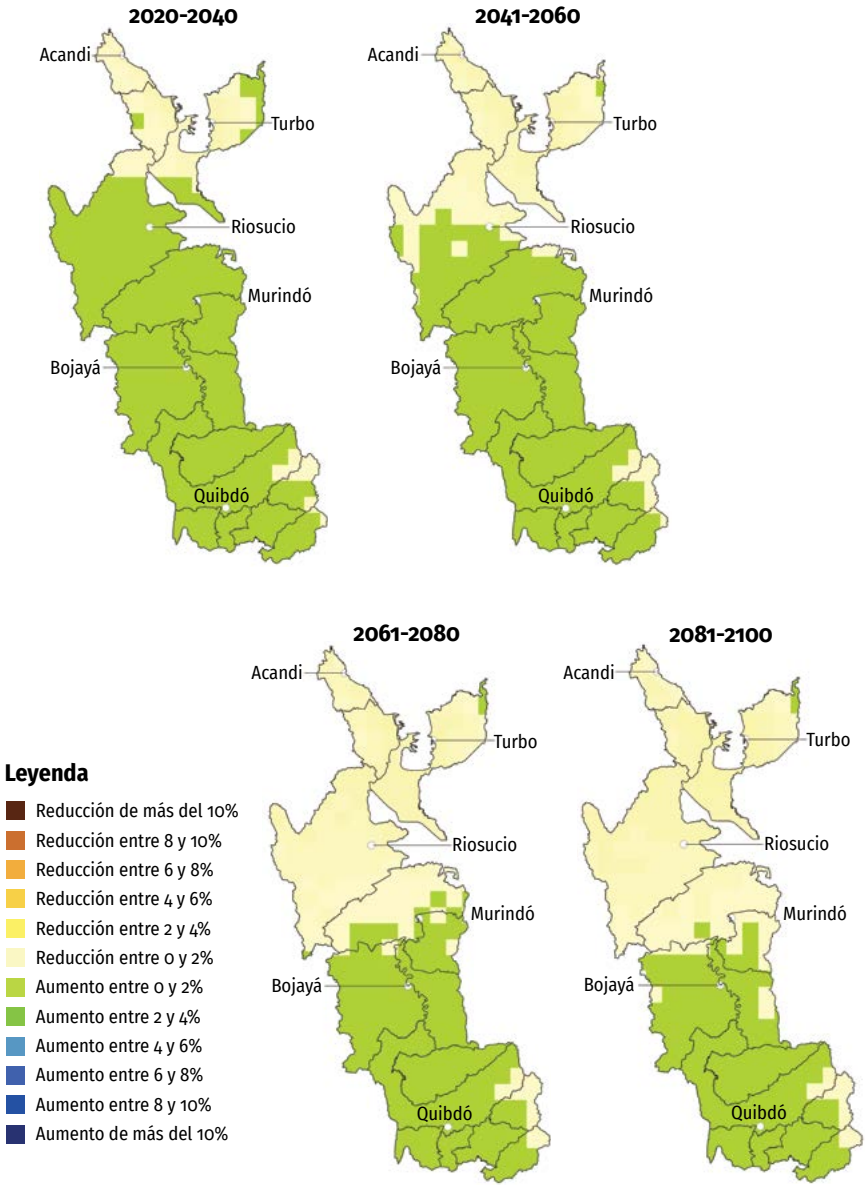
Humedad relativa

El análisis de la humedad en el aire (humedad relativa) en un territorio determinado constituye, por un lado, un indicador clave de episodios de sequías y de un mayor riesgo de incendios forestales. Por otro lado, en combinación con temperaturas elevadas, permite identificar la sensación térmica real (temperatura percibida) y un estrés térmico crítico, que se produce cuando, ante temperaturas muy altas combinadas con una humedad relativa excesiva, la transpiración deja de funcionar plenamente como mecanismo de regulación corporal.[99]

En la cuenca del río Atrato se prevén cambios mínimos en la humedad relativa de aquí hasta finales del siglo. Se pronostica un incremento del 0 al 2% en el medio y alto Atrato para 2040, pero una disminución del 0 al 2% en la costa y alrededor del Golfo de Urabá.[100]

99 Meade (2025). "Validating new limits for human thermoregulation"
100 IDEAM (2024). "Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia", pág. 54

Mapa 7. Cambio de la humedad relativa en la cuenca del río atrato entre 2020-2040 (superior izquierda), 2041-2060 (superior derecha), 2061-2080 (inferior izquierda) y 2081-2100 (inferior derecha).



Elaboración propia con base en resultados de IDEAM (2024), escenarios de cambio climático de la cuarta comunicación de colombia, pág. 45 y ss.

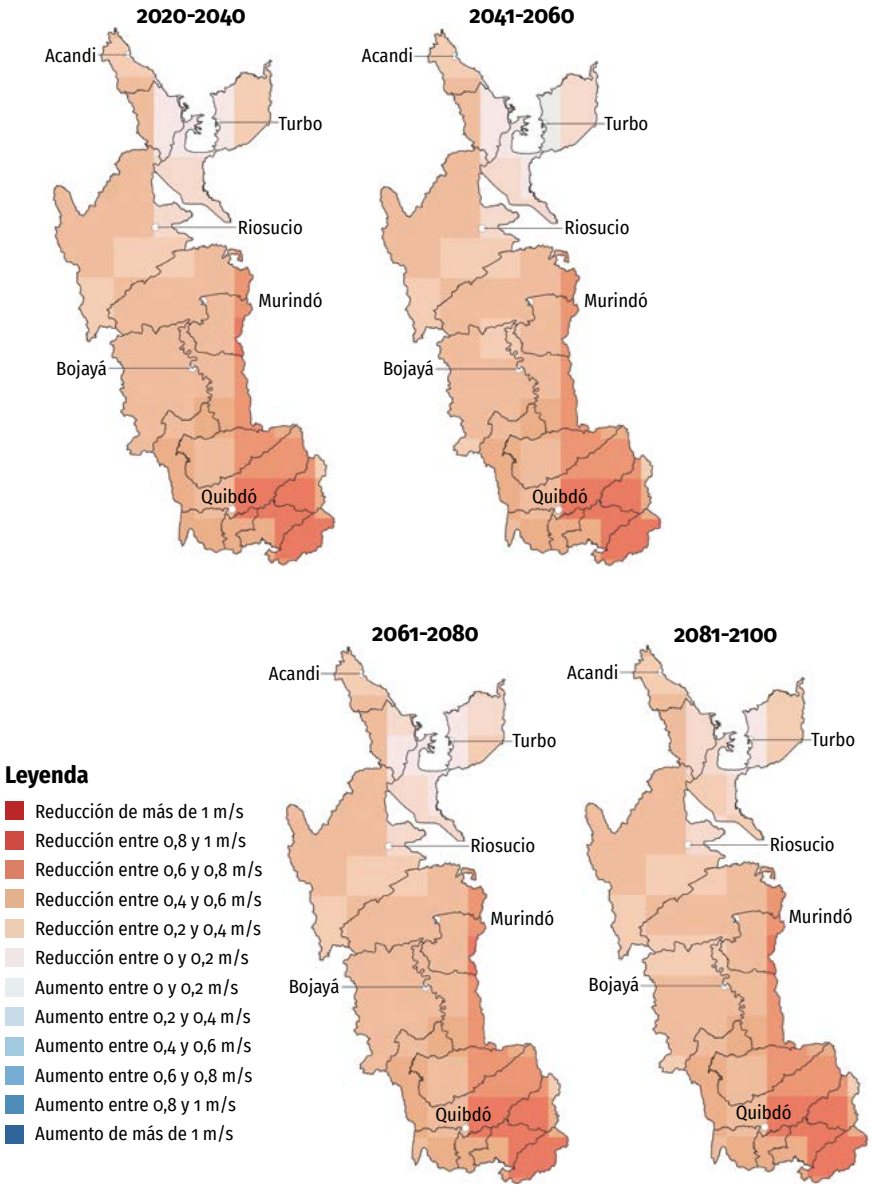
Velocidad del viento

La velocidad del viento es un indicador clave para la evolución futura de los daños por tormentas. En combinación con eventos de lluvias intensas, puede agravar aún más sus daños. Junto con los datos de precipitación, también permite identificar cambios en los patrones de lluvia, así como la velocidad con la que se modifican las condiciones meteorológicas.

Para los municipios atrateños, se ha previsto una reducción de velocidad del viento entre 0,4 y 0,6 metros por segundo (m/s) en los municipios de Lloro, El Carmen y Bagadó, y una reducción entre 0,2 y 0,4 m/s en el resto de la cuenca del río Atrato desde 2021 hasta finales de siglo.[101]

101 IDEAM (2024). "Escenarios de cambio climático de la Cuarta Comunicación de Colombia", pág. 56

Mapa 8 . Cambio de la velocidad del viento en la cuenca del río atrato entre 2020-2040 (superior izquierda), 2041-2060 (superior derecha), 2061-2080 (inferior izquierda) y 2081-2100 (inferior derecha).



Elaboración propia con base en resultados de IDEAM (2024), escenarios de cambio climático de la Cuarta comunicación de colombia, pág. 45 y ss.

Radiación solar

La radiación solar es un indicador clave en dos sentidos: por un lado, es el motor directo de la fotosíntesis y, con ello, un indicador para cambios en el crecimiento vegetal, por otro, da cuenta de riesgos para la salud humana, como la exposición a rayos UV y el golpe de calor.[102]

Según las previsiones del IDEAM, la radiación solar en la región del Atrato experimentará un aumento muy ligero entre 0 y 10 vatios por metro cuadrado (W/m^2)[103], de hoy al año 2100. Solo en los municipios ribereños del Golfo de Urabá disminuirá la radiación entre 0 y 10 W/m^2, aproximadamente a partir de 2060.

3.3 Las amenazas climáticas y la vida atrateña

Los cambios de las variables climáticas descritos en el capítulo anterior no ocurren en un espacio vacío. Por el contrario, los patrones de precipitación alterados, las temperaturas máximas más altas o una combinación de todas las manifestaciones físicas climáticas inciden sobre la muy singular vida existente en la cuenca del río Atrato. La interacción entre estos factores climáticos y sociales configura un conjunto particular de consecuencias e impactos para las comunidades que habitan la cuenca, así como para su flora y fauna. En la cuenca del Atrato, la vida biocultural atrateña —forjada en una relación de coevolución con las dinámicas fluviales y los ritmos del territorio— se encuentra además sometida a la presión de actividades extractivas destructivas. Esta combinación hace que el cambio climático pueda manifestarse en la región mediante impactos diferenciados y potencialmente más severos.

Uno de los efectos más visibles del cambio climático son las catástrofes naturales. Cada vez más frecuentes y graves, ellas afectan de manera directa el bienestar de las comunidades locales. No obstante, los impactos del cambio

102 Matzarakis (2026). "Heat, UV Radiation, and Other Related Atmospheric Stressors: Exposure Pathways, Health Effects, and Adaptation Needs"

103 Unidad que mide cuánta energía llega por cada metro cuadrado de superficie de la tierra.

climático no se limitan a la ocurrencia de eventos extremos. La mayor parte de sus efectos se manifiesta, sobre todo, en procesos de evolución lenta: cambios graduales y acumulativos que, a mediano y largo plazo, modifican de forma sostenida las condiciones ambientales y socioeconómicas de la región y afectan simultáneamente múltiples bases fundamentales del bienestar colectivo, como el hábitat humano, la infraestructura, la comunicación, la biodiversidad, la salud y la seguridad alimentaria.

Desastres naturales

Los cambios en las condiciones climáticas provocan con más frecuencia y gravedad los fenómenos meteorológicos extremos y las catástrofes naturales. Esto se aplica en particular a los fenómenos que ya afectan considerablemente a las comunidades ribereñas del Atrato: las inundaciones causadas por lluvias intensas y prolongadas, los vendavales y los deslizamientos de tierras.[104] Las crecidas súbitas son más probables en las riberas del río Atrato.[105] Debido a la prolongación de las estaciones secas, es posible que en el futuro las sequías se produzcan con mayor frecuencia, especialmente en el Sur de la cuenca.

En general, en la cuenca chocoana del río Atrato, los efectos del cambio climático recaen sobre ecosistemas y sociedades ya sensibles: los cambios en el cauce del río, la destrucción de ecosistemas y la acumulación de sedimentos reducen la capacidad de las zonas ribereñas para retener agua. Al debilitarse esta capacidad natural de amortiguación (*buffer*) de los cursos fluviales, las crecientes llegan con mayor rapidez, provocan erosiones más intensas y se desbordan con mayor facilidad hacia las áreas habitadas y las zonas de producción tradicional de alimentos, incrementando así los daños.[106] Datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP) de 2019 indicaron que los municipios del Chocó tienen un mayor riesgo de desastres. Según el DPN,

104 MinAmbiente y IIAP (2015). "Plan Integral del Cambio Climático del Departamento de Chocó", pág. 69

105 CODECHOCO (2023). "Plan De Gestión Ambiental Regional Del Chocó, Periodo 2023–2034", pág. 205

106 MinAmbiente (2016). "La sedimentación de los ríos en el Chocó aumenta riesgo de inundaciones"

en 2019 algo más del 65 % del Chocó estaba amenazado por inundaciones y otros fenómenos hidrometeorológicos.

Las catástrofes naturales de este tipo no solo cuestan vidas humanas y destruyen propiedades,[107] pueden incluir la destrucción de diferentes tipos de infraestructuras, causar pérdidas de cosechas, interrumpir el acceso al agua potable, a los alimentos y a la energía, sobrecargar y/o cortar los servicios de salud y de educación, afectar la naturaleza y los servicios ecosistémicos, y causar daños a empresas y comercios, entre otras cosas.[108]

Con frecuencia no se toman en cuenta las pérdidas y daños inmateriales que provocan los desastres naturales, como el deterioro de lugares y prácticas culturales o espirituales, o la afectación del sentido de seguridad y de la autosuficiencia de las personas.

Un factor particular en el contexto de los desastres naturales en el Chocó quedó especialmente en evidencia con el terremoto de agosto de 2026: cuando un desastre natural paraliza el transporte fluvial, se paraliza con él la mayor parte de las comunicaciones en la región. La información sobre los daños y las necesidades de asistencia suele salir de la región con grandes retrasos, lo que dificulta la organización de una respuesta oportuna y adecuada. Asimismo, cuando se interrumpe el transporte fluvial, los equipos de rescate, el traslado de pacientes, los medicamentos y los insumos de ayuda humanitaria solo pueden llegar al Chocó con enormes dificultades y demoras considerables, con consecuencias que pueden poner en riesgo la vida de las personas.

107 CODECHOCO (2023). "Plan De Gestión Ambiental Regional Del Chocó, Periodo 2023–2034", pág. 210

108 MinAmbiente y IIAP (2015). "Plan Integral del Cambio Climático del Departamento de Chocó", pág. 72

Hábitat humano

Muchas construcciones tradicionales de la cuenca del río Atrato han sido concebidas para adaptarse a las fluctuaciones naturales del caudal de los ríos. Esta capacidad de adaptación las hace más resilientes frente al aumento en la frecuencia y la intensidad de las inundaciones, asociado a la alteración de los patrones de precipitación por el cambio climático y agravado por los efectos de la minería.

Sin embargo, no se puede descartar que los extremos cada vez mayores en materia de inundaciones y mareas, así como la pérdida de superficie terrestre en la costa debido al aumento del nivel del mar, superen, a partir de cierto punto, el potencial de adaptación incluso de las viviendas tradicionales, haciendo con ello necesario el traslado de viviendas, edificios e infraestructura pública. Esto afecta sobre todo a los edificios situados en las inmediaciones de la ribera del río o del océano. Existen mapas oficiales de las costas del Chocó que informan sobre las zonas costeras que se perderán previsiblemente en los próximos años y décadas. Las comunidades y los habitantes pueden utilizarlos como fuentes de información para planificar y aplicar medidas de adaptación para y con los habitantes afectados, así como para buscar ubicaciones alternativas para sus edificios públicos.[109]

Aunque ya se han publicado estudios sobre estos temas, esa información aún circula poco entre la población local, lo que dificulta que los habitantes y las comunidades puedan adaptarse eficazmente a este riesgo. Además, en el contexto actual de la minería en el río, tampoco basta con orientarse a partir de los niveles del agua y de las superficies inundadas registradas en inundaciones extremas del pasado, porque la actividad minera continúa removiendo el cauce, alterando las corrientes y transformando las zonas de inundación. El aumento de las precipitaciones debido al cambio climático hace probable que estas zonas, ya de por sí vulnerables, se inunden con más frecuencia en el futuro.

Sin embargo, el cambio climático no solo plantea nuevos retos para las construcciones residenciales y las infraestructuras públicas en lo que respecta

109 INVEMAR y PNUD (2017) "Análisis de vulnerabilidad marino costero e insular ante el cambio climático para TCNCC", pág. 86

a su ubicación, sino también en lo que se refiere a su diseño y materiales de construcción. Es probable que ciertos materiales y métodos de construcción utilizados hoy en día o en el pasado no puedan soportar las nuevas condiciones más extremas, y, por tanto, edificios civiles y públicos, sufran daños o queden destruidos.[110] Para estar preparados para las consecuencias del cambio climático, los edificios deben construirse de manera que ofrezcan una mayor resistencia a las lluvias torrenciales, las inundaciones o la protección contra el calor.

Además, el aumento de las temperaturas y las consecuencias para la salud que ello conlleva pueden hacer necesario instalar sistemas de aire acondicionado y otras instalaciones en edificios residenciales y públicas. Tanto los daños más frecuentes como la necesidad de construir edificaciones más adaptadas y/o de reacondicionar la infraestructura y las viviendas existentes provocan un aumento de los gastos privados y públicos. No obstante, precisamente para las personas con bajos ingresos y/o pocos ahorros, estas modificaciones estructurales necesarias para la adaptación resultan financieramente muy difíciles de asumir. Esta problemática es particularmente crítica en el Chocó, departamento que en 2023 registró una incidencia de pobreza monetaria de 67,7%, lo que permite suponer que la adecuación de infraestructura y vivienda ante el cambio climático representará una carga económica prácticamente inasumible para gran parte de la población.[111]

Comunicación e Infraestructura fluvial

Los cambios en el régimen de lluvias y en la disponibilidad de agua, y el aumento del nivel del mar pueden causar daños en diferentes tipos de infraestructuras y formas de transporte.[112] Por ejemplo, las vías navegables, los puertos y los aeropuertos pueden quedar temporalmente inutilizados

110 IDEAM, PNUD, MADS, DNP y CANCILLERÍA (2017). "Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La CMNUCC", pág. 80 y ss.
111 DANE (2025). "Resultados Pobreza Monetaria 2023"
112 INVEMAR (2017). "Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país."

por inundaciones, corrimientos de tierra y sequías, que provocan un nivel bajo de las aguas en las vías fluviales.

Esta situación se agrava aún más cuando, a los cambios provocados por el clima, se suman la minería y la deforestación. Estas actividades destruyen las riberas y alteran los cauces de los ríos, lo que aumenta la vulnerabilidad del territorio y hace que los efectos de las lluvias intensas, las inundaciones, las sequías y otros eventos extremos sean más graves.

Dado que la comunicación y la movilidad fluvial son fundamentales para la vida y la cultura atrateñas, cualquier interrupción causada por el cambio climático tiene consecuencias que van mucho más allá del transporte en sí. Cuando los ríos dejan de ser transitables, se debilitan las relaciones familiares y comunitarias, se paralizan actividades sociales y económicas y se dificulta el abastecimiento de alimentos. Además, las comunidades pueden quedar sin acceso a las áreas de cultivo, los mercados y los lugares de pesca y caza de los que depende buena parte de la alimentación y subsistencia las personas que viven en la cuenca del Atrato.

Sistemas naturales y biodiversidad

Como se ha descrito, el cambio climático en el Chocó biogeográfico va acompañado de modificaciones en los patrones de precipitación y temperatura, así como de cambios en la intensidad del viento y la radiación solar, junto con una creciente inestabilidad hidrológica del río Atrato.

Como consecuencia, con un avance del cambio climático se observa un incremento en la migración de especies y en el riesgo de extinción, configurando transformaciones profundas y de amplio alcance que impactan transversalmente la biodiversidad, tanto en el Chocó biogeográfico como en el resto del mundo. Por ejemplo, las transformaciones climáticas alteran las condiciones de crecimiento, regeneración y supervivencia de las especies arbóreas, modificando de manera progresiva la composición de los bosques chocoanos.[113]

113 Quinto et al. (2023). "El Papel de los Bosques del Pacífico Colombiano en la Mitigación del Cambio Climático Global", pág. 24

Sin embargo, a nivel de especies individuales, los efectos del cambio climático son muy heterogéneos y dependen en gran medida de las características ecológicas y de la capacidad de adaptación de cada especie. Esto es especialmente evidente en el Chocó, con sus más de 35 subregiones eco-geográficas, donde habitan más de 9.000 especies de plantas, 200 de mamíferos, 600 de aves, 100 de reptiles y 120 de anfibios, todas interconectadas de múltiples formas.[114]

En la mayoría de los casos, las especies más vulnerables son las especies especialistas, es decir, aquellas que solo pueden vivir bajo condiciones muy específicas, presentan áreas de distribución limitadas o son endémicas, características que reducen su capacidad de adaptación frente a los cambios ambientales asociados al cambio climático.[115] Estas especies pueden alcanzar rápidamente el límite de su capacidad de adaptación ante los nuevos cambios en su hábitat y, por lo tanto, enfrentarse a un alto riesgo de extinción.

114 Valoyes et al. (2012). "Estructura ecológica principal del Chocó Biogeográfico según criterio de diversidad y singularidad de especies y ecosistemas", pág. 115 y ss.

115 Ver: 1) Menéndez-Guerrero et al. (2020). „Climate change and the future restructuring of Neotropical anuran biodiversity"; 2) Sweeney et al. (2022). "Assessing the Synergistic Effects of Land Use and Climate Change on Terrestrial Biodiversity: Are Generalists Always the Winners?"; 3) Pearce-Higgins et al. (2015). "Drivers of climate change impacts on bird communities"

Colibríes

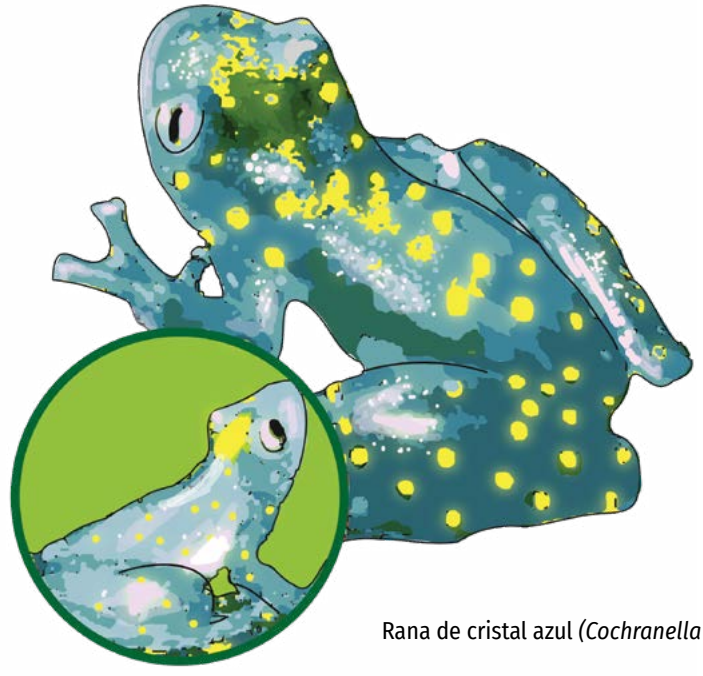
Los colibríes se alimentan principalmente de néctar y polen. Para ellos es vital que siempre haya suficientes plantas en flor disponibles. Los cambios en la temperatura o en las precipitaciones pueden provocar que las plantas que les proporcionan alimento se desplacen o modifiquen su período de floración. En especial, los colibríes especializados en pocas plantas pueden verse afectados por estos ajustes: por ejemplo, si la reducción de los períodos de floración provoca escasez de alimento o si plantas importantes dejan de estar presentes en su hábitat.



Colibrí piquicuña del Chocó *(Schistes albogularis)*

Sapos y otros anfibios

Muchos anfibios necesitan una humedad elevada en su entorno y condiciones de temperatura constantes para sobrevivir. Por eso son particularmente sensibles a los períodos de sequía y calor, que se presentarán con mayor frecuencia en el Chocó debido al cambio climático. La rana de cristal azul, endémica del Chocó colombiano y ecuatoriano, ya se encuentra en peligro crítico por causa de la deforestación. Los períodos recurrentes de sequía la exponen a un estrés físico adicional grave, lo que pone en peligro su supervivencia a largo plazo.



Rana de cristal azul *(Cochranella mache)*

Peces migratorios de agua dulce

Muchos peces de agua dulce son altamente sensibles a los cambios en los factores hidrológicos inducidos por el cambio climático, como la temperatura del agua, el régimen de caudales y la disponibilidad de oxígeno en el río. Los peces tropicales de río, en particular, se encuentran en una situación de riesgo, ya que viven cerca de su límite superior de tolerancia térmica y presentan una capacidad de aclimatación limitada.[116] Además, su reproducción está estrechamente vinculada a temperaturas ambientales específicas. [117] [118]

En el caso de especies migratorias como el bocachico, esta vulnerabilidad se ve aún más acentuada, dado que las alteraciones en los patrones de precipitación afectan la dinámica natural de los caudales necesaria para una reproducción exitosa. [119]



Bocachico *(Prochilodus magdalenae)*

116 Lapointe et al. (2018). "Predicted impacts of climate warming on aerobic performance and upper thermal tolerance of six tropical freshwater fishes spanning three continents"

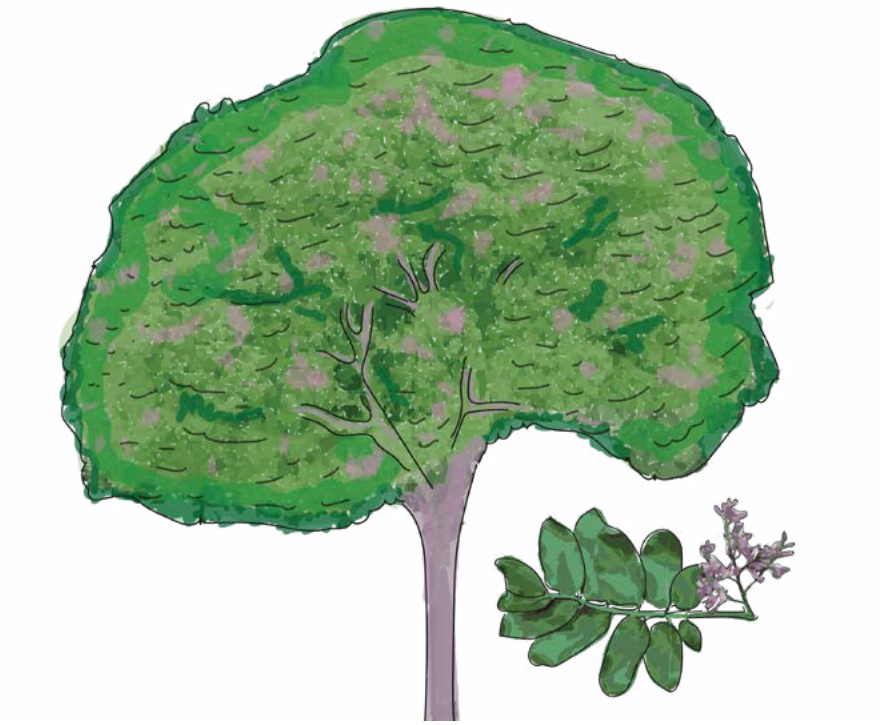
117 de Oliveira et al. (2025). "The effects of climate change on the potential distribution of a frugivorous fish in the Amazon basin"

118 Devkota et al. (2020). "How is freshwater fish reproduction affected from changing climatic patterns"

119 Ver: 1) Bailly (2008). "Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil"; 2) Lopes et al. (2018). "Influence of rainfall, hydrological fluctuations, and lunar phase on spawning migration timing of the Neotropical fish"

Árboles tropicales

Al igual que otras especies similares, se prevé que el choibá se vea afectado de múltiples maneras por el cambio climático: su necesidad de un entorno con humedad estable lo hace especialmente sensible a las sequías, que se están volviendo más intensas y frecuentes. Dado que su reproducción depende de la polinización y de la dispersión de sus semillas por aves, murciélagos, insectos y monos, también se ve amenazado cuando, por efecto del cambio climático, desaparecen determinados animales o se alteran las redes de soporte entre plantas y fauna.



Choibá *(Dipteryx oleífera)*

Aves endémicas

Para casi todas las numerosas especies de aves endémicas del Chocó biogeográfico, el cambio climático implica, sobre todo, pérdida de hábitat. Los cambios en la temperatura y en los patrones de precipitación modifican también la disponibilidad de alimento. Así, el área adecuada para la tángara dorsiverde (*Bangsia edwardsi*) se reduciría en más de la mitad para 2050, y la de la tángara escarlata y blanca (*Chrysothlypis salmoni*), hasta en un 84 % para 2070.[120] En términos generales, las aves que se alimentan de invertebrados y frutos son las que más sufren la pérdida de hábitat asociada al cambio climático.



Tángara dorsiverde (*Bangsia edwardsi)* y tángara escarlata y blanca *(Chrysothlypis salmoni)*

120 Mota et al. (2024). "Climate-driven distributional shifts in Chocó endemic birds of southwest Colombia"

Monos

Muchos monos frugívoros, como el mono araña de cabeza café, que se encuentra en peligro de extinción, son muy sensibles a las variaciones climáticas y a los acontecimientos estacionales, como la maduración de los frutos. Sin embargo, el cambio climático intensifica precisamente estas variaciones. Junto con una fragmentación cada vez mayor de su hábitat, esto puede hacer que el mono araña de cabeza café ya no encuentre suficiente alimento.[121]

Además, diversos estudios han demostrado que, cuando se produce una perturbación provocada por el cambio climático, las poblaciones de monos tienden a reducirse simultáneamente en diferentes lugares. Por lo tanto, es menos probable que la especie pueda recuperarse en períodos de debilidad mediante la inmigración de otros grupos de la misma especie procedentes de territorios vecinos.



Mono araña de cabeza café / Mono araña del Chocó *(Ateles fusciceps rufiventris)*

121 Hernández Jaramillo (2025). "Distribución actual, amenazas y escenarios para la conservación del mono araña negro (Ateles fusciceps rufiventris) en el Pacífico colombiano"

Seguridad alimentaria

La agricultura y los sistemas alimentarios son ejemplos típicos de un sistema sobre el cual el cambio climático influye, sobre todo, a través de procesos de evolución lenta —es decir, cambios progresivos en los patrones de precipitación, temperatura, humedad, entre otros— más que a través de eventos climáticos extremos puntuales.

La combinación de cambios cada vez más pronunciados en el régimen meteorológico —especialmente precipitaciones más intensas, temperaturas promedio y máximas en aumento, así como un incremento paulatino del nivel del mar— se traducirá, en la cuenca del río Atrato, en transformaciones de los ecosistemas fluviales y cenagosos (aumento de la temperatura del agua, cambios en las corrientes, posibles ingresos de agua salada).[122] Según la microrregión, esto podrá derivar en un mayor número de eventos climáticos extremos o en períodos de sequía más prolongados, lo cual, combinado con lo anterior, dará lugar a un aumento de la erosión y a una reducción progresiva de la fertilidad de los suelos.[123]

Que estos procesos de evolución lenta desencadenados por el cambio climático tengan un impacto especialmente fuerte en la agricultura y los sistemas alimentarios se debe, sobre todo, a que las plantas, pero también los animales destinados al consumo tienen límites de tolerancia frente a todas las variables climáticas, y solo logran desarrollarse plenamente cuando existe una combinación adecuada de estos factores. Cuando se sobrepasan esos límites de tolerancia y/o la combinación de las variables climáticas se desequilibra, las especies vegetales y animales ya no logran adaptarse, y dejan de estar disponibles en cantidad suficiente como fuente de alimento.

122 Ver: 1) Nevermann et al. (2023). "Land loss implications of sea level rise along the coastline of Colombia under different climate change scenarios"; 2) INVEMAR (2017). "Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país"

123 Ver: 1) Quinto (2023). "El Papel de los Bosques del Pacífico Colombiano en la Mitigación del Cambio Climático Global"; 2) Lemos-Támara e t al. (2012). "Los sistemas productivos tradicionales de comunidades negras del Medio Atrato chocoano, su relación con el clima y su vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos"; 3) Quinto-Mosquera et al. (2016). "Precipitation effects on soil characteristics in tropical rain forests of the Chocó biogeographical region"

En el caso de los peces tropicales, como los del río Atrato, esto es especialmente probable, ya que actualmente viven cerca de su límite superior de tolerancia térmica y presentan una capacidad de aclimatación limitada.[124] Además, su reproducción está estrechamente vinculada a temperaturas ambientales específicas.

Un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha modelado, basándose en los factores de temperatura y patrones de precipitación, si habrá cambios en el tamaño de las áreas óptimas para la producción de alimentos importantes en la cuenca del Atrato para el 2040.[125]

Así, en Acandí se prevé para 2040 una disminución de las áreas de producción aptas para la yuca y el plátano; en Riosucio, una disminución de las áreas aptas para la yuca, maíz y cebolla, junto con un aumento de las áreas aptas para plantaciones forestales en el oriente del municipio; y en Quibdó, una reducción leve de las áreas aptas para plantaciones forestales en el oriente del municipio. El mayor beneficiario del cambio climático parece ser Turbo: aquí se calcularon aumentos en las áreas de cultivo aptas para el plátano, el maíz, la cebolla, la palma de aceite y las plantaciones forestales. En cuanto al resto de los alimentos analizados, no se observaron cambios en el tamaño de las áreas de cultivo aptas hasta el 2040. Sin embargo, el estudio de la FAO parece haberse centrado principalmente en variedades de agricultura intensiva en zonas agrícolas. Precisamente el conocimiento sobre la resiliencia climática y la capacidad de adaptación de las «especies de nicho» utilizadas en la cuenca del Atrato es, hasta ahora, incompleto.[126]

Asimismo, se identifica una alta amenaza climática para la agricultura en los municipios de El Carmen, Riosucio y Quibdó, seguidos de Carmen del Darién y Bagadó, con una amenaza media. Estas amenazas coinciden, sobre todo en Quibdó y en los municipios del Norte de la cuenca (Acandí, Unguía, Riosucio, Carmen del Darién), con una sensibilidad alta y muy alta

124 Ver: 1) Lapointe (2018). "Predicted impacts of climate warming on aerobic performance and upper thermal tolerance of six tropical freshwater fishes spanning three continents" 2) Donelson et al. (2014). "Reproductive Acclimation to Increased Water Temperature in a Tropical Reef Fish"

125 FAO (2022). "Análisis Departamental de Vulnerabilidad y Riesgo frente al Cambio Climático para el sector Agropecuario. 12: Chocó"

126 Ibid.

al cambio climático en el sector agrícola.[127] La FAO identifica varias estrategias prometedoras para fortalecer la adaptación de la agricultura chocoana al cambio climático: la protección, conservación y restauración de ecosistemas estratégicos; la adopción anticipada de patrones y cultivos más resistentes a las nuevas condiciones climáticas; la diversificación de cultivos y actividades productivas; y el establecimiento de zonas de retención de inundaciones y la restauración de cuencas hidrográficas.[128]

En este contexto, los sistemas de producción y alimentación bioculturales de la cuenca del Atrato reúnen precisamente los principios que la FAO plantea para un sistema agrícola y alimentario resiliente al clima: la conservación de los ecosistemas a través de prácticas bioculturales que siguen el ritmo y la oferta de la naturaleza; las prácticas tradicionales y las normas comunitarias que previenen la sobreexplotación de los recursos naturales; y el aprovechamiento flexible de fuentes de alimentación muy diversificadas y en constante cambio, provenientes de distintos (eco)sistemas. Esta combinación hace que, incluso en circunstancias más extremas, cuando desaparece una o varias fuentes de alimento, por lo general sigan existiendo suficientes alternativas.

Por ello, es probable que la resiliencia climática de los sistemas alimentarios bioculturales sea mayor que la de los sistemas agrícolas intensivos, y que además resulte más "asequible" de alcanzar que las soluciones clásicas provenientes de la agricultura intensiva, como un mayor uso de fertilizantes u otros insumos agrícolas.

Sin embargo, tampoco puede ignorarse que, en las condiciones actuales, el sistema alimentario biocultural de las comunidades atrateñas no ofrece una solución completa frente a la crisis climática. También este sistema es vulnerable a los impactos del cambio climático: por ejemplo, cuando las inundaciones y sequías provocan la pérdida de sitios tradicionales de producción y de fuentes de alimento, o cuando estos dejan de ser accesibles debido a la interrupción del transporte fluvial.

Más aún, la expansión de economías extractivas externas al territorio —como la agroindustria, la ganadería extensiva y la minería ilegal

127 FAO (2022). "Análisis Departamental de Vulnerabilidad y Riesgo frente al Cambio Climático para el sector Agropecuario. 12: Chocó"

128 Ibid.

mecanizada—, sumada al control armado ejercido por actores ilegales que restringen el acceso y el uso tradicional de amplias zonas, ha erosionado progresivamente los sistemas productivos tradicionales de las comunidades. Esta situación limita la transmisión y puesta en práctica de conocimientos bioculturales construidos históricamente en relación con los ríos, los bosques y las dinámicas del territorio. En consecuencia, los sistemas productivos locales que podrían aportar a la resiliencia y la adaptación frente al cambio climático se han debilitado y pueden carecer de la capacidad necesaria para generar efectos adaptativos significativos. Su fortalecimiento requiere, por tanto, inversión pública y medidas de adaptación que reconozcan, protejan y potencien las prácticas productivas y los conocimientos propios de las comunidades.

Salud

El cambio climático afecta la salud de las comunidades de la cuenca del Atrato de varias maneras: directamente, a través de los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos en el cuerpo humano, e indirectamente, al crear condiciones ambientales más propicias para la propagación más rápida, extensa y eficiente de agentes patógenos que, a su vez, causan daño a los seres humanos.

Desde décadas recientes, se ha observado un aumento de la frecuencia, intensidad y duración de las olas de calor extremas causado por el cambio climático. En las última diez años, los mayores de 65 años en Colombia han experimentado aproximadamente 60 veces más días de olas de calor que en los años 1981 a 2000, y la tendencia va en aumento.[129] Los problemas de salud relacionados con el calor se manifiestan de forma mucho más acusada en regiones tropicales cálidas y húmedas como el Chocó: aunque los habitantes de estas regiones pueden ser más tolerantes a temperaturas elevadas, la alta humedad relativa del aire en combinación con el aumento del calor puede provocar que la propia regulación de temperatura del cuerpo a través de procesos como la transpiración deje de funcionar eficazmente. Las

129 The Lancet Regional Health – Americas (2025)

consecuencias de las olas de calor son, además de calambres, deshidratación, insolación, golpes de calor, hipertermia, sobre todo trastornos cardiovasculares, renales, respiratorios y cerebrovasculares. La relación entre temperaturas extremas en el ambiente y un aumento de las hospitalizaciones y la mortalidad cardiovascular (por ejemplo, por infarto cerebral y cardiopatía coronaria) está muy comprobada en todo el mundo.[130] Las personas de mayor edad, los niños muy pequeños y las personas con condiciones médicas crónicas se ven especialmente afectadas por las olas de calor.[131]

Los cambios en los patrones de precipitación y viento y el aumento de la temperatura favorecen la aparición de nuevos agentes patógenos y, en el caso de las enfermedades animales ya existentes, puede modificar su distribución geográfica y estacional e intensificar su propagación.[132] En lo que respecta a las enfermedades transmitidas por los mosquitos, los virus y los parásitos, como la malaria, el dengue o la leishmaniosis—, el cambio climático mejora las condiciones para la propagación de los patógenos de varias maneras. El aumento de las temperaturas promedio provocado por el cambio climático, junto con el desplazamiento de las temporadas de lluvia y sequía, acelera el ciclo de desarrollo de muchos patógenos y amplía tanto su propagación estacional como la espacial. A temperaturas más altas, los mosquitos tienden a picar con mayor frecuencia, mientras que el período de incubación de los patógenos en el cuerpo humano se reduce. Además, el aumento de las precipitaciones y los cambios en los patrones de lluvia crean más criaderos para las larvas de mosquitos.[133] En conjunto, todos estos procesos tienen como consecuencia que muchas enfermedades transmitidas por patógenos se propagarán más rápidamente y a mayor escala a medida que avance el cambio climático, y que surgirán nuevas enfermedades que se beneficien de las nuevas condiciones ambientales.

130 Bernal-Sotelo (2020). „Riesgo de desarrollo de enfermedades asociadas a olas de calor en Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca“

131 Ebi et al (2021). “Hot weather and heat extremes: health risks”

132 Ver: 1) Jeadran et al. (2017). “Climate change and human health: a review from the Colombian perspective”; 2) Ouambo et al (2025). “The heat, the heart and beyond: a narrative review of the many ways climate change impacts human health”

133 Colón-González et al. (2021). „Projecting the risk of mosquito-borne diseases in a warmer and more populated world: a multi-model, multi-scenario intercomparison modelling study“

En el caso de una de estas enfermedades transmitidas por patógenos, la malaria, el Chocó fue, en 2024, el departamento más afectado, con el 27,9 % de los 135.290 casos registrados en el país.[134] En los próximos años, el aumento de las precipitaciones y las temperaturas debido al cambio climático traerá consigo circunstancias aún más favorables para la malaria y la leishmaniasis en el Chocó. El potencial de transmisión del dengue determinado por el clima ha aumentado en América Latina en aproximadamente un 66 % desde la década de 1950,[135] y todas las previsiones del Gobierno colombiano apuntan a un claro aumento de la amenaza del dengue en la región del Pacífico, y en particular en el Chocó, a medida que se intensifica el cambio climático.[136]

Por último, el cambio climático afecta al incremento y la supervivencia de los patógenos que se propagan a través del agua, como la diarrea infantil.[137] En este caso, el cambio climático también está modificando las condiciones de numerosas masas de agua, haciéndolas cada vez más favorables para la proliferación de patógenos acuáticos. A esto se suma el mayor riesgo de una degradación de la calidad del agua en la cuenca del río Atrato, provocada por pulsos de crecida más frecuentes e intensos: así, los eventos de inundación más fuertes y regulares arrastran una mayor cantidad de heces, sedimentos y contaminantes, lo que aumenta la exposición humana a estos patógenos, especialmente en las comunidades que dependen del agua superficial.[138] En 2024 se registraron alrededor de 1.300 casos de diarrea infantil en la región del Chocó, lo que supone un aumento con respecto a años anteriores. Con el avance del cambio climático, se puede esperar un nuevo aumento de los casos si no se toman medidas preventivas concretas para contrarrestarlo.

134 Instituto Nacional de Salud (2025). "INS hace un llamado a reforzar acciones territoriales para combatir la malaria"

135 The Lancet Regional Health – Americas (2025)

136 IDEAM, MinAmbiente, DNP, Cancillería, PNUD y Fundación Natura (2024). "Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia", pág. 227

137 IDEAM, PNUD, MADS, DNP y CANCILLERÍA (2017). "Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La CMNUCC", pág. 80

138 Ver: 1) Dupke et al. (2023). "Impact of climate change on waterborne infections and intoxications"; 2) Alexander et al. (2018). "Hydrometeorology and flood pulse dynamics drive diarrheal disease outbreaks and increase vulnerability to climate change in surface-water-dependent populations: A retrospective analysis"

El fortalecimiento concreto de la situación de la atención médica, que en muchas regiones del Chocó es precaria en comparación con otras regiones de Colombia, contribuiría a una adaptación exitosa de la población del Chocó al cambio climático mediante la prevención, el control y el tratamiento de las enfermedades mencionadas.

3.4 Capacitades adaptativas

Tan extraordinaria como es la vida en la cuenca del Atrato, también lo es su relación con el clima. La coexistencia de múltiples ecosistemas, el relativo aislamiento geográfico, las prácticas de autoabastecimiento de las comunidades, una forma de vida guiada por los ritmos del río y una estrecha relación con el entorno natural, junto con los impactos del conflicto armado y la minería ilegal, configuran condiciones particulares. En este contexto, el cambio climático puede manifestarse de formas distintas y con impactos específicos frente a los observados en otras regiones.

En la cuenca del Atrato, el cambio climático se encuentra con una sociedad con valores extremadamente altos del índice de pobreza multi-espacial y las necesidades básicas insatisfechas.[139] El conflicto armado y la destrucción ambiental causada por la minería ilegal e industrias extractivas son cargas histórico-sociales adicionales que han aumentado aún más la sensibilidad tanto del medio ambiente como de las comunidades. Irónicamente, el conflicto armado y la presión para participar en procesos extractivos han dañado precisamente las mejores cualidades de la vida atrateña en la lucha contra el cambio climático: el bajo impacto, la flexibilidad y la sostenibilidad ecológica de sus sistemas de autoabastecimiento.

Otro desafío, que atraviesa todo lo anterior, es la falta de información. No hay suficientes datos meteorológicos locales, y por eso es difícil saber con certeza qué tan amenazada está la región por el cambio climático. Hay pocas estaciones de medición, pocas son las series de datos de muchos años,

139 DANE (2018). "Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), Censo Nacional de Población y Vivienda 2018"

y los estudios nacionales muchas veces no tienen en cuenta las particularidades del Chocó. Esto deja un gran vacío para entender cómo los efectos generales del clima se traducen al nivel local. Por eso es tan difícil evaluar las amenazas y los impactos en la región, y esta falta de información es en sí misma un riesgo que no se debe subestimar.

Esta brecha resulta especialmente evidente en el caso de los daños climáticos inmateriales, que con frecuencia se tienden a ignorar. Precisamente porque el estilo de vida en la cuenca del Atrato se basa en la vida en comunidad y el autoabastecimiento, una gran parte de las pérdidas que se producen allí son precisamente de naturaleza inmaterial. A ello se suma la pérdida de cultura y patrimonio cultural, de lugares y prácticas religiosas y espirituales, de conocimientos locales e indígenas y de los vínculos de identidad, pertenencia, comunidad, seguridad y realización personal. Se trata de afectaciones difíciles de identificar y aún más complejas de cuantificar, especialmente en términos monetarios.[140]

Tener una buena capacidad de adaptación es clave para que una sociedad pueda enfrentar los efectos del cambio climático. Esto se mide sobre todo por la infraestructura disponible, el apoyo técnico, los programas, los planes, las estructuras, y los recursos económicos y humanos.[141] El Chocó está en el último grupo del ranking de los departamentos de Colombia, clasificado con "baja capacidad de adaptación" (puesto 27 de 32).[142] Un dato que muestra esto claramente son los bajos recursos que el Chocó destina a la prevención y gestión de riesgos: entre 2006 y 2019, solo el 1,37 % de las inversiones de CODECHOCÓ se usó para actividades y proyectos en este tema, es decir, menos de 1.000 millones de pesos.[143]

Lo positivo es que el Chocó y Antioquia sí tienen planes de protección y adaptación climática, que Turbo y Bahía Solano tienen un análisis de

140 GermanWatch (2021). "Slow-onset Processes and Resulting Loss and Damage – An introduction"

141 IDEAM, PNUD, MADS, DNP y CANCILLERÍA, 2017. "Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La CMNUCC", cap. 5

142 IDEAM, MinAmbiente, DNP, Cancillería, PNUD, Fundación Natura (2024). "Primer Informe Bienal de Transparencia de Colombia.", pág. 37

143 CODECHOCO (2023). "Plan de Gestión Ambiental Regional del Chocó (PGAR): 2023-2034", pág. 200

vulnerabilidad,[144] y que algunos municipios de la cuenca del Atrato ya elaboraron sus propios planes de adaptación.[145] Sin embargo, el plan de adaptación climática del Chocó se enfoca mucho en prevención y atención de desastres, mientras que casi no desarrolla los aspectos de adaptación a mediano y largo plazo para sectores como la agricultura o la pesca.[146] Este vacío coincide con la falta de información sobre la tolerancia y el potencial de adaptación de las especies agrícolas especificas del Chocó.

Las deficiencias en materia de preparación y adaptación de la pesca y la agricultura chocoanas al cambio climático pueden estar relacionadas con el hecho de que, a diferencia de las catástrofes naturales, estos fenómenos se producen de forma más gradual, lo que puede influir en la percepción del problema por parte de las autoridades. Sin embargo, pasar por alto estos «cambios silenciosos» resulta engañoso, ya que suele tener como consecuencia que no se prepare a tiempo y que las medidas no se pongan en marcha hasta que las pérdidas ya sean irreversibles. Esto resulta fatal, sobre todo para las comunidades que practican la economía de subsistencia, para las que los cambios climáticos graduales suelen ser los más problemáticos y con mayores consecuencias.

Algo similar ocurre con las pérdidas inmateriales ya mencionadas: con frecuencia, estos riesgos permanecen invisibles porque los valores afectados nunca fueron identificados ni documentados antes de ser dañados o desaparecer. Por ello, una medida fundamental para fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades atrateñas consiste en identificar y registrar sus valores inmateriales. Esto permitiría, por una parte, reconocer los riesgos de manera temprana y, por otra, contar con elementos de prueba frente a eventuales daños futuros. Además, la discusión sobre los mecanismos de reparación que las propias comunidades consideran pertinentes apenas comienza.

144 Ver: 1) INVEMAR (2018). "Análisis de vulnerabilidad al cambio climático y lineamientos de adaptación para el municipio de Bahía Solano"; 2) INVEMAR (2021). "Vulnerabilidad e impactos del cambio climático y lineamientos de adaptación para el Distrito de Turbo, Antioquia (ITF)."

145 CODECHOCO (2023). "Plan De Gestión Ambiental Regional Del Chocó, Periodo 2023–2034", pág. 196

146 Propia evaluación de: CODECHOCO (2023) y MinAmbiente y IIAP (2015)

4. Pérdidas y daños

Incluso un calentamiento de solo 1,5°C significa que muchas cosas ya no se pueden salvar. Hace tiempo que está comprobado que los arrecifes y otros ecosistemas sensibles, e incluso estados insulares enteros, sufren daños irreversibles con este nivel de calentamiento — son puntos de no retorno que, una vez superados, ya no se pueden revertir.[147]

"Pérdidas y Daños" describe las consecuencias negativas del cambio climático que no se pueden evitar con medidas de protección del clima ni compensar con medidas de adaptación. Es decir, es la parte de la crisis climática que queda cuando la reducción de emisiones y las medidas de adaptación han fallado o no llegaron a tiempo — ya sea porque se aplicaron demasiado lento, o porque fueron insuficientes.[148]

En este sentido, se distingue entre las pérdidas materiales que son relativamente fáciles de cuantificar (viviendas e infraestructura destruidas, fuentes de ingresos perdidas) y las pérdidas inmateriales. Entre estas últimas se incluyen aspectos que escapan a una lógica puramente monetaria, como la pérdida del patrimonio cultural, de la identidad espiritual, de los lugares sagrados y del sentido de pertenencia a un territorio.[149]

Una de las injusticias de la crisis climática es que las pérdidas y daños afectan especialmente fuerte a las regiones y comunidades que menos han contribuido al cambio climático.[150] Por eso, los mecanismos de compensación por pérdidas y daños se consideran un pilar fundamental de la justicia climática, sobre todo para estos actores.

147 Ver: 1) GermanWatch (2023). "Coral Reefs could pass their point of no return this decade"; 2) United Nations, General Assembly (2026). "Challenges related to sea level rise and ways and approaches to address it: Report of the Secretary-General"

148 UNEP. "About Loss and Damage"

149 SCIAF et al. (2025). "Liderazgo afrocolombiano e indígena en las soluciones frente a pérdidas y daños"

150 IPCC (2023). „Summary for Policymakers In: Climate Change 2023: Synthesis Report"

Después de un largo tira y afloje diplomático, pérdidas y daños está hoy firmemente anclado en la gobernanza climática internacional. Además, el Fondo de Pérdidas y Daños, creado en 2022, busca compensar a los países más afectados. Sin embargo, los recursos financieros disponibles siguen siendo insuficientes frente a la necesidad real a nivel global. Por ello, amplios sectores de la sociedad civil latinoamericana demandan no solo un mayor acceso a la información sobre pérdidas y daños, así como una participación y representación efectivas de las comunidades afectadas. También reclaman consolidar las pérdidas y los daños como un tercer pilar de la gobernanza climática global, junto con mecanismos que garanticen el derecho a la compensación, la valoración económica de las afectaciones y el acceso directo a financiamiento para las comunidades que las sufren. [151]

4.1 Aterrizaje en la cuenca del Atrato

También en la cuenca del río Atrato ya pueden identificarse daños y pérdidas del cambio climático. Un ejemplo concreto de ello son las consecuencias provocadas por las inundaciones de noviembre de 2024: se vieron afectados 27 de los 31 municipios del Chocó, es decir, más de 150.000 personas.[152] Los daños en viviendas, así como en vías, escuelas y hospitales, generaron cuantiosas pérdidas económicas. Como un daño inmaterial de esta catástrofe natural, líderes locales de Bojayá documentaron además la imposibilidad de realizar las prácticas tradicionales de sepultura.[153]

Es probable que el cambio climático ya desencadenado siga generando, en el futuro, nuevos daños inmateriales en la cuenca del Atrato. En el contexto chocoano, uno de los tipos de pérdidas probables serían la desaparición de ciertas plantas medicinales, dado que el calentamiento —ya prácticamente imposible de detener— amenaza con sobrepasar sus límites de tolerancia.

151 CANLA (2025). "Acción climática para afrontar daños y pérdidas en América Latina"
152 SCIAF et al. (2025). "Liderazgo afrocolombiano e indígena en las soluciones frente a pérdidas y daños"
153 Ibid.

Menos visibles, pero no menos graves, son los efectos perjudiciales que ya se manifiestan de forma gradual, pero cada vez más marcada, a causa de las amenazas climáticas. Estas afectaciones ya se manifiestan en la presión constante que ejercen sobre las personas y sus medios de vida. La necesidad permanente de reparar daños, mitigar impactos y reforzar medidas de prevención demanda cada vez más tiempo, recursos económicos y esfuerzo, especialmente en comunidades que dependen principalmente de actividades de subsistencia. Son recursos que, de no existir estas presiones, podrían destinarse a otras actividades productivas, al bienestar de los hogares o al fortalecimiento de las capacidades comunitarias.[154] Esto, a su vez, hace más difícil superar las vulnerabilidades colectivas e individuales existentes.[155]

Como en muchas otras regiones, en el Chocó también hace falta información sólida sobre los efectos locales concretos de los procesos climáticos de evolución lenta.[156] Sin embargo, contar con datos confiables sobre lo ya ocurrido, así como sobre aquello que ya no se puede evitar, no solo es fundamental para planificar los recursos necesarios frente a futuros daños, sino que además constituye la base para exigir una compensación.

154 GermanWatch (2021b). "National and International Approaches to Address Loss and Damage from Slow-onset Processes – Status Quo, challenges, and gaps"

155 GermanWatch (2021a). "Slow-onset Processes and Resulting Loss and Damage – An introduction"

156 GermanWatch (2021b). "National and International Approaches to Address Loss and Damage from Slow-onset Processes – Status Quo, challenges, and gaps"

5. De los Derechos de la Naturaleza al cambio climático

La cuenca del río Atrato es un punto focal de la crisis climática. Sabemos que la destrucción ambiental que ocurre allí contribuye de manera considerable a acelerar el cambio climático. Pero también sabemos que las relaciones bioculturales atrateñas constituyen una forma de vida que favorece profundamente el equilibrio climático. Su protección, así como la reforestación y la restauración de los ecosistemas naturales, son medidas clave para contribuir a frenar el cambio climático.

La Corte Constitucional de Colombia respondió a los daños y riesgos generados por las industrias extractivas y el conflicto armado, reconociéndole al río Atrato la condición de sujeto de derechos mediante la sentencia T-622 (ver el siguiente capítulo). Esto significa que el Atrato tiene la condición jurídica de titular autónomo de derechos, comparable, por ejemplo, a una persona jurídica. Por lo tanto, los derechos del río Atrato a su protección, conservación, mantenimiento y restauración pueden ser reclamados ante los tribunales por los representantes del rio. De este modo, la protección de su integridad deja de concebirse únicamente como un medio para satisfacer intereses humanos ligados al aprovechamiento de sus recursos y pasa a reconocerse como un valor en sí mismo.

Con una crisis climática cada vez más intensa, surge la pregunta de cómo la condición del río Atrato como sujeto de derechos se relaciona con temas como la mitigación, la adaptación y el manejo de pérdidas y daños climáticas. Lo que sí es claro es que la vulneración y la garantía de los derechos del Atrato no están separadas de la crisis climática global, sino que están conectadas con los procesos que pueden intensificar o frenar esta crisis. Proteger la cuenca del río Atrato es, al mismo tiempo, una acción fundamental para proteger el clima.

Para el río Atrato y sus ecosistemas, la adaptación solo puede materializarse mediante el fortalecimiento de su resiliencia ecológica: la conservación y recuperación de los cursos de agua y los humedales naturales, así como la reforestación y la restauración ecológica. A diferencia de las sociedades humanas, el Atrato no puede recurrir a medidas monetarias, tecnológicas o de infraestructura para adaptarse; su capacidad de respuesta depende de la integridad y funcionalidad de sus propios ecosistemas.

Sin embargo, el potencial particular del estatus de sujeto de derechos del río Atrato se hace evidente, sobre todo, en relación con las pérdidas y daños. Gracias a este estatus, las pérdidas y daños generados por el cambio climático pueden entenderse no solo como perjuicios sufridos por las personas a causa de un entorno deteriorado, sino también como daños al propio Atrato. Desde la perspectiva del Atrato como sujeto de derechos afectado por el cambio climático de origen antropogénico, se hace visible una dimensión adicional del daño, principalmente de carácter inmaterial. Tradicionalmente, las pérdidas y los daños —sean de origen climático o de otra naturaleza— han adquirido relevancia jurídica en la medida en que se traducen en perjuicios cuantificables para las personas o para la economía local. Sin embargo, el reconocimiento de ríos como el Atrato como sujetos de derechos abre la posibilidad de otorgar relevancia jurídica a afectaciones inmateriales que recaen directamente sobre el río y sus ecosistemas.

5.1 La sentencia T-622 que declaró al Atrato como sujeto de derechos

Además de reconocer al Atrato como sujeto de derechos, la sentencia T-622 de 2016 destacó la relación de interdependencia recíproca y el vínculo biocultural entre las comunidades afrocolombianas e indígenas que habitan la cuenca y los ecosistemas ribereños. En este sentido, los modos de vida y las prácticas culturales de estas comunidades dependen de la integridad ecológica del río y de su entorno. A su vez, sus conocimientos, prácticas de cuidado y formas tradicionales de relacionamiento con el territorio contribuyen a la protección y conservación del Atrato y de los ecosistemas que lo rodean. De ahí surge el enfoque de los «derechos bioculturales» y el principio de que

los órganos de autogobierno étnico de las comunidades del Atrato deben participar directamente en la aplicación de la sentencia y, de este modo, administrar su territorio de manera autónoma.[157]

La sentencia abarca un total de 13 órdenes. La Orden Cuarta define al Río Atrato como sujeto de derecho. Además, establece que su representación estará a cargo de miembros elegidos por las comunidades, junto con un delegado del gobierno colombiano. Los demás artículos definen los objetivos específicos que deben alcanzarse para restablecer los derechos del río Atrato. Así, la Orden Quinta obliga a tomar medidas para la descontaminación de la cuenca del río Atrato y sus afluentes, así como de las zonas ribereñas, con el fin de restaurar los ecosistemas y prevenir nuevos daños ambientales en la región. La Orden Sexta exige la implementación de medidas para poner fin a las actividades mineras ilegales en el Atrato y en los demás afluentes. La Orden Séptima exige medidas que, de acuerdo con el concepto de «etno-desarrollo», permitan restablecer las formas tradicionales de economía de subsistencia y alimentación, garantizando así la seguridad y la soberanía alimentarias. Por último, la Orden Octava establece la necesidad de determinar el grado de contaminación de los ecosistemas y las comunidades por mercurio y otras sustancias tóxicas, así como los daños a la salud de la población que de ello se derivan. Las disposiciones y los objetivos de las órdenes de la Quinta a la Séptima se están implementando mediante la formulación e implementación participativas de planes de acción.[158]

5.2 La sentencia del Atrato como oportunidad para la acción climática

Además de la dimensión jurídica de la sentencia T-622 abordada en los capítulos anteriores, a continuación, se evalúan los efectos de mitigación y adaptación climática de las iniciativas que el fallo puso en marcha, así como su contribución a la gestión de pérdidas y daños climáticos. El análisis se

157 Corte Constitucional de Colombia (2016): „Sentencia T-622/16“
158 Centro Sociojurídico Siembra (2023). “El Atrato como sujeto de derechos” https://atrato.centrosiembra.org/ (31.08.2026)

centra en los programas y medidas de los Planes de Acción elaborados con base en la Orden Quinta (descontaminar la cuenca del río Atrato), la Orden Sexta (neutralizar y erradicar definitivamente las actividades de minería ilegal) y el plan de acción de la Orden Séptima, actualizado en marzo de 2026 (recuperar las formas tradicionales de subsistencia y alimentación).

La forma de vida de los afroatrateños y las comunidades indígenas, y su conexión biocultural con su entorno y con el río, constituye un prototipo de una forma de vida climáticamente favorable, una suerte de "buen vivir" climático. La sentencia T-622 tiene precisamente el propósito de proteger esta forma de vida frente a las industrias extractivistas, así como de restaurar el medio ambiente cuya destrucción liberó emisiones a gran escala.

Por esta razón, las órdenes del fallo del Atrato y los planes de acción resultantes contienen un gran número de actividades que benefician a la protección del clima. Evitan o reducen las emisiones de gases de efecto invernadero de la región y tienen el potencial de capturar carbono de la atmósfera. Muchas de las actividades mencionadas en las órdenes y el plan de acción pueden definirse, por lo tanto, como medidas de protección climática en uno de los seis sectores mencionados en el NDC 2.0 de Colombia, la actualización más reciente de las metas climáticas del país ante el Acuerdo de París.[159]

Medidas que contribuyen directamente

Debido a la estructura de emisiones en los municipios atrateños, las actividades vinculadas de la sentencia T-622 que tienen un mayor impacto climático son principalmente las iniciativas directamente relacionadas con la prevención de un mayor deterioro de los ecosistemas locales y/o su restauración natural.

Entre estas actividades se encuentran, por ejemplo, ***iniciativas para la mejora de la calidad ambiental*** cómo el restablecimiento del cauce, la

159 El gobierno colombiano define en el NDC 2.0 de Colombia los sectores minas y energía, industrial, residencial, comercial, saneamiento, agropecuario, forestal y transporte como sectores para actividades de mitigación del cambio climático en Colombia.
Ver: Gobierno de Colombia (2020). "Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). Anexo M1. Portafolio de medidas de mitigación de GEI de la NDC"

rehabilitación y/o recuperación ecológica del río Quito, la remediación de áreas contaminadas y la reforestación con especies nativas, así como el fortalecimiento de los sistemas de conocimiento tradicional en relación con las prácticas ambientales de manejo ancestral del territorio. Todas estas actividades contribuyen directamente a la reducción de emisiones o a su captura y, por tanto, pueden considerarse medidas de protección del clima en el sector forestal.

A su vez el Plan de Acción Orden Quinta incluye iniciativas de adaptación, por ejemplo, ***para mejorar la calidad, el monitoreo y el acceso al agua potable***, lo que contribuye a prevenir enfermedades transmitidas por el agua y por nuevos vectores. Como complemento, se desarrollaron ***estrategias para reforzar la prevención y el seguimiento de desastres***, así como para reducir sus impactos y riesgos, lo que contribuirá a mejorar la capacidad de gestión de desastres frente a los efectos del cambio climático, así como medir los daños y pérdidas asociados al cambio climático.

Si se observa el potencial negativo de la minería, este no radica únicamente en la destrucción de los ecosistemas vegetales, sino sobre todo en la destrucción del suelo y en la liberación de cantidades mucho mayores del carbono allí almacenado. Por ello, las ***medidas para frenar la minería ilegal*** constituyen también medidas de mitigación climática de gran importancia. La superficie destruida en la cuenca del Atrato por minería (incluyendo los 15 municipios accionados en la sentencia y toda la zona hidrográfica del río Quito) pasó de ser casi inexistente en 1985 a 27.572 hectáreas en 2024. **Si no hubiera habido minería de oro en la región, se habrían evitado unas 26,90 $MtCO_2e$ de emisiones de gases de efecto invernadero entre 1985 y 2024**.[160]

160 Cálculos propios con datos de "Estadísticas: Transiciones", Proyecto MapBiomas Colombia – Colección 3.0 y valores medios de carbono capturado en biomasa aérea en bosque firme (232,99t C/ha^{-1} según Meyer et al. 2019), en suelos de bosque firme (88,2t C/ha^{-1} según IDEAM 2024), en biomasa aérea de bosque inundando (229,19t C/ha^{-1} según Meyer et al. 2019), en el suelo de bosque inundando (90t C/ha^{-1} según Jonathan Pérez-Rojas et al. 2019), en la biomasa aérea de formación natural no boscosa (6,5t C/ha^{-1} según Meyer et al. 2019) y en suelo de formación natural no boscosa (90t C/ha^{-1} según IDEAM 2024). Con el fin de incorporar en el cálculo las emisiones derivadas de la deforestación asociada a la minería, las superficies destinadas a actividades mineras que estaban clasificadas como «áreas sin vegetación» se contabilizaron como pérdida de cobertura boscosa.

Esta cantidad equivale a cerca del 10 % de las emisiones netas anuales de gases de efecto invernadero de Colombia en 2024.

En la lucha contra la minería ilegal se evidencia con especial claridad el potencial de mitigación climática que dejó de aprovecharse tras la sentencia T-622: si poco después del fallo en 2016 se hubiera frenado la expansión de la minería ilegal a partir de una adecuada implementación de la sentencia, se habría podido evitar la emisión directa de cerca de 13,83 $MtCO_2e$ de gases de efecto invernadero.[161] De hecho, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asociada a la prevención de la minería en la cuenca del río Atrato sería aún mayor si se incorporaran sus efectos indirectos. Entre ellos se encuentran las emisiones evitadas por la reducción de la erosión y la sedimentación, así como aquellas asociadas al transporte y al uso de maquinaria pesada en las operaciones mineras. Asimismo, el balance de emisiones evitadas aumentaría si se consideraran los costos de oportunidad climáticos de la minería: el secuestro de carbono que deja de producirse; la lenta regeneración y reducida capacidad de captura de carbono de la vegetación en áreas posmineras;[162] y la disminución de la capacidad de almacenamiento de carbono de los ecosistemas y los suelos como consecuencia de la contaminación por mercurio.[163]

Un aspecto importante en este contexto es que las iniciativas representadas incluyen un paquete de ***medidas para establecer, hacer cumplir y supervisar***

161 Cálculos propios con datos de "Estadísticas: Transiciones", Proyecto MapBiomas Colombia – Colección 3.0. y los valores medios de carbono capturada según las estimaciones ya presentadas.

162 Torres Torres et al. (2024). "Aboveground biomass in a post-mining forest succession in the Colombian Pacific"

163 Según estudios preliminares, el mercurio actúa en las plantas y los suelos de dos maneras, las cuales tienen un impacto directo en la captura de carbono en los ecosistemas: en las plantas, el mercurio daña directamente su capacidad de realizar la fotosíntesis. Esto, a su vez, reduce la capacidad de las plantas para generar energía química a partir de la energía luminosa, lo que a su vez hace que se pueda fijar menos carbono en la planta y, por lo tanto, se genere menos biomasa. En el suelo, por otro lado, el mercurio tiene un efecto tóxico sobre partes de las comunidades microbianas que son importantes para la fijación de carbono en el suelo. Esto, por un lado, reduce las tasas de fijación de carbono en el suelo y, por otro, hace que el carbono fijado se libere más fácilmente. Ver: 1) Zhang et al (2019). "Effects of Mercury Pollution on Soil Organic Carbon Stability and Carbon-fixing Microbial Communities"; 2) Marrugo-Negrete et al. (2016). "Mercury uptake and effects on growth in Jatropha curcas", 3) Rahbarian et al. (2025). "Mercury stress effects on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in wheat", 4) Teixeira (2018). "Contamination and Soil Biological Properties in the Serra Pelada Mine - Amazonia, Brazil"

las normas relativas al uso de los recursos naturales en la cuenca. El Plan de Acción de la Orden Séptima actualizado, por ejemplo, define con mucha claridad qué prácticas y modos de producción en la cuenca del Atrato son sostenibles y cuáles no lo son. Estas directrices claras y fáciles de entender establecen qué restricciones son necesarias para proteger el patrimonio biocultural en sí mismo y, con ello, también el medio ambiente, incluido el clima.

Esto se complementó con ***iniciativas destinadas a promover una producción alimentaria y agrícola respetuosa con el clima***, ya sea mediante el fortalecimiento de los sistemas agroforestales y silvopastoriles, los huertos caseros mixtos, la apicultura, las buenas prácticas agroecológicas en unidades de producción agroalimentaria ancestral o la identificación de nuevos procesos y productos derivados de la biodiversidad. Todas estas formas de agricultura contribuyen a organizar la producción de alimentos de manera que los ecosistemas naturales se consideren esenciales para seguridad alimentaria y, por lo tanto, se utilicen de forma ecológicamente sostenible y no se degraden. Esto se combina con la incorporación de evaluaciones de los riesgos climáticos y la priorización de lugares menos expuestas a inundaciones para el cultivo, así como la selección y promoción de especies con mayor tolerancia a variabilidades climáticas.

Además, se han previsto numerosas iniciativas orientadas a diversificar la producción y comercialización de alimentos en el Chocó. Estas incluyen el mapeo de especies locales y de sus aportes a los sistemas alimentarios y productivos del territorio, el mantenimiento y fortalecimiento de especies tradicionales, y la preservación de la flexibilidad de los sistemas agrícolas. Esto último implica evitar modelos productivos basados en un único escenario climático y promover estrategias capaces de responder a condiciones climáticas cambiantes e inciertas.

Medidas que contribuyen si el enfoque climático se transversaliza en ellas

Otras iniciativas previstas en los planes de acción también pueden contribuir a la mitigación del cambio climático si, durante su formulación detallada e implementación, se priorizan alternativas compatibles con la protección del clima. Este enfoque, conocido como **transversalización climática** (*climate*

mainstreaming), consiste en integrar de manera sistemática criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en los procesos de planificación, toma de decisiones y ejecución de políticas, planes y proyectos de distintos sectores. Asimismo, la incorporación de los mandatos y enfoques de la sentencia T-622 de 2016 puede elevar la ambición climática de los planes existentes, al fortalecer la protección, conservación, mantenimiento y restauración de la cuenca del río Atrato y sus afluentes.

Este es el caso de las acciones para desarrollar soluciones integrales para el manejo de aguas residuales y para el manejo y disposición final de residuos sólidos. Cabe resaltar que estos procesos, al descomponerse de manera incontrolada sin oxígeno, liberan metano, un gas cuyo efecto de calentamiento es hasta 80 veces mayor que el del CO_2.[164] Mitigarlo mediante la captura de biogás, la depuración adecuada de aguas residuales y una disposición final controlada de residuos sólidos pueden considerarse medidas de protección del clima. El uso directo del biogás como gas de cocción se además una fuente de energía especialmente valioso en zonas rurales.[165]

El Plan de Acción de la Orden Quinta incluye también la formulación y actualización de diversos instrumentos de planificación y ordenamiento ambiental, lo que representa una oportunidad para elevar su ambición climática e incorporar con mayor profundidad los enfoques bioculturales desarrollados en la sentencia T-622 de 2016. Esto podría traducirse, por ejemplo, en la exclusión explícita de cambios de uso del suelo que resulten perjudiciales para el clima en ecosistemas con alta capacidad de almacenamiento de carbono, como los bosques sobre suelos de turba y los manglares. Asimismo, estos instrumentos podrían reconocer jurídicamente las delimitaciones espaciales y temporales para el uso de los recursos naturales establecidas por las comunidades tradicionales.

Asimismo, las medidas para mejorar la educación ambiental en el Plan de Acción de la Orden Quinta pueden contribuir a la protección climática si se integra en ellas la educación climática. Unidades pedagógicas sobre el efecto climáticamente favorable de los sistemas de producción y alimentación bioculturales, así como sobre la importancia de los ecosistemas locales

164 Climate and Clean Air Coalition. "Metane"
165 Community Partners International (2021). "Converting Waste into Cooking Gas in Low-Income Communities"

para la protección del clima global, pueden formar a niños, niñas y jóvenes —y, a través de ellos, a sus familias— como agentes de cambio conscientes de esta problemática y comprometidos con la protección del clima.

Fortalecimiento de la capacidad adaptativa mediante estructuras de gobernanza novedosas

Un gran número de estudios demuestran que la participación activa de las comunidades locales, indígenas y afrodescendientes en la conservación de ecosistemas resulta en una protección más eficaz, estable y sólida a largo plazo de los ecosistemas locales y, por ende, del clima y la biodiversidad. Esto es especialmente evidente cuando dichas formas de involucramiento se integran formalmente en las leyes y políticas estatales,[166] como ocurre en la implementación del fallo sobre el río Atrato.

Un ejemplo de esto es la creación de la Comisión de Guardianes del Río Atrato, un organismo de gobernanza creado por la sentencia para garantizar su cumplimiento, vinculando a las comunidades y a las entidades estatales en la toma de decisiones conjuntas, de modo que la acción del Estado tenga como horizonte el conocimiento y las necesidades comunitarias. Está integrada por el Cuerpo Colegiado de los Guardianes del Río Atrato, compuesto por 14 representantes comunitarios elegidos de siete organizaciones locales, así como por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Se trata de un «laboratorio real» que permite el aprendizaje institucional para la gobernanza comunitaria. Como una estructura deliberadamente participativa y orientada al diálogo, vincula los derechos ecológicos, los derechos humanos y los derechos colectivos de las comunidades étnicas para planificar e implementar programas y políticas que tomen en cuenta todos estos derechos de manera integral.

La existencia de este tipo de estructuras institucionales es fundamental no solo para la protección del río Atrato y de las comunidades que habitan

166 Ver: 1) Dawson et al. (2021). "The role of Indigenous peoples and local communities in effective and equitable conservation"; 2) Craig et al. (2025). "Colombia's commitment to climate action: Empowering Indigenous Peoples', Afro–descendant and campesino communities"

su cuenca, sino también para fortalecer la adaptación de las comunidades atrateñas frente al cambio climático. Si se fortalecen, estas instancias facilitarían que las medidas de adaptación, mitigación, y pérdidas y daños se formulen, implementen y coordinen de manera conjunta con la población, respondiendo a las prioridades comunitarias y respeten la integridad de los ecosistemas.

Aunado a lo anterior, la planificación y la implementación de medidas para cumplir la sentencia T-622 han generado procesos y espacios interinstitucionales para la coordinación entre instituciones gubernamentales nacionales y regionales responsables en diferentes sectores, con el fin de abordar los retos de forma específica y más allá de las competencias de las instituciones individuales. Una vez desarrollados, estos procesos y espacios también pueden ayudar a la adaptación al cambio climático, pues los procesos de inversión y planificación que exige la respuesta al cambio climático requieren una amplia articulación y coordinación entre distintos sectores, entre ellos ambiente, agricultura, salud, gestión del riesgo, infraestructura y ordenamiento territorial.

Conclusiones y recomendaciones

El presente análisis ha demostrado que la cuenca del río Atrato y las comunidades que la habitan ya se ven fuertemente afectadas por el cambio climático y que en el futuro lo estarán aún más. Al mismo tiempo, los excepcionales ecosistemas de la región cuentan con una altísima capacidad de captura de carbono, lo que les permite contribuir de manera significativa a la política climática nacional de Colombia y a la protección del clima global. Sin embargo, actividades como la minería ilegal, la deforestación de bosques primarios y la conversión de ecosistemas naturales en monocultivos agrícolas hacen que la cuenca del Atrato sea actualmente una fuente de emisiones.

Además, quedó claro que la sentencia T-622 y los Planes de Acción derivados de la misma son modelos para una política de mitigación y adaptación al cambio climático exitosa, socialmente sostenible y participativa. Muchas de las medidas enumeradas en los planes de acción son, en sí mismas, medidas de mitigación y adaptación; otras tienen un potencial considerable para convertirse en tales si se planifican y ejecutan con cuidado y detalle. La mayoría de las medidas con potencial de adaptación incluidas en los planes coinciden con los objetivos y prioridades oficiales de adaptación al cambio climático del Gobierno colombiano a nivel nacional, lo cual abre un importante potencial de sinergias, tanto en términos financieros como de recursos humanos y de esfuerzo institucional.

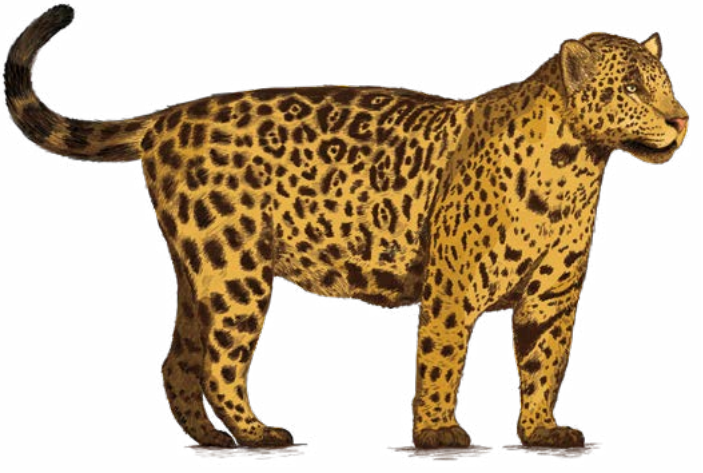
La implementación oportuna y, sobre todo, completa de los planes de acción de la sentencia T-622 contribuiría a la mitigación del cambio climático y fortalecería a las comunidades locales frente a los efectos del cambio climático. En este contexto, SIEMBRA y los Guardianes del Río Atrato exigen la implementación urgente y completa de las medidas previstas en los planes de acción, así como la provisión de recursos financieros suficientes, capacidad de personal y un marco de seguridad adecuado.

En el caso de aquellas medidas que no constituyen en sí mismas medidas de mitigación o adaptación al cambio climático, pero que tienen el

potencial para convertirse en tales, recomendamos aplicar una transversalización climática, en el marco de su planificación y ejecución futuras, con el fin de garantizar que se aproveche al máximo su potencial en materia de política climática.

Recomendamos que se incorporen las estructuras de participación de la sociedad civil existentes —como los Guardianes del Río Atrato—en el diseño y la implementación de la política climática en el Chocó. La experiencia adquirida en la planificación y la implementación participativas de la sentencia T-622 debería aprovecharse de manera sistemática para garantizar que las medidas se orienten a las realidades de vida de las personas, sean socialmente justas y cuenten con el apoyo de las comunidades locales.

Se debe sensibilizar más a las autoridades nacionales, departamentales y locales sobre el hecho de que la completa implementación de los Planes de Acción de la sentencia T-622 implica, al mismo tiempo, más protección del clima y la efectiva adaptación al cambio climático. Los Planes de Acción ofrecen, por lo tanto, una oportunidad única: con un esfuerzo político coherente se logran dos objetivos urgentes a la vez.



Bibliografía

Alexander, K. A., Heaney, A. K., & Shaman, J. (2018). Hydrometeorology and flood pulse dynamics drive diarrheal disease outbreaks and increase vulnerability to climate change in surface-water-dependent populations: A retrospective analysis. PLoS Medicine, 15(11), e1002688. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002688

Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M. C., & Torres, P. L. M. (2009). Coleoptera. En E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología* (Vol. 2, pp. 411–468). Fundación Miguel Lillo.

Asociación Campesina Integral del Atrato – ACIA. (1992). Afrochocó: Etnia, Territorio y Cultura. Quibdó. https://www.rds.org.co/aa/img_upload/c1a230c6696a0e3d3ded4cbdbe1edfd7/acia.pdf

Bailly, D., Agostinho, A. A., & Suzuki, H. I. (2008). Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiabá River, Upper Pantanal, Brazil. *River Research and Applications*, 24, pág. 1218–1229. https://doi.org/10.1002/rra.1147

Banda-R, K., Weintritt, J., & Gómez, M. J. (2015). Bosque Seco Tropical. DryFlor, Royal Botanic Garden Edinburgh. http://www.dryflor.info/files/Cartilla%20Bosque%20Seco.pdf

Bernal-Sotelo, J. K. (2020). Riesgo de desarrollo de enfermedades asociadas a olas de calor en Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca. Reporte Epidemiológico Nacional, 2(2), 16–31. https://doi.org/10.33610/01229907.2020v2n2a2

Caillaud, D., Crofoot, M. C., Scarpino, S. V., Jansen, P. A., Garzon-Lopez, C. X. & Winkelhagen, A. J. S. (2010). Modeling the spatial distribution and fruiting pattern of a key tree species in a Neotropical forest: Methodology and potential applications. PLoS ONE, 5(11), e15002. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015002

Cannon, A. J. (2025). Twelve months at 1.5 °C signals earlier than expected breach of Paris Agreement threshold. Nature Climate Change 15, 266–269. https://www.nature.com/articles/s41558-025-02247-8

Castillo, A. (2013). *Los retreros y la gente del río Condoto: minería y transformaciones socioambientales en el Chocó, 1975-2013* [Monografía de grado, Universidad de los Andes, Departamento de Historia].

Centro Sociojurídico SIEMBRA. (2022). El Atrato como sujeto de derechos. https://atrato.centrosiembra.org/ (último acceso: 31.08.2026)

Climate Action Network Latinoamérica (CANLA), Grupo de Trabajo de Pérdidas y Daños. (2025). *Acción climática para afrontar daños y pérdidas en América Latina: Documento SB62–2025*. CANLA. https://www.canla.org/wp-content/uploads/2025/06/Documento-Perdidas-y-Danos-1.pdf

Climate and Clean Air Coalition. (s.f.). Metano. https://www.ccacoalition.org/es/short-lived-climate-pollutants/methane (último acceso: 31.08.2026)

Climate Watch. (2024). Historical GHG emissions. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=countries&calculation=ABSOLUTE_VALUE&end_year=2023&regions=COL&sectors=total-including-lulucf&start_year=1990 (último acceso: 13.04.2026)

CODECHOCO. (2023). Plan de gestión ambiental regional del Chocó, periodo 2023–2034. Quibdó.

Colón-González, F. J., Sewe, M. O., Tompkins, A. M., Sjödin, H., Casallas, A., Rocklöv, J., Caminade, C., & Lowe, R. (2021). Projecting the risk of mosquito-borne diseases in a warmer and more populated world: A multi-model, multi-scenario intercomparison modelling study. Lancet Planetary Health, 5(7), e404–e414. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00132-7

Community Partners International. (2021). Converting waste into cooking gas in low-income communities. https://cpintl.org/impact-area/converting-waste-into-cooking-gas-in-low-income-communities (último acceso: 31.08.2026)

Conservation Allies. (s.f.). Major new protection for the Chocó biodiversity hotspot. https://conservationallies.org/major-new-protection-for-the-choco-biodiversity-hotspot/ (último acceso: 28.08.2026)

Copernicus Climate Change Service (C3S). (2026). *Global Climate Highlights 2025* (36 S.). European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). https://doi.org/10.24381/b3nm-p354

Correa-Lima, A. P. A., Varassin, I. G., Barve, N., & Zwiener, V. P. (2019). Spatio-temporal effects of climate change on the geographical distribution and flowering phenology of hummingbird-pollinated plants. Annals of Botany, 124(3), 389–398. https://doi.org/10.1093/aob/mcz079

Corte Constitucional de Colombia. (2017). Auto 505 de 2017, Sala Sexta de Revisión, Expediente T-5.016.242 (M. P. José Fernando Reyes Cuartas: 25 de septiembre de 2017).

Corte Constitucional de Colombia. (2016). Sentencia T-622 de 2016, Expediente T-5.016.242 (M. P. Jorge Iván Palacio Palacio: 10 de noviembre de 2016).

Craig, M., & Paz-Rivera, C. (2025). Colombia‘s commitment to climate action: Empowering Indigenous Peoples‘, Afro-descendant and

campesino communities. UNDP. https://stories.climateandforests-undp.org/climate-and-nature-action-in-colombia/index.html (último acceso: 15.07.2025)

Dawson, N. M., Coolsaet, B., Sterling, E. J., Loveridge, R., Gross-Camp, N. D., Wongbusarakum, S., Sangha, K. K., Scherl, L. M., Phan, H. P., Zafra-Calvo, N., Lavey, W. G., Byakagaba, P., Idrobo, C. J., Chenet, A., Bennett, N. J., Mansourian, S., & Rosado-May, F. J. (2021). The role of Indigenous peoples and local communities in effective and equitable conservation. Ecology and Society, 26(3), Artikel 19. https://doi.org/10.5751/ES-12625-260319

de Oliveira, A. C. F., Spirlandelli, F. P., Seripieri, V. H. M., Lino, A. L. R., Azevedo, J. C., Yofukuji, K. Y., Souza, B. C. P., Pontara, V., Bueno, M. L., Esser, L. F., Graça, W. J., Ferreira, J. H. D., Ré, R., Bailly, D., & Batista-Silva, V. F. (2025). The effects of climate change on the potential distribution of a frugivorous fish in the Amazon basin. Hydrobiologia, 350(6), 1–17. https://doi.org/10.1007/s10750-025-06048-0

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2025). Resultados pobreza monetaria 2023. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/PM/pres-PM-Departamental-2023.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2018). Necesidades básicas insatisfechas (NBI): Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. DANE.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2005). Atlas Estadístico: Tomo I Demográfico. https://geoportal.dane.gov.co/servicios/atlas-estadistico/src/Tomo_I_Demografico/3.4.3.-poblaci%C3%B3n-afrocolombiana.html (último acceso: 31.08.2026)

Devkota, M., & Kathayat, H. (2020). How is freshwater fish reproduction affected from changing climatic patterns. Research & Reviews: Research Journal of Biology, 8, 7–20.

Lapointe, D., Cooperman, M. S., Chapman, L. J., Clark, T. D., Val, A. L., Ferreira, M. S., Balirwa, J. S., Mbabazi, D., Mwanja, M., Chhom, L., Hannah, L., Kaufman, L., Farrell, A. P., & Cooke, S. J. (2018). Predicted impacts of climate warming on aerobic performance and upper thermal tolerance of six tropical freshwater fishes spanning three continents. Conservation Physiology, 6(1), Article coy056. https://doi.org/10.1093/conphys/coy056

Donelson, J. M., McCormick, M. I., Booth, D. J. & Munday, P. L. (2014). Reproductive Acclimation to Increased Water Temperature in a Tropical Reef Fish. PLOS ONE, 9(5), e97223. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097223

Dupke, S., Buchholz, U., Fastner, J., Förster, C., Frank, C., Lewin, A., Rickerts, V., & Selinka, H.-C. (2023). Impact of climate change on waterborne infections and intoxications. Journal of Health Monitoring, 8(S3), 62–77. https://doi.org/10.25646/11402

Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R. S., Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Nybo, L., Seneviratne, S. I., Vanos, J., & Jay, O. (2021). Hot weather and heat extremes: Health risks. The Lancet, 398(10301), 698–708. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3

FAO. (2022). Análisis departamental de vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático para el sector agropecuario: 12. Chocó. https://cambioclimatico.fao.org.co/wp-content/uploads/2023/06/12-CHOCO_21.02.2023.pdf (último acceso: 01.09.2026)

Forest Trends. (2021). Timber Legality Risk Dashboard: Colombia. https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2022/01/Colombia-Timber-Legality-Risk-Dashboard-IDAT-Risk.pdf

Germanwatch. (2023). Coral reefs could pass their point of no return this decade. https://www.germanwatch.org/en/blog/coral-reefs-could-pass-their-point-no-return-decade (último acceso: 02.09.2026)

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2026). Desafíos relacionados con el aumento del nivel del mar y formas y enfoques para abordarlos: informe del secretario general (Doc. ONU A/81/74).

Germanwatch. (2021a). Procesos de evolución lenta y pérdidas y daños resultantes: introducción. https://www.germanwatch.org/sites/default/files/FINAL_Slow-onset%20paper%20Teil%201_20.01.pdf

Germanwatch. (2021b). Enfoques nacionales e internacionales para abordar las pérdidas y los daños derivados de procesos de evolución lenta: estado actual, desafíos y vacíos. https://www.germanwatch.org/sites/default/files/Part%202%20-%20National%20and%20international%20approaches%20to%20address%20loss%20and%20damage%20from%20slow-onset%20processes_1.pdf

Gobierno de Colombia. (2020). Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC), Anexo M1: Portafolio de medidas de mitigación de GEI de la NDC. Bogotá D.C.

Gómez-Zuluaga, D. E., Aguirre De la Hoz, A. C., Toro, J. L., Cortes-Diago, A., Borrero-Alvarez, A., & García Hernández, L. R. (2024). Las aves del Parque Natural Regional Las Tángaras en el municipio de El Carmen de Atrato, Chocó, Colombia. Conservación Colombiana, 29(2), 79–90. https://doi.org/10.54588/cc.2024v29n2a4

Hartinger, S. M., Palmeiro-Silva, Y., Llerena-Cayo, C., Palharini, R. S. A., García-Witulski, C., Salas, M. F., Valdés-Ortega, N., Diaz, A., Escobar, L. E., Gil Posse, C., Helo Sarmiento, J., Lescano, A. G., Melo, O., Pinilla-Roncancio, M., Rojas-Rueda, D., Souza de Camargo, T., Takahashi, B., Blanco-Villafuerte, L., Borchers-Arriagada, N., Chame, M., ... Romanello, M. (2025). The 2025 Lancet Countdown Latin America report: Moving from promises to equitable climate action for a prosperous future. The Lancet Regional Health – Americas, 52, Article 101276. https://doi.org/10.1016/j.lana.2025.101276

Henríquez Chacín, B. (2020). Sembrar el futuro, recordar el pasado: plantas y reconfiguraciones del territorio en Bellavista, Bojayá. Revista Colombiana de Antropología, 56(2), 139–168. DOI: https://doi.org/10.22380/2539472X.790

Hernández Jaramillo, A. (2025). Distribución actual, amenazas y escenarios para la conservación del mono araña negro (Ateles fusciceps rufiventris) en el Pacífico colombiano [Tesis de doctorado, Instituto de Ecología, A.C.]

IDEAM. (2026). Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos: Sistema de información para la gestión de datos hidrológicos. https://atencionciudadano.ideam.gov.co/ (último acceso: 28.08.2026)

IDEAM, MinAmbiente, DNP, Cancillería, PNUD, & Fundación Natura. (2024). Primer informe bienal de transparencia de Colombia. Bogotá D.C

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería. (2017). Tercera comunicación nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Bogotá D.C.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & Cancillería. (2016). Inventario nacional y departamental de gases efecto invernadero Colombia: Tercera comunicación nacional de cambio climático. Bogotá D.C.: IDEAM

IIAP. (2018). Estudio técnico para la designación del nuevo sitio Ramsar Complejo cenagoso del Bajo Atrato, Chocó, Colombia. Quibdó: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico; 148 pp.

IIAP. (2013). Herpetofauna asociada a los panganales de la cuenca del río Atrato, Chocó (Versión 1.0) [Dataset]. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. https://doi.org/10.15472/c2iovz

IIAP. (2008). Inventario, priorización y caracterización de ciénagas del Medio Atrato, Chocó. Informe final. Quibdó: Instituto de

Investigaciones Ambientales del Pacífico; 258 pp. https://bit.ly/45DHzro

Instituto Nacional de Salud. (2025). INS hace un llamado a reforzar acciones territoriales para combatir la malaria. https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/INS-hace-un-llamado-a-reforzar-acciones-territoriales-para-combatir-la-malaria (último acceso: 10.08.2025)

INVEMAR. (2021). Vulnerabilidad e impactos del cambio climático y lineamientos de adaptación para el Distrito de Turbo, Antioquia (ITF). Documento técnico de investigación. Santa Marta: INVEMAR.

INVEMAR. (2018). Análisis de vulnerabilidad al cambio climático y lineamientos de adaptación para el municipio de Bahía Solano. Documento técnico de investigación. Santa Marta: INVEMAR.

INVEMAR. (2017). Elaboración del análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para el país. Informe técnico final, contrato PNUD No. 0000040357. Santa Marta: INVEMAR.

INVEMAR, & PNUD. (2017). Análisis de vulnerabilidad marino costero e insular ante el cambio climático para el TCNCC. Santa Marta: INVEMAR.

IPCC. (2023b). Summary for policymakers. In Core Writing Team, H. Lee, & J. Romero (Eds.), Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1–34). IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

IPCC. (2022a). Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H.-O.

Pörtner et al., Eds.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

IPCC. (2022b). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (P. R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, & J. Malley, Eds.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157926

IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Parte A: Aspectos globales y sectoriales. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (C. B. Field et al., Eds.). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/

IUCN. (2026). *Atelopus spurrelli*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2026-1. https://www.iucnredlist.org/es/species/54556/49538284 (último acceso: 05.09.2026)

UICN. (2025). Tipología global de ecosistemas: TF1.1 Bosques tropicales inundados y bosques de turba, y TF1.4 Ciénagas estacionales de llanuras de inundación. https://global-ecosystems.org/analyse?regionId=ADM_134 (último acceso: 10.07.2025)

Jeadran, N., Malagón-Rojas, J., Garrote-Wilches, C., & Castilla-Bello, P. (2017). Climate change and human health: A review from the Colombian perspective. Revista Salud Uninorte, 33(2). http://www.scielo.org.co/scielo.
php?pid=S0120-55522017000200224&script=sci_arttext

Keith, D. A., Ferrer-Paris, J. R., Nicholson, E., & Kingsford, R. (2020). Tipología de ecosistemas globales de la UICN 2.0. IUCN. https://iucn.org/resources/publication/iucn-global-ecosystem-typology-20

Lemos-Támara, L. L., Murillo-López, W., & Pabón-Caicedo, J. (2012). Los sistemas productivos tradicionales de comunidades negras del Medio Atrato chocoano, su relación con el clima y su vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos. Bioetnia, 9(1). https://bioetnia.iiap.org.co/index.php/bioetnia/article/view/82

Lopes, J. M., Alves, C. B. M., Peressin, A., & Pompeu, P. S. (2018). Influence of rainfall, hydrological fluctuations, and lunar phase on spawning migration timing of the Neotropical fish Prochilodus costatus. Hydrobiologia, 818, 145–161. https://doi.org/10.1007/s10750-018-3601-4

Maldonado-Ocampo, J. A., Villa-Navarro, F. A., Ortega-Lara, A., Prada-Pedreros, S., Jaramillo-Villa, U., Claro, A., Usma, J. S., Rivas Lara, T. S., Chaverra Salazar, W., Cuesta Barrios, J. F., & García-Melo, J. E. (2006). Peces del río Atrato, zona hidrogeográfica del Caribe, Colombia. Biota Colombiana, 7(1), 143–154. https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/169/168

MapBiomas Colombia. (s.f.). Colección 3.0 de mapas anuales de cobertura y uso del suelo. https://plataforma.mapbiomas.org/coverage/coverage_lclu (último acceso: 20.05.2026)

MapBiomas Colombia. (s.f., 2). Estadísticas. Cobertura. https://colombia.mapbiomas.org/estadisticas/

MapBiomas Colombia. (s.f., 2). Estadísticas. Transiciones. https://colombia.mapbiomas.org/estadisticas/

Marrugo-Negrete, J., Durango-Hernández, J., Pinedo-Hernández, J., Enamorado-Montes, G., & Díez, S. (2016). Mercury uptake and effects on growth in Jatropha curcas. Journal of Environmental Sciences (China), 48, 120–125. https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.10.036

Matzarakis, A. (2026). Calor, radiación UV y otros factores de estrés atmosférico relacionados: vías de exposición, efectos en la salud y

necesidades de adaptación. Meteorology, 5(3), 19. https://doi.org/10.3390/meteorology5030019

Meade, R. D., O'Connor, F. K., Richards, B. J., Tetzlaff, E. J., Wagar, K. E., Harris-Mostert, R. C., Egube, T., McCormick, J. J., & Kenny, G. P. (2025). Validating new limits for human thermoregulation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 122(14), Article e2421281122. https://doi.org/10.1073/pnas.2421281122

Menéndez-Guerrero, P. A., Green, D. M., & Davies, T. J. (2020). Climate change and the future restructuring of Neotropical anuran biodiversity. Ecography, 43, 222–235. https://doi.org/10.1111/ecog.04510

Meyer, V., Saatchi, S., Ferraz, A., Xu, L., Duque, A., García, M., & Chave, J. (2019). Forest degradation and biomass loss along the Chocó region of Colombia. Carbon Balance and Management, 14, Article 2, 1–15. https://doi.org/10.1186/s13021-019-0117-9

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2016). La sedimentación de los ríos en el Chocó aumenta riesgo de inundaciones. https://hac2-api.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2515-la-sedimentacion-de-los-rios-en-el-choco-aumenta-riesgo-de-inundaciones-minambiente (último acceso; 12.07.2026)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia & IIAP. (2015). Plan Integral del Cambio Climático del Departamento de Chocó (PICC-Chocó). Quibdó.

Ministerio de Transporte de Colombia (2025). Somos un sector vulnerable al cambio climático, lo que nos obliga a revisar cómo se concibe la infraestructura: ministra de Transporte en COP16. https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11896/somos-un-sector-vulnerable-al-cambio-climatico-lo-que-nos-obliga-a-revisar-como-se-concibe-la-infraestructura-ministra-de-transporte-en-cop16/ (último acceso: 30.08.2026)

Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R., & Lasso, C. A. (Eds.). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia & Universidad de Manizales; 319 pp.

Montoya Moreno, Y., & Aguirre R., N. (2009). Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables (ciénagas) en Colombia. Gestión y Ambiente, 12(3), 85–105. https://www.redalyc.org/pdf/1694/169420685007.pdf

Mosquera Murillo, Z., & Sánchez Vázquez, S. P. (2018). Riqueza genérica y distribución de los coleópteros acuáticos del Departamento del Chocó - Colombia, depositados en la Colección Limnológica de la Universidad Tecnológica del Chocó. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 21(1), 155–165. https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n1.2018.674

Mota, F. M. M., Kittelberger, K. D., Flórez-Paí, C., & Şekercioğlu, Ç. H. (2024). Climate-driven distributional shifts in Chocó endemic birds of southwest Colombia. *Frontiers in Conservation Science, 5*, Artikel 1412440. https://doi.org/10.3389/fcosc.2024.1412440

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(6772), 853–858. https://doi.org/10.1038/35002501

Nagelkerken, I., Blaber, S. J. M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., Meynecke, J.-O., Pawlik, J., Penrose, H. M., Sasekumar, A., & Somerfield, P. J. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. Aquatic Botany, 89(2), 155–185. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007

Naciones Unidas. (s.f.). Desafíos globales: cambio climático. https://www.un.org/es/global-issues/climate-change (último acceso: 30.08.2026)

NASA. (n.d.). Los efectos del cambio climático. https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/los-efectos-del-cambio-climatico/ (último acceso: 30.08.2026)

National Geographic. (2024). Los 8 efectos principales del cambio climático, según las Naciones Unidas. https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/10/los-8-efectos-principales-del-cambio-climatico-segun-las-naciones-unidas (último acceso: 30.08.2026)

Nevermann, H., Becerra Gómez, J., Fröhle, P., & Shokri, N. (2023). Land loss implications of sea level rise along the coastline of Colombia under different climate change scenarios. Climate Risk Management, 39, Article 100470. https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100470

Núñez, J., Carvajal, J. C., Mendoza, O., & Carrero, D. (2018). Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático, 4(7), 824–831. https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6309

Oslender, U. (2004). Fleshing out the geographies of social movements: Colombia's Pacific coast black communities and the „aquatic space". Antipode, 36(5), 959–985. https://doi.org/10.1111/j.1467-8330.2004.00461.x

Otto, F. E. L., & Raju, E. (2023). Harbingers of decades of unnatural disasters. Communications Earth & Environment, 4, Article 280. https://doi.org/10.1038/s43247-023-00943-x

Ouambo Talla, A. W., Ascierto, A., Sanvido, A., Severi, P., Trabuio, A., Ceccolini, F., Fortini, F., Vieceli Dalla Sega, F., Levenson, A. S., Vaccarezza, M., Pasti, L., & Rizzo, P. (2025). The heat, the heart and beyond: A narrative review of the many ways climate change impacts human health. Frontiers in Climate, 7, Article 1647942. https://doi.org/10.3389/fclim.2025.1647942

Patiño-Ocampo, E., García Mejía, M., Aguirre De la Hoz, A. C., & Toro, J. L. (2024). Caracterización ecológica de la herpetofauna en el Parque Natural Regional Las Tángaras en El Carmen de Atrato, Chocó, Colombia. Conservación Colombiana, 29(2), 91–101. https://doi.org/10.54588/cc.2024v29n2a5

Pearce-Higgins, J. W., Eglington, S. M., Martay, B., & Chamberlain, D. E. (2015). Drivers of climate change impacts on bird communities. Journal of Animal Ecology, 84, 943–954. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12364

Perdomo-Trujillo, L. V., Mancera-Pineda, J. E., Medina-Calderón, J. H., Sánchez-Núñez, D. A., & Schnetter, M.-L. (2021). Effect of restoration actions on organic carbon pools in the lagoon-delta Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. Water, 13, Article 1297. https://doi.org/10.3390/w13091297

Pérez-Escobar, O. A., Lucas, E., Jaramillo, C., Monro, A., Morris, S. K., Bogarín, D., Greer, D., Dodsworth, S., Aguilar-Cano, J., Sanchez-Meseguer, A., & Antonelli, A. (2019). The origin and diversification of the hyperdiverse flora in the Chocó biogeographic region. Frontiers in Plant Science, 10, Article 1328. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01328

Pizano, C., González-M., R., López Camacho, R., Jurado, R. D., Cuadros, H., Castaño-Naranjo, A., Rojas, A., Pérez, K., Vergara-Varela, H., Idárraga, Á., Isaacs-Cubides, P., & García, H. (2015). El bosque seco tropical en Colombia: Distribución y estado de conservación. En Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Biodiversidad 2015: Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia (cap. 2, N.º 202). Bogotá: Instituto Humboldt. https://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap2/202/

Poveda, G., Jaramillo, L., & Vallejo, L. F. (2013). Seasonal precipitation patterns along pathways of South American low-level jets and aerial

rivers. Water Resources Research. https://doi.org/10.1002/2013WR014087

Poveda, G., & Mesa, A. (2000). On the existence of Lloró (the rainiest locality on Earth): Enhanced ocean-land-atmosphere interaction by a low-level jet. Geophysical Research Letters, 27, 1675–1678. https://doi.org/10.1029/1999GL006091

Quinto-Mosquera, H. (2022). El papel de los bosques del Pacífico colombiano en la mitigación del cambio climático global. Universidad Tecnológica del Chocó „Diego Luis Córdoba"; ISBN: 978-958-8555-78-2.

Quinto-Mosquera, H., & Moreno-Hurtado, F. (2016). Precipitation effects on soil characteristics in tropical rain forests of the Chocó biogeographical region. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 69(1), 7813–7823. https://doi.org/10.15446/rfna.v69n1.54749

Quiroga, J. (2011). Cambios y persistencias en el subsistema minero aluvial de territorio colectivo de Asocasán (Tadó, Chocó), entre 1960 y 2010 [Monografía de grado]. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.

Rahbarian, R., & Talebzade, Z. (2025). Mercury stress effects on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in wheat (Triticum aestivum L.) genotypes. Journal of Plant Process and Function, 13(64), 97–109. https://jispp.iut.ac.ir/article-1-2022-fa.pdf

Ranasinghe, R., Ruane, A. C., Vautard, R., Arnell, N., Coppola, E., Cruz, F. A., Dessai, S., Islam, A. S., Rahimi, M., Ruiz Carrascal, D., Sillmann, J., Sylla, M. B., Tebaldi, C., Wang, W., & Zaaboul, R. (2021). Climate change information for regional impact and for risk assessment. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (Eds.), Climate change 2021: The

physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1767–1926). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.014

Rangel-Ch., J. O. (Ed.). (2004). Colombia diversidad biótica IV: El Chocó biogeográfico/Costa Pacífica. Instituto de Ciencias Naturales, Conservación Internacional; 997 pp.

Remolina-Figueroa, D., Prieto-Torres, D. A., & Dáttilo, W. (2022). Together forever? Hummingbird-plant relationships in the face of climate warming. Climatic Change, 175, Article 2. https://doi.org/10.1007/s10584-022-03447-3

Re:wild, Synchronicity Earth, & IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2023). State of the world's amphibians: The second global amphibian assessment. Re:wild.

Rogelis Rincón, R., et al. (2022). El Atrato es la vida: Conflicto armado y economías extractivas en el río Atrato. Foro Interétnico Solidaridad Chocó; Centro Sociojurídico para la Defensa Territorial SIEMBRA.

Romero-Martínez, H. J., Vidal-Pastrana, C. C., Lynch, J. D., & Dueñas, P. R. (2008). Estudio preliminar de la fauna amphibia en el Cerro Murrucucú, Parque Natural Nacional Paramillo y zona amortiguadora, Tierralta, Córdoba, Colombia. Caldasia, 30(1), 209–229. https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/download/39140/41003/174171

Salazar-Camacho, C., Salas-Moreno, M., Marrugo-Madrid, S., Paternina-Uribe, R., Marrugo-Negrete, J., & Díez, S. (2022). A human health risk assessment of methylmercury, arsenic and metals in a tropical river basin impacted by gold mining in the Colombian Pacific region. Environmental Research, 212(Part B), Article 113120. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113120

SCIAF, SIEMBRA, Cáritas Colombiana, & Diócesis de Quibdó. (2025). Liderazgo afrocolombiano e indígena en las soluciones frente a pérdidas y daños. https://www.centrosiembra.org/2025/11/14/liderazgo-afrocolombiano-e-indigena-en-las-soluciones-frente-a-perdidas-y-danos/ (último acceso: 15.08.2026)

Soto-Navarro, C., Ravilious, C., Arnell, A., de Lamo, X., Harfoot, M., Hill, S. L. L., Wearn, O. R., Santoro, M., Bouvet, A., Mermoz, S., Le Toan, T., Xia, J., Liu, S., Yuan, W., Spawn, S. A., Gibbs, H. K., Ferrier, S., Harwood, T., Alkemade, R., Schipper, A. M., Schmidt-Traub, G., Strassburg, B., Miles, L., Burgess, N. D., & Kapos, V. (2020). Mapping co-benefits for carbon storage and biodiversity to inform conservation policy and action. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 375(1794), Article 20190128. https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0128

Souza, C. M., Jr., Shimbo, J. Z., Rosa, M. R., Parente, L. L., Alencar, A. A., Rudorff, B. F. T., Hasenack, H., Matsumoto, M., Ferreira, L. G., Souza-Filho, P. W. M., Oliveira, S. W., Rocha, W. F., Fonseca, A. V., Marques, C. B., Diniz, C. G., Costa, D., Monteiro, D., Rosa, E. R., Vélez-Martin, E., ... Azevedo, T. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. Remote Sensing, 12(17), Article 2735. https://doi.org/10.3390/rs12172735

Sweeney, C. P., & Jarzyna, M. A. (2022). Assessing the synergistic effects of land use and climate change on terrestrial biodiversity: Are generalists always the winners? Current Landscape Ecology Reports, 7, 41–48. https://doi.org/10.1007/s40823-022-00073-8

Teixeira, R. A., Fernandes, A. R., Ferreira, J. R., Vasconcelos, S. S., & Braz, A. M. de S. (2018). Contamination and soil biological properties in the Serra Pelada mine - Amazonia, Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 42, Article e0160354. https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20160354

Torres Torres, J. J., Quinto Mosquera, H., & Guerrero Machado, M. (2024). Aboveground biomass in a post-mining forest succession in the Colombian Pacific. Revista de Biología Tropical, 72(1), Article e55276. https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v72i1.55276

United Nations Environment Programme. (2025a). Adaptation gap report 2025: Running on empty. UNEP. https://doi.org/10.59117/20.500.11822/48798

United Nations Environment Programme. (2025b). Emissions gap report 2025: Off target – Continued collective inaction puts global temperature goal at risk. UNEP. https://doi.org/10.59117/20.500.11822/48854

United Nations Environment Programme. (2023). Adaptation gap report 2023: Underfinanced. Underprepared. UNEP. https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43796

United Nations Environment Programme. (n.d.). About loss and damage. https://www.unep.org/topics/climate-action/loss-and-damage/about-loss-and-damage (último acceso: 31.08.2026)

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2026). Mecanismo Internacional de Varsovia para Pérdidas y Daños asociados a los Impactos del Cambio Climático. https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/workstreams/loss-and-damage/warsaw-international-mechanism#tab_home (último acceso: 28.01.2026)

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Acuerdo de París, artículo 8 – Pérdidas y daños.

Universidad EIA. (s.f.). Catálogo virtual de flora del valle de Aburrá: Dipteryx oleifera. https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/128 (último acceso: 25.08.2026)

Urrutia, N. S. (2017). Fauna asociada a los cativales del municipio de Riosucio, como aspecto relevante dentro de la estructura ecológica principal del Chocó biogeográfico (Version 1.3) [Dataset]. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. https://doi.org/10.15472/wydg4q

Valoyes, Z., Ramírez, G., Klinger, W., & Carabalí, F. (2012). Estructura ecológica principal del Chocó biogeográfico según criterio de diversidad y singularidad de especies y ecosistemas. Bioetnia, 9(2), 115–135.

Wiederholt, R., & Post, E. (2010). Tropical warming and the dynamics of endangered primates. Biology Letters, 6(2), 257–260. https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0710

World Bank Group. (2023). Climate risk profile: Colombia. World Bank Group. https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/country-profiles/16698-WB_Colombia%20Country%20Profile-WEB.pdf

World Resources Institute. (2023). Top findings from the IPCC climate change report 2023. https://www.wri.org/insights/2023-ipcc-ar6-synthesis-report-climate-change-findings

Zhang, Yajie et al. (2025). Carbon sequestration potential of wetlands and regulating strategies response to climate change. Environmental Research, Volume 269, 15 March 2025.

Zhang, YX, Sun YB, Zhang RF, Wang C, Jia HT (2024). Effects of Mercury Pollution on Soil Organic Carbon Stability and Carbon-fixing Microbial Communities. Huan Jing Ke Xue 45(12):7358-7367. doi: 10.13227/j.hjkx.202401013



SIEMBRA
Centro Sociojurídico
para la Defensa
Territorial