

**IMPACTO AMBIENTAL Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN EL LAGO DE
TOTA**



**Escuela Superior de
Administración Pública**

IMPACTO AMBIENTAL Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN EL LAGO DE
TOTA

Monografía para optar el
título de Administrador Público
Territorial

Dago Ivan Monroy Alvarez

Asesor académico: Lady Carolina Bayona Estupinan

Escuela Superior De Administración Pública
(ESAP)

Tunja Boyacá

2025

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen.....	5
2. Introducción.	6
3. Planteamiento del problema.....	7
4. . Pregunta de investigación.....	8
5. Objetivo General:	8
6. Objetivos Específicos:.....	8
7. Justificación.....	9
8. Resultados.	9
9. Marco Teórico.	10
10. Aspectos Metodológicos.	12
11. Análisis de la Información.	13
12. Síntesis de resultados y recomendaciones.....	13
13. CAPÍTULO 1.....	13
14. Contexto geográfico:	13
15. Problemática Ambiental.	20
16. Gobernanza institucional del Lago de Tota: actores y competencias.....	26
17. CAPÍTULO 2.....	31
18. Marco normativo nacional, regional y política pública.....	31
19. Normativa nacional.	32
20. Normativa regional.....	40
21. CAPÍTULO 3.....	48
22. Coordinación entre instituciones y el rol de las entidades gubernamentales en la protección del Lago de Tota.	48

23. Nivel de coordinación institucional.....	53
24. Retos de articulación y participación.	56
25. Propuestas para una mejor articulación institucional.....	59
26. Referencias bibliográficas.	67

TABLA DE IMÁGENES.

Figura 1 mapa lago de tota	14
Figura 2. Playa blanca laguna de tota.....	16
Figura 3. El pez graso.....	18
Figura 4 Roble andino	19

Resumen.

El Lago de Tota, declarado humedal de importancia internacional bajo la Convención Ramsar, enfrenta una alarmante problemática de deterioro ambiental debido a la insostenible interacción de actividades humanas como la agricultura intensiva, el turismo desorganizado y el uso no regulado de recursos hídricos. La gestión y protección del lago están fragmentadas, evidenciándose deficiencias en la articulación interinstitucional, la falta de recursos adecuados y la débil coordinación entre entidades gubernamentales en los niveles nacional, regional y local. Estos factores han contribuido a un aumento en la contaminación, ocupación irregular de zonas de protección y conflictos socioambientales que amenazan la integridad del ecosistema y los servicios ambientales que provee.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar la efectividad del marco normativo, las políticas públicas y la gestión institucional vigente en la protección del Lago de Tota, identificando las debilidades y fortalezas en la gobernanza ambiental. Además, busca proponer acciones estratégicas que fortalezcan la coordinación interinstitucional, involucren a las comunidades locales y mejoren la capacidad técnica y financiera de las entidades responsables. La investigación también pretende demostrar que una gobernanza inclusiva, coordinada y basada en políticas integrales es clave para revertir el deterioro del lago y garantizar su conservación sustentable.

Se busca responder si los instrumentos normativos y las acciones institucionales actuales son efectivos en la protección del lago, y si la participación comunitaria puede potenciar las acciones de conservación. La evidencia obtenida permitirá fundamentar propuestas de mejora orientadas a fortalecer la gobernanza ambiental, promover modelos sostenibles y asegurar la

recuperación del Lago de Tota, garantizando la protección de sus servicios ecosistémicos y la calidad de vida de las comunidades que dependen de él.

Introducción.

El Lago de Tota, el más grande de Colombia, es un recurso hídrico esencial que sustenta la biodiversidad y a las comunidades de la provincia de Sugamuxi, incluyendo los municipios de Aquitania, Tota, Cuítiva y Sogamoso. Estas localidades dependen del lago para actividades productivas como la agricultura y la piscicultura. Sin embargo, enfrenta severas amenazas de contaminación debido a prácticas humanas inadecuadas, sumadas a la falta de infraestructura de saneamiento.

La administración pública desempeña un papel vital en la protección del lago, siendo responsable de implementar políticas que equilibren el desarrollo económico y la conservación ambiental. La colaboración entre las autoridades y las comunidades es esencial para abordar la contaminación y garantizar la sostenibilidad de este recurso.

Desde un enfoque propositivo, esta monografía plantea alternativas de solución frente al deterioro ambiental de lago de Tota. Promoviendo practicas sostenibles que fortalezcan la gobernanza ambiental en la región. Para ello, se empleará un marco teórico centrado en el papel de la administración pública en la gestión ambiental, analizando como las políticas públicas y normativas implementadas por las autoridades pueden incidir en la conservación del ecosistema, así como la importancia de la participación comunitaria en la gestión sostenible del lago.

1.1.Planteamiento del problema.

La contaminación del Lago de Tota representa un desafío crítico para la gestión ambiental en Colombia. Aunque existen normativas que buscan proteger este ecosistema, su implementación ha sido deficiente. La expansión descontrolada de cultivos como la cebolla larga que representa más del 90 % de la actividad agrícola en el municipio de Aquitania ha generado un uso intensivo de agroquímicos, muchos de los cuales terminan vertidos en el lago. Sumado a esto, las prácticas inadecuadas de piscicultura, especialmente el cultivo de trucha en jaulas flotantes, contribuyen a la acumulación de desechos orgánicos y al deterioro de la calidad del agua.

Según estudios y reportes técnicos de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), el Lago de Tota presenta altos niveles de eutrofización en varias zonas, lo cual afecta no solo la biodiversidad acuática sino también el acceso al agua potable para las comunidades aledañas. A esto se suma la debilidad institucional reflejada en la falta de control sobre el uso del suelo, la escasa coordinación entre entidades gubernamentales y la limitada ejecución de planes de manejo ambiental. Casos documentados de corrupción y falta de transparencia en la toma de decisiones han mermado la confianza de la comunidad en las instituciones.

Asimismo, la ausencia de programas eficaces de educación ambiental y la escasa participación ciudadana en la gestión del recurso hídrico perpetúan prácticas insostenibles. Esta combinación de factores ha agravado la situación, poniendo en riesgo la sostenibilidad ecológica, económica y social del Lago de Tota y su zona de influencia.

1. Pregunta de investigación.

¿Cómo contribuye la gestión pública a la mitigación de la contaminación en el Lago de Tota y qué estrategias pueden fortalecer la calidad del agua y la sostenibilidad del ecosistema?

1.2. Objetivo General:

Examinar cómo la administración pública interviene en la gestión de la contaminación del Lago de Tota para promover una gestión sostenible de los recursos hídricos.

1.3. Objetivos Específicos:

- Diagnosticar la situación actual del Lago de Tota, analizando las competencias de la CAR, los municipios y la Gobernación de Boyacá en su gestión y protección.
- Analizar la eficacia de las políticas públicas en todos los niveles (nacional, departamental y local) en la reducción de la contaminación del Lago de Tota.
- Estudiar la coordinación entre instituciones y el rol de las entidades gubernamentales en la protección del Lago de Tota.

Justificación.

El deterioro del Lago de Tota representa una problemática no solo ambiental sino también social de gran importancia, dado que esta afecta directamente a más de 250,000 habitantes que dependen de sus recursos hídricos (Monroy Álvarez, 2024). Mediante esta monografía se busca analizar las causas de la contaminación, evaluar los impactos ecológicos ocasionados y proponer estrategias eficaces para la mitigación de esta problemática. La urgencia de tomar medidas para frenar el deterioro del lago también está respaldada por su declaración como humedal de importancia internacional y la creciente presión de organismos ambientales para su protección (CORPOBOYACÁ, 2014).

Resultados.

Este proyecto sobre la contaminación del Lago de Tota tiene como objetivo lograr varios resultados importantes. Se identificarán debilidades en las políticas actuales de protección del lago, lo que permitirá entender mejor qué cambios son necesarios. A partir de este análisis, se propondrán acciones de mejora que se adapten a la realidad local y promuevan una gestión más efectiva del lago.

Además, se busca aumentar la conciencia de la comunidad sobre la importancia del Lago de Tota, fomentando su participación en acciones de conservación. Se desarrollarán indicadores que ayudarán a medir la efectividad de las acciones, facilitando un seguimiento constante y ajustes necesarios en la gestión.

También se espera fortalecer la colaboración entre las diferentes entidades involucradas, lo que será clave para enfrentar de manera más integral los retos ambientales que enfrenta el lago. Finalmente, el proyecto contribuirá a mejorar la calidad del agua del Lago de Tota, beneficiando a los ecosistemas de la zona y a las comunidades que dependen de este recurso. En resumen, se busca generar un impacto positivo y duradero que inspire a otros en la conservación de recursos naturales.

Marco Teórico.

El marco teórico de esta monografía aborda el papel de la administración pública en la gestión del Lago de Tota, resaltando su importancia en la mitigación de la contaminación ambiental. Se analizará cómo las políticas y normativas implementadas por las autoridades pueden influir en la conservación del ecosistema del lago y la necesidad de involucrar a la comunidad en la gestión sostenible de este recurso hídrico.

Para ello, es fundamental comprender el concepto de gobernanza ambiental, que se refiere al conjunto de reglas, prácticas y entidades institucionales que enmarcan la gestión del medio ambiente en sus distintas modalidades, tales como la conservación, protección y explotación de los recursos naturales. La gobernanza ambiental implica no solo la acción del Estado, sino también la participación activa de diversos actores sociales, incluyendo empresas privadas, organizaciones civiles y comunidades, quienes colaboran en la toma de decisiones y en la implementación de políticas ambientales (Guerrero, 2012; Delgado, Bachmann y Oñate, 2007).

Este enfoque reconoce que la gestión ambiental no es una función exclusiva del gobierno, sino un proceso de dirección sociopolítica que incrementa las interacciones entre actores sociales y gubernamentales, generando redes interdependientes con mayor autonomía e influencia en el ciclo de las políticas públicas (Martínez & Espejel, 2015). La gobernanza ambiental se caracteriza por la inclusividad, transparencia, participación y legitimidad, y es una herramienta clave para enfrentar los dilemas derivados del uso y conservación de los recursos naturales, así como para promover la sostenibilidad ecológica y social (Alfie-Cohen, 2013).

Además, la gobernanza ambiental implica la coordinación de procedimientos, la armonización de políticas, la participación formal e informal de actores relevantes y el establecimiento de mecanismos para la rendición de cuentas y la resolución de conflictos (Torres-Álvarez et al., 2021). En el contexto del Lago de Tota, este enfoque es esencial para integrar a las comunidades locales, autoridades ambientales y otros actores en la gestión sostenible del recurso hídrico y la mitigación de la contaminación que afecta al ecosistema.

Normativas y regulaciones ambientales.

El Lago de Tota, al ser un recurso hídrico crucial para la región de Sugamuxi y sus comunidades, requiere un marco normativo adecuado para abordar las crecientes amenazas de contaminación. A través del tiempo, se han instaurado diversas leyes y regulaciones que buscan proteger este ecosistema. Entre ellas se destacan la Constitución Política de Colombia, que reconoce el derecho a un ambiente sano; la Ley 99 de 1993, que estructuró el sistema nacional de protección ambiental; y el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca de Tota (POMCA), que desarrolla estrategias específicas para su conservación. Estas normativas son esenciales para fomentar una gestión sostenible del Lago de Tota, garantizar la calidad del agua y promover la

mitigación de la contaminación, contribuyendo al bienestar de las comunidades que dependen de sus recursos.

Aspectos Metodológicos.

La presente investigación sobre la gestión de la contaminación del Lago de Tota se llevará a cabo mediante una metodología cualitativa complementada con una revisión documental exhaustiva. Este enfoque permitirá profundizar en la comprensión de las dinámicas sociales, institucionales y ambientales que afectan el lago y su entorno. A continuación, se describen las etapas y procedimientos que se seguirán:

- Se definirá el área de estudio: La investigación se delimitará a la cuenca del Lago de Tota, abarcando los municipios de Aquitania, Tota, Cuítiva y Sogamoso.
- Revisión Documental: se realizará un examen riguroso de la literatura existente, que incluirá:
 - Normativas ambientales pertinentes y planes de gestión, como el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca de Tota (POMCA).
 - Informes de entidades ambientales y estudios previos sobre el Lago de Tota y su problemática.
 - Documentos sobre la administración pública y las políticas públicas relacionadas con la gestión del lago.
 - Esta revisión buscará identificar las debilidades y fortalezas de las estrategias actuales y las implicaciones de la gestión institucional en la contaminación del lago.
 -

Análisis de la Información.

La información recopilada por medio de la revisión documental será analizada utilizando un enfoque cualitativo. Se buscarán patrones, tendencias y relaciones significativas que permitan comprender mejor las dinámicas relacionadas con la contaminación en el Lago de Tota. Esto incluirá la evaluación de la efectividad de las políticas ambientales y los desafíos que enfrenta la comunidad en la protección del lago.

Síntesis de resultados y recomendaciones.

se dará a conocer los hallazgos. Se presentarán en un documento que incluirá una evaluación de la gestión actual del lago, así como recomendaciones basadas en el análisis de la literatura revisada. Este documento servirá como base para el desarrollo de estrategias eficaces de mitigación y conservación.

CAPÍTULO 1.

Contexto geográfico y ecológico del Lago de Tota

Contexto geográfico:

El Lago de Tota está situado en la cordillera Oriental colombiana, se encuentra ubicado a 3.015 metros sobre el nivel del mar (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2020) Este lago es uno de los cuerpos de agua navegables más altos de Sudamérica y tiene una extensión de

55 km² de superficie (Corporación Autónoma Regional de Boyacá [Corpoboyacá]) se ubica en la provincia de Sugamuxi, departamento de Boyacá rodeado por los municipios de Aquitania, Cúitiva y Tota, cada uno con un porcentaje definido de agua y sus riberas (Corpoboyacá, 2020).

El municipio de Aquitania posee la mayor parte, aproximadamente el 58% de la superficie del lago, equivalente a 31.9 km² (IGAC, 2022), en el sector suroccidental y se caracteriza por ser la zona con mayor profundidad del lago, alcanzando los 62 metros (IDEAM, 2021), y concentra la mayor parte de la actividad piscícola industrial (Ministerio de Agricultura, 2019), las Riveras de la zona esta conformada por pendiente pronunciadas y con presencia de cultivos de cebolla. (Fedebollas, 2020).



Figura 1 mapa lago de tota

(figura 1 Mapa del Lago de Tota) <https://entreojos.co/a-traves-openstreetmap-buscan-identificar-fuentes-de-contaminacion-en-el-lago-de-tota/>

En el extremo nororiente del lago está ubicado el municipio de Tota que abarca cerca del 28% del lago con una extensión aproximada de 15.4 km² (IGAC, 2022), teniendo esta zona una profundidad menor al resto de la laguna con un promedio de 15 metros (IDEAM, 2021), en esta área se encuentran los sitios turísticos como es Playa Blanca, el cual tiene un gran acogida de turistas (Ministerio de Comercio, 2022), los terrenos que están en esta región son mayormente humedales (Ramsar, 2017) y contrastan con la agricultura que se practica en sus inmediaciones (Gobernación de Boyacá, 2021), la vegetación acuática como los totorales y juncos (Instituto Humboldt, 2020) se encuentran en su mayoría en esta región del lago.

En el sector norte correspondiente al municipio de Cuitiva comprende el 14% restante del lago de Tota, siendo su extensión de unos 7.7 km² (IGAC, 2022). En esta parte de lago se destaca las mejores condiciones de conservación del ecosistema, con bosques riparios relativamente preservados (UAESPNN, 2019) y afloramientos rocosos que forman pequeñas bahías naturales (SGC, 2018). Las islas ubicadas en esta zona constituyen un punto estratégico desde el punto de vista ecológico y turístico (Corpoboyacá, 2021).

Es importante resaltar que el lago cuenta con un conjunto de islas y penínsulas que enriquecen su paisaje y diversifican sus usos territoriales, la isla con mayor reconocimiento es la isla de san Pedro (Isla Grande) que pertenece al municipio de Aquitania, tiene una extensión de 65 fanegadas (416,000 m²) el cual es el mayor territorio insular del departamento de Boyacá (IGAC, 2022), esta isla tiene comunicación con tierra firme a través de un servicio de lanchas que ofrecen en la zona y que la conectan con la península de Susacá. Así como presenta atractivos turísticos como la Peña de la Virgen y el Mirador, también es utilizada por las personas de la zona para la agricultura en cultivos de papa, cebolla y trigo, complementados por actividades piscícolas centradas en la trucha arcoíris (Corpoboyacá, 2021).

El archipiélago del lago se completa con otras cuatro islas de menor tamaño, pero de gran importancia para preservar el ecosistema. La segunda con respecto a extensión es La isla Santo Domingo perteneciente a Cuítiva con 3.4 hectáreas, ubicada muy cerca de la costa norte del pueblo (Alcaldía de Cuítiva, 2020). Otras dos se encuentran en Aquitania llamadas Cerro Chico de apenas 1 hectárea que se conecta mediante un puente a la isla San Pedro, y La Custodia con 0.1 hectáreas, situada cerca de la península del Potrero (SGC, 2019). La última isla es la isla Santa Helena en Cuítiva, de 3.1 hectáreas y ubicada a 2,985 msnm en la zona del Boquerón del municipio (IDEAM, 2021).

Las penínsulas constituyen otro elemento característico del lago, la península del Potrero, en la vereda Daito de Aquitania, se extiende hacia el norte formando el golfo de Los Milagros, llamado así por que en él se encuentra el Santuario del Señor de los Milagros (Alcaldía de Aquitania, 2022), la península de Susacá o Carrasco que se extiende hacia el nororiente creando el golfo homónimo y en la zona se encuentran la isla Cerro Chico.

Como se mencionó anteriormente uno de los atractivos turísticos con mayor relevancia es Playa Blanca, situada en la bahía del mismo nombre y esta considera como la playa con mayor altitud de Colombia (3,015 msnm) y en los últimos años se ha convertido en un importante destino turístico pese a las frías temperaturas de sus aguas que son inferiores a 12°C (Ministerio de Comercio, 2023), esta playa destaca por su paisajes y vista panorámica de las islas y penínsulas donde se puede observar un paisaje único que refleja los ecosistemas de la región y la cultura de los pueblos aledaños.



Figura 2. Playa blanca laguna de tota.

(Figura 2 Playa Blanca laguna de Tota) <https://images.app.goo.gl/TNhw8icHbRSiwC8b6>

La delimitación intermunicipal sigue un eje nororiental-suroccidental que divide las aguas entre Aquitania y Cuítiva, mientras que el límite con Tota se establece en la bahía de San Pedro (Acuerdo 045 de 2001). Estas divisiones fueron formalizadas mediante acuerdos interadministrativos a principios del siglo XXI (Gobernación de Boyacá, 2001). Aunque a lo largo de los años se han presentado disputas históricas por el lago, no se han visto cambios significativos en la división de algunos sectores, especialmente en áreas de alto valor turístico como Playa Blanca (Alcaldía de Cuítiva, 2022) o en zonas de amortiguamiento donde los límites se vuelven difusos (Corpoboyacá, 2020).

Contexto ecológico

El sistema hídrico del lago presenta una dinámica particular, sus principales afluentes son las quebradas Hato Laguna, El Hato y Quebrada Grande (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2022), que descienden de los páramos circundantes que se encuentran ubicados en la cordillera transportando aguas que han alimentan el lago. Por el lado suroriental, el lago da origen al río Upía, uno de los mayores afluentes del río Meta (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021), que eventualmente vierte sus aguas en la cuenca del Orinoco.

La altitud de 3.015 metros da características especiales a este ecosistema, oscilando las temperaturas entre 5°C y 13°C anuales (IDEAM, 2022), que unido a la intensa radiación solar crean condiciones para el desarrollo de vida, por la altura a la que está la laguna se sabe que la presión atmosférica se reduce afectando los procesos de disolución de oxígeno en el agua (Wetzel, 2001), condicionando los procesos biogeoquímicos que ocurren en sus profundidades. La combinación de esta altitud con la ubicación geográfica hace que el lago tenga un papel crucial en el régimen hídrico regional, con precipitaciones promedio anuales de 1.200 mm (IDEAM, 2022). hay que tener en cuenta que esto se ha visto alterado en los últimos años debido

al cambio climático y las actividades humanas, poniendo en riesgo todo el sistema hidrológico que de él depende.

El Lago de Tota alberga una gran biodiversidad que lo hace en uno de los ecosistemas acuáticos más importantes de los Andes colombianos, en sus aguas y riberas se encuentran especies nativas como el pez capitán (*Trichomycterus boyacensis*), endémico de este sistema y actualmente en peligro de extinción debido a la competencia con especies introducidas como la trucha (Instituto Humboldt, 2021). Otras especies nativas incluyen la guapucha (*Grundulus bogotensis*) y el cuco de los Andes (*Orestias totae*), este último desaparecido desde la década de 1950 según registros científicos (Maldonado-Ocampo et al., 2012).

La introducción de especies exóticas al ecosistema ha alterado drásticamente el equilibrio ecológico original, siendo una de estas especies la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) introducida en 1942 para actividades piscícolas (Corpoboyacá, 2020), convirtiéndose esta en la base de una industria generando aproximadamente 500 toneladas anuales, pero ha desplazado a las especies nativas como el pez graso (*Rhizosomichthys totae*) y se ven amenazadas por especies como el caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) aumentando los problemas ecológicos, modificando las cadenas tróficas naturales.



Figura 3. El pez graso.

(Figura 3 El pez graso, una especie que fue descrita en 1942 por Cecil Miles)<https://images.app.goo.gl/KriNGFzqc7sTChsg7>.

Al analizar los suelos de la cuenca estos presentan características derivadas de su origen volcánico y glaciario. Predominan los andisoles, suelos jóvenes con alta capacidad de retención de agua, pero altamente erosionables (IGAC, 2018). Estas características edáficas, combinadas con la profundidad del lago (62 metros) crean condiciones especiales para el desarrollo de flora. La vegetación de la ribera del lago está compuesta en su mayor parte por:

- Bosques de roble (*Quercus humboldtii*).
- Arrayanes (*Myrcianthes leucoxylla*).
- Alisos (*Alnus acuminata*).



Figura 4 Roble andino

(Figura 4 Roble andino) <https://images.app.goo.gl/vgoaCZggLddmnWW98>

(Figura 5 Arrayan) <https://images.app.goo.gl/rNZU7zAMSQsk5TGW6>

(Figura 6 Aliso) <https://images.app.goo.gl/mFPiMiM9xKwxqkF2A>

Estas especies de flora forman un corredor biológico importante para aves migratorias como el pato canadiense (*Anas discors*) y residentes como el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*), este último en peligro crítico de extinción (BirdLife International, 2023).

El sistema de humedales periféricos que se encuentran en las desembocaduras de las quebradas alberga una elevada comunidad de macrófitas como la totora (*Typha angustifolia*) y el junco (*Schoenoplectus californicus*) que cumplen funciones de filtración y hábitat importantes para el ecosistema (Ramsar, 2017) estos ecosistemas asociados han perdido aproximadamente el 40% de su extensión original debido a la expansión agrícola (Instituto Humboldt, 2021), Los suelos junto al lago presentan características hidromórficas, con alto contenido de materia orgánica (hasta 12% en algunos sectores) y pH ácido entre 5.2 y 6.3 (IGAC, 2018), favoreciendo los cultivos de la cebolla junca, principal actividad económica de la zona pero que genera graves problemas de contaminación por agroquímicos.

Problemática Ambiental.

Como se mencionó anteriormente el Lago de Tota es un recurso hídrico muy importante de los Andes colombianos y está enfrentando un complejo escenario de contaminación que afecta su sistema ecológico. Las principales fuentes de degradación conforman una red de presiones antropogénicas interconectadas, cuyos efectos acumulativos han transformado este ecosistema único.

La piscicultura industrial amenaza significativa, ya que existen 42 centros de producción de trucha arcoíris registrados los cuales descargan diariamente 15 toneladas de residuos orgánicos, mientras que el uso higiénico de oxitetraciclina y florfenicol genera resistencia bacteriana en sedimentos acuáticos (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2020). Sin dejar de lado que esta actividad compite directamente con la proliferación de especies nativas como el

pez capitán cuya población ha disminuido un 80% en la última década (Instituto Humboldt, 2023).

El saneamiento básico deficiente agrava la contaminación, debido a que los municipios ribereños vierten al lago aproximadamente 120 L/s de aguas residuales domésticas con tratamiento primario insuficiente, conteniendo coliformes fecales que superan en 1,000% los límites permitidos (IDEAM, 2022). Esta carga orgánica ha reducido la transparencia del agua de 8 m a 3.5 m desde 1980 (Universidad Nacional de Colombia, 2019).

El Lago de Tota enfrenta una problemática ambiental creciente debido a las actividades agrícolas desarrolladas en sus alrededores, especialmente el cultivo intensivo de cebolla junca. Este cultivo, que abarca aproximadamente 2,500 hectáreas, ha sido identificado como una fuente significativa de contaminación difusa. Durante la temporada de lluvias, se registra un flujo constante de nutrientes hacia el cuerpo de agua, con concentraciones de nitratos entre 0.15-0.35 mg/L y fosfatos entre 0.02-0.08 mg/L en las zonas de influencia agrícola. Además, el uso generalizado de gallinaza como fertilizante orgánico aporta anualmente alrededor de 1,200 toneladas de nitrógeno y 450 toneladas de fósforo al sistema lacustre, acelerando los procesos de eutrofización.

La agricultura causa daños por sus fertilizantes y también la expansión de la frontera agrícola ha provocado una disminución del 40% de la cobertura vegetal de la ribera incrementando los procesos de erosión que depositan entre 15-20 toneladas de sedimentos por hectárea cada año en el lago (IGAC, 2022), estos sedimentos reducen la transparencia del agua y transportan consigo los agroquímicos aplicados a los cultivos, incluyendo fungicidas como clorotalonil y tebuconazol, e insecticidas organofosforados como malatión y clorpirifós (Universidad Nacional, 2021), la combinación de estos factores ha acelerado el proceso de

eutrofización evidenciado por el aumento de floraciones algales y la disminución de la transparencia de 8 metros en 1980 a 3.2 metros en la actualidad.

La actividad piscícola centrada en la producción de trucha arcoíris como se mencionó anteriormente es una de las fuentes más importante de contaminación generando 8.5 toneladas anuales de nitrógeno derivado de alimentos no consumidos y excretas de peces (ICA, 2020). Esto genera que se detecte la presencia de antibióticos como oxitetraciclina y florfenicol, así como desinfectantes como formaldehído, en los sedimentos cercanos a las jaulas flotantes (Instituto Humboldt, 2023), estos compuestos han demostrado tener efectos negativos en las comunidades microbianas naturales y contribuyen al desarrollo de bacterias resistentes.



(Figura 7 actividad piscícola en laguna de Tota)<https://images.app.goo.gl/xQt5N4zXnvvPK5hQA>

El impacto de estas actividades ha generado cambios profundos en el ecosistema acuático, provocando una disminución del 80% en las poblaciones de peces nativos como el capitán, mientras que se observa un aumento de especies invasoras y cianobacterias potencialmente tóxicas como *Microcystis* spp. (Corpoboyacá, 2023) y en las zonas profundas del lago se generan condiciones de hipoxia (<4 mg O₂/L) durante ciertas épocas del año, registrándose una acidificación progresiva del agua, con valores de pH que oscilan entre 6.2 y 6.5 en las áreas más afectadas.

Ante estas situaciones, se han implementado diversas medidas de mitigación, en el sector agrícola, se están promoviendo planes de fertilización balanceada y se han establecido 50 hectáreas de franjas amortiguadoras (UPTC, 2022). Para la acuicultura, las autoridades han establecido normas estrictas de capacidad de carga (0.5 kg/m³) y monitoreo constante de residuos veterinarios (ICA, 2021). Los expertos coinciden en que estas medidas, aunque necesarias, resultan insuficientes para revertir el deterioro ambiental acumulado durante décadas.

La presión antropogénica creciente derivada del turístico no planificado y la expansión urbana descontrolada en sus riberas, el número de visitantes anuales incremento en un 150% durante la última década, alcanzando en el último año 120,000 personas, ha generado una serie de impactos ambientales entre los que destacan la generación de aproximadamente 4.5 toneladas mensuales de residuos sólidos durante temporada alta. La actividad turística no regulada ha alterado significativamente las características ecológicas del litoral lacustre, generando una modificación de al menos 12 hectáreas de zona ribereña para la construcción de infraestructura turística informal, incluyendo restaurantes, muelles y zonas de camping no autorizadas. Adicionalmente, el IDEAM ha detectado contaminación por hidrocarburos derivada de las lanchas, con concentraciones de benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) que superan los límites permisibles en las zonas de mayor afluencia de visitantes.

Los procesos de urbanización en los municipios cercano (Aquitania, Cuítiva y Tota) presentan problemas de planificación territorial. Corpoboyacá (2022) reporta que actualmente se descargan al lago aproximadamente 120 L/s de aguas residuales domésticas sin tratamiento adecuado que contienen concentraciones de coliformes fecales que exceden en 800% los límites establecidos por la normativa colombiana, y por la urbanización se ha perdido el 45% de los humedales desde 1990, ecosistemas que cumplían funciones críticas de filtración natural (IGAC, 2023).

Los efectos sinérgicos de estas problemáticas han generado alteraciones importantes en el ecosistema, el Instituto Humboldt documenta una reducción del 60% en las poblaciones de aves migratorias que utilizaban el lago como sitio de descanso, especies sensibles como el pato canadiense (*Anas discors*) y el zambullidor plateado (*Podiceps occipitalis*), y se afirma que se han modificado hidrológicamente 8 quebradas para abastecer desarrollos urbanísticos, alterando los patrones naturales de flujo de agua y sedimentos (Universidad Nacional, 2022).

Debido a la creciente problemática ambiental que enfrenta el Lago de Tota, las autoridades han implementado diversas medidas de mitigación. Entre estas, se destaca el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) liderado por Corpoboyacá, que busca regular el uso y conservación del recurso hídrico en la cuenca del lago, promoviendo la participación activa de las comunidades locales en la identificación de problemáticas y soluciones (Corpoboyacá, 2023). En el ámbito urbano, se ha avanzado en la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Aquitania, con una inversión significativa destinada a reducir la carga contaminante que llega al lago, beneficiando a más de 7.000 habitantes (Gobernación de Boyacá, 2022). Además, se han implementado humedales artificiales como sistemas de tratamiento terciario, los cuales utilizan plantas acuáticas para filtrar y reducir nutrientes antes de que las aguas tratadas sean vertidas al lago, contribuyendo así a la mejora de la calidad del agua (Reserva Xieti, s.f.). Asimismo, se ha iniciado la demarcación de la franja forestal y la cota de inundación en la ronda del lago, estableciendo una zona de protección de 30 metros donde se restringen nuevas construcciones, con el objetivo de preservar el ecosistema lacustre y garantizar la calidad del agua para las comunidades que dependen de este recurso (Matinal Noticias, 2021).

A pesar de todos los ordenamientos expertos coinciden en que estas medidas resultan insuficientes y que se requiere un enfoque integral que integre: (1) la implementación estricta de los instrumentos de planificación existentes, (2) programas de educación ambiental para

visitantes y comunidades locales, y (3) sistemas de monitoreo continuo que permitan evaluar la efectividad de las medidas implementadas. La conservación a largo plazo del Lago de Tota dependerá de la capacidad de la comunidad para armonizar las actividades económicas con la protección de este valioso ecosistema altoandino.

En los últimos años se han generado conflictos socioambientales derivados de la competencia por el uso del suelo y los recursos hídricos en los alrededores de la laguna, intensificándose debido al crecimiento descontrolado de actividades productivas y a la falta de una gestión integrada del territorio. Siendo el cultivo intensivo de cebolla junca uno de los mayores generadores de conflictos, debido a que esta actividad ocupa aproximadamente el 70% de las tierras cultivables en la cuenca (UPTC, 2022) y consume grandes cantidades de agua, tanto del lago como de sus afluentes, y estos cultivos emplean el riego por aspersión que tiene una eficiencia menor al 50%, lo que conlleva a un uso ineficiente del recurso hídrico en una región donde el agua es escasa. También la actividad piscícola industrial ha generado tensiones con los pescadores tradicionales, ya que la introducción de trucha arcoíris a mediados del siglo XX transformó radicalmente el ecosistema lacustre, desplazando a especies nativas, que eran fundamentales para la subsistencia de comunidades locales (Universidad Nacional, 2021), y la producción de esta especie consume importantes volúmenes de agua.

Todos estos conflictos se ven afectados por los impactos del cambio climático. Debido a que según estudios del IDEAM (2023) se ha presentado una reducción del 20% en las precipitaciones anuales en la región durante las últimas tres décadas, mientras que las temperaturas han aumentado en 1.2°C en el mismo periodo. Lo que incrementa la competencia por el agua durante los meses de verano cuando los niveles del lago descienden notablemente. Siendo las comunidades campesinas e indígenas de la región las que presentan una mayor afectación por estos conflictos aseguran de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de

Colombia (2022), muchos agricultores tradicionales han visto reducido su acceso al agua debido a la priorización de usos urbanos e industriales, esto ha generado protestas y demandas por una distribución equitativa del recurso.

Frente a esta compleja situación que se vive hoy en día en el Lago de Tota se han implementado algunas medidas de gestión, aunque los resultados son muy limitados. El Plan de Ordenamiento Territorial de la cuenca (Corpoboyacá, 2022) establece zonas de uso preferente y áreas de protección, pero su implementación ha sido inconsistente debido a presiones políticas y económicas y los mecanismos de participación ciudadana existentes no han podido incorporar efectivamente a todos los actores relevantes en la toma de decisiones (Instituto Humboldt, 2023).

Gobernanza institucional del Lago de Tota: actores y competencias.

El sistema de gestión ambiental del Lago de Tota presenta una estructura institucional compleja caracterizada por las competencias entre diversos actores públicos y privados. Como ecosistema estratégico declarado humedal Ramsar en 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021), su gobernanza requiere un enfoque desde diferentes ámbitos que articule las responsabilidades de las autoridades ambientales, entidades territoriales y sectores productivos.

Corpoboyacá ha desarrollado el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) para el Lago de Tota y sus afluentes, incluyendo los ríos Tobal, Olarte y Hatolaguna, así como las quebradas La Mugre y Los Pozos. Este plan busca conocer la oferta, demanda y calidad del recurso hídrico, permitiendo planificar su uso y definir objetivos de calidad para minimizar la contaminación que pueda afectar las condiciones naturales del recurso. La formulación del PORH

ha contado con la participación activa de las comunidades locales, quienes han contribuido en la identificación de problemáticas y soluciones relacionadas con el recurso hídrico en la zona.

Corpoboyacá ha invertido 2.100 millones de pesos en este proceso, realizando 17 espacios de participación en municipios como Aquitania, Cuítiva, Tota y Sogamoso, con la asistencia de aproximadamente 350 personas, incluyendo usuarios del recurso hídrico de diferentes sectores productivos, campesinos, y representantes de juntas de acción comunal y acueductos.

La cuenca del río Upía, que abarca aproximadamente 883.093 hectáreas, está bajo la jurisdicción compartida de las Corporaciones Autónomas Regionales de Boyacá (Corpoboyacá), Chivor (Corpochivor), Corporinoquia y Cormacarena. Aunque se ha formulado un Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca (POMCA) para esta región, aún no ha sido adoptado oficialmente, lo que limita la implementación de estrategias integradas de conservación y control ambiental. Esta situación puede generar desafíos en la coordinación y gestión ambiental entre las diferentes corporaciones, especialmente en las zonas limítrofes.

En 2019, Corpochivor, en colaboración con el Instituto Humboldt, realizó una expedición conjunta en las cuencas de los ríos Lengupá y Upía. Durante esta expedición, se seleccionaron 15 localidades de muestreo con el apoyo de pescadores locales, lo que contribuyó al conocimiento de la biodiversidad acuática de la región.

A pesar de estos esfuerzos, persisten desafíos en la coordinación interinstitucional. La falta de un POMCA adoptado y las diferencias en criterios técnicos y procedimentales entre las corporaciones pueden generar vacíos de gestión, especialmente en las zonas limítrofes de sus jurisdicciones. Esto resalta la necesidad de fortalecer los mecanismos de cooperación y armonización de políticas para una gestión ambiental más efectiva en la región.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) a nivel nacional es el mayor ente de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y

regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, con el fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin afectar las funciones asignadas a otros sectores. Este ministerio ejerce su función mediante la formulación de políticas específicas para humedales Ramsar, mientras que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) evalúa los proyectos de impacto regional. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales provee información hidrometeorológica fundamental a través de una red de 12 estaciones de monitoreo incluyendo sistemas de alerta temprana para eventos extremos. Este esquema se formalizó mediante la Sentencia T-606 de 2015 de la Corte Constitucional, que ordenó la creación de un modelo de gobernanza integral para la protección del ecosistema.

En el ámbito departamental la Gobernación de Boyacá coordina las acciones ambientales en el marco del Plan de Desarrollo Departamental, dándole mayor importancia a la sostenibilidad de las actividades productivas, los municipios de Aquitania, Cuítiva y Tota tienen competencias específicas en: (1) la implementación de los Planes de Ordenamiento Territorial, (2) la ejecución de proyectos locales de saneamiento básico, y (3) la regulación de actividades económicas en sus jurisdicciones. el informe técnico de Corpoboyacá (2023) nombre que las diferencias en capacidad institucional limitan significativamente la efectividad de estas administraciones locales.

Según el Informe de Gestión del primer semestre de 2024 de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), se han logrado avances significativos en: (1) la unificación de criterios técnicos para la evaluación de proyectos, (2) la armonización de instrumentos de planificación ambiental, y (3) la implementación de programas de restauración ecológica

participativa. Estas acciones han sido fundamentales para fortalecer la gestión ambiental en la región.

No obstante, estudios académicos recientes identifican desafíos persistentes en: (1) la inclusión efectiva de las comunidades locales en los procesos decisorios, (2) la resolución de conflictos entre intereses productivos y ambientales, y (3) la distribución equitativa de beneficios y cargas asociadas a la conservación. Estos aspectos resaltan la necesidad de fortalecer la participación comunitaria y la justicia ambiental en las estrategias de gestión ambiental.

Las comunidades campesinas organizadas en la Federación de Campesinos del Lago de Tota (FEDECALTOTA) han promovido prácticas agroecológicas para reducir el uso de agroquímicos. Sin embargo, como documenta la UNAL, la proyección de estas iniciativas se ve limitada por: (1) el acceso restringido a incentivos económicos, (2) la insuficiente asistencia técnica especializada, y (3) las barreras para la comercialización de productos sostenibles.

Los pescadores artesanales agrupados en la Asociación de Pescadores de Tota (ASOPESCAT) han establecido acuerdos de pesca responsable con las autoridades ambientales. Sin embargo, la expansión no regulada de la piscicultura genera conflictos socioambientales recurrentes debido a: (1) la competencia por espacios acuáticos, (2) la contaminación por residuos orgánicos, y (3) el impacto en especies nativas. Estos desafíos han sido documentados en informes de Corpoboyacá y estudios del Instituto Humboldt.

Por otro lado, el sector turístico, organizado en la Red de Turismo Sostenible de Tota, ha implementado códigos de conducta ambiental para operadores, en línea con las directrices de la Política de Turismo Sostenible del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. No obstante, el crecimiento descontrolado del turismo no regulado continúa generando consecuencias significativas sobre el ecosistema, manifestadas en: (1) procesos erosivos en zonas

ribereñas, (2) generación de residuos sólidos, y (3) alteración de hábitats críticos. Estos impactos resaltan la necesidad de fortalecer la planificación y gestión sostenible del turismo en la región.

El Lago de Tota se encuentra en la mira de todas las instituciones socioambientales derivadas de la competencia entre modelos de desarrollo económico y necesidades de conservación ecológica. Estas contradicciones se manifiestan con intensidad en tres dimensiones críticas que requieren análisis detallado y soluciones innovadoras.

En primer lugar, se tiene el ámbito agrícola debido al cultivo intensivo de cebolla junca ya que es un elemento del conflicto entre productividad y sostenibilidad, esta actividad ocupa aproximadamente el 70% de las tierras cultivables en la cuenca y genera el 85% de los ingresos económicos locales (Gobernación de Boyacá, 2023), pero su modelo actual de producción presenta impactos ambientales significativos: consume el 65% del agua disponible durante la época seca, contribuye con el 60% de la carga de nutrientes que llega al lago, y ha generado la reducción del 40% de los bosques ribereños en las últimas tres décadas (Instituto Humboldt, 2023). Esta situación crea el desafío para las comunidades de utilizar sistemas agrícolas regenerativos que mantengan la viabilidad económica mientras reducen su huella ecológica.

El sector turístico en el Lago de Tota ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, generando beneficios económicos para la región. Sin embargo, este desarrollo también ha traído consigo desafíos ambientales y de infraestructura que requieren atención urgente.

Según el Plan de Acción 2020–2023 de Corpoboyacá, se han identificado impactos negativos asociados al turismo, como la presión sobre los ecosistemas y la generación de residuos sólidos. En una jornada de limpieza realizada en mayo de 2022, se recolectó media tonelada de residuos en la desembocadura del río Tobal y 50 kilogramos en la limpieza subacuática, lo que evidencia la necesidad de mejorar la gestión de residuos en la zona.

Además, la infraestructura actual no es suficiente para manejar adecuadamente la cantidad de visitantes, especialmente en áreas como Playa Blanca, donde la afluencia turística puede superar la capacidad de carga del ecosistema. Esto se traduce en procesos erosivos en zonas ribereñas, generación de residuos sólidos y alteración de hábitats críticos.

Esta situación demanda la implementación urgente de modelos de turismo regenerativo que consideren los costos ambientales reales de la actividad y promuevan prácticas sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como a las comunidades locales.

La piscicultura industrial en el Lago de Tota, centrada en la producción de trucha arcoíris, ha generado beneficios económicos significativos. No obstante, ha provocado impactos ambientales importantes, como la disminución de especies nativas y la aparición de bacterias resistentes a antibióticos debido al uso indiscriminado de estos en las granjas piscícolas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de revisar los protocolos de producción y adoptar prácticas más sostenibles para preservar la biodiversidad del lago.

CAPÍTULO 2.

Marco normativo nacional, regional y política pública.

El aumento en la preocupación sobre los ecosistemas estratégicos del país como el Lago de Tota, ha puesto en evidencia la necesidad de contar con un sólido marco normativo y de políticas públicas eficaces que estén orientadas hacia la conservación y mitigación ambiental. Este capítulo tiene como objetivo analizar las normativas y lineamientos de política pública que

inciden en la protección del lago evaluando su alcance, articulación institucional y efectividad frente a los desafíos que enfrenta éste.

La conservación de ecosistemas estratégicos, especialmente aquellos que proveen servicios ambientales fundamentales como el recurso hídrico, depende en gran medida del diseño y aplicación de políticas públicas ambientales. Estas políticas no solo establecen criterios técnicos y legales para la gestión de los recursos naturales, sino que también definen mecanismos de gobernanza, asignación de responsabilidades y marcos de acción coordinada entre entidades nacionales, regionales y locales.

En el caso del Lago de Tota, declarado humedal de importancia internacional bajo la Convención Ramsar, el análisis del marco normativo adquiere relevancia dado el carácter multisectorial de las actividades que afectan su calidad ambiental como se mencionó anteriormente: desde la agricultura intensiva y la piscicultura, hasta el turismo y el uso doméstico del agua. Por lo anterior este capítulo se estructura en relación con dos temáticas, la revisión detallada de las normativas nacionales y regionales que regulan la protección del recurso hídrico; y el estudio de las políticas públicas orientadas a mitigar la contaminación, fortalecer la gestión integral del territorio y promover modelos sostenibles de producción y consumo en la cuenca.

Este análisis permitirá identificar tanto los avances institucionales como las limitaciones estructurales que enfrenta la gobernanza ambiental del Lago de Tota, aportando principios clave para la formulación de propuestas orientadas a su recuperación y conservación a largo plazo.

Normativa nacional.

El marco normativo nacional en Colombia proporciona las bases legales e institucionales para la protección de los recursos naturales y el manejo sostenible del territorio. En el caso del

Lago de Tota declarado humedal de importancia internacional, la aplicación rigurosa de estas normativas es esencial para mitigar la contaminación, regular el uso del suelo en la cuenca y prevenir procesos de degradación ambiental asociados al cambio climático, como las sequías prolongadas. Se analizan a continuación las disposiciones legales que sustentan la gobernanza ambiental del lago.

Marco institucional para la gestión del Lago de Tota: logros y desafíos en la aplicación de la Ley 99 de 1993

La Ley 99 de 1993 estableció el Sistema Nacional Ambiental (SINA) como un modelo de gobernanza ambiental descentralizada en Colombia. Esta ley asigna competencias específicas a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), otorgando a Corpoboyacá la responsabilidad sobre la gestión del Lago de Tota.

La Contraloría General de la República ha señalado que, si bien la aplicación de este marco normativo ha permitido avances significativos en la gestión ambiental del Lago de Tota, también enfrenta limitaciones que requieren atención prioritaria. Estas incluyen desafíos en la implementación efectiva de políticas y en la coordinación interinstitucional.

Por lo tanto, es correcto afirmar que el marco institucional vigente ha facilitado avances en la gestión del Lago de Tota, pero también presenta desafíos que deben ser abordados para lograr una gestión ambiental más efectiva.

La implementación de la Ley 99 en la cuenca del Lago de Tota ha permitido el desarrollo de instrumentos técnicos especializados, entre los que destacan el Plan de Manejo Ambiental 2022-2032 y el sistema de monitoreo de calidad del agua con estaciones de medición (Corpoboyacá, 2023). Estos avances están en contraste con las persistentes dificultades identificadas por la Procuraduría General de la Nación, especialmente en lo relativo a la capacidad institucional para hacer cumplir la normativa ambiental. Las desigualdades técnicas y

financieras que afectan a Corpoboyacá donde solo el 40% de los cargos corresponden a profesionales especializados y el 60% de los ingresos provienen de tasas retributivas limitan de forma notable su capacidad de acción en un ecosistema bajo tanta problemática.

El análisis del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA, 2022) revela que los problemas críticos en la gestión del lago se relacionan con la superposición de competencias entre entidades y la falta de articulación entre políticas sectoriales. Esta situación se observa en la dificultad para pactar los Planes de Ordenamiento Territorial municipales con los instrumentos de planificación ambiental de la CAR, generando vacíos de gobernanza que son aprovechados por actores que promueven usos inadecuados del suelo en zonas ribereñas. El Instituto Humboldt a analizado cómo estas fallas institucionales han permitido la proliferación de cultivos en áreas de ronda hidráulica y el crecimiento descontrolado de infraestructura turística en zonas de alto impacto ecológico.

Debido a lo explicado anteriormente, se han realizado diversos estudios que proponen estrategias de fortalecimiento institucional. Rodríguez y Gómez (2023) plantean la necesidad de crear figuras especiales de gestión para ecosistemas estratégicos, con mecanismos de coordinación reforzada y sistemas de rendición de cuentas específicos. Estas propuestas coinciden con las recomendaciones del Instituto Humboldt, que enfatiza la urgencia de consolidar los Consejos de Cuenca como instancias decisorias complementados con observatorios ambientales ciudadanos y sistemas de alertas tempranas. Estas innovaciones institucionales resultan relevantes para el Lago de Tota, donde la complejidad de las presiones ambientales requiere soluciones igualmente complejas y adaptativas.

La experiencia acumulada en la gestión del Lago de Tota bajo el marco de la Ley 99 es referente para el diseño de políticas ambientales, este caso demuestra que si bien la descentralización ambiental mediante las CARs es un avance importante, su efectividad en

ecosistemas estratégicos requiere ajustes institucionales profundos estos incluyen el fortalecimiento financiero, técnico de las corporaciones y la creación de mecanismos innovadores de coordinación interinstitucional y participación ciudadana que permitan enfrentar los desafíos complejos que plantea la conservación de humedales altoandinos en el contexto del cambio climático.

La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), adoptada en 2010 mediante documento CONPES 3694, encarna el marco estratégico fundamental para la gestión sostenible del agua en Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2010) dice que esta política reconoce explícitamente el carácter limitado vulnerable y esencial del recurso hídrico, estableciendo un enfoque integral que articula dimensiones ecológicas, sociales y económicas en su gestión en ecosistemas acuáticos estratégicos como el Lago de Tota, la PNGIRH ha proporcionado herramientas técnicas fundamentales para enfrentar los problemas ambientales.

La aplicación de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el Lago de Tota se ha materializado a través de varios instrumentos, según el informe de Corpoboyacá (2022), la política orientó la elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) de la cuenca, documento que establece criterios científicos para la asignación de usos del agua y la determinación de caudales ecológicos mínimos calculados mediante metodologías hidrológicas validadas por el IDEAM (2021), buscan garantizar la conservación de los procesos ecológicos esenciales del lago enfocados en los periodos de sequía que se han intensificado por el cambio climático (Instituto Humboldt, 2023).

Uno de los aportes más significativos de la PNGIRH para el Lago de Tota ha sido el fortalecimiento de los programas de control de contaminación. Como documenta la Contraloría General de la República (2022), la política permitió estructurar un sistema integrado de

monitoreo de vertimientos puntuales y difusos, con especial énfasis en los provenientes de actividades agrícolas y piscícolas. Aunque otros entes como la Procuraduría General de la Nación (2023) dice que la efectividad de estas medidas sigue siendo limitada debido a la insuficiente capacidad de fiscalización y a las presiones de los sectores productivos.

La dimensión de gestión del riesgo climático incorporada en la PNGIRH ha resultado relevante para el Lago de Tota, estudios realizados por el IDEAM en el año 2023 muestran una reducción del 20% en las precipitaciones anuales en la cuenca durante las últimas tres décadas, mientras que las proyecciones climáticas indican una probable intensificación de este patrón. La política ha impulsado la implementación de medidas de adaptación como la restauración de zonas riparias y la implementación de sistemas de cosecha de agua lluvia en las actividades agrícolas circundantes (UPTC, 2022).

La protección de zonas de recarga hídrica, otro pilar fundamental de la PNGIRH, ha tenido importantes implicaciones para la gestión del Lago de Tota. La delimitación de los páramos circundantes como áreas protegidas, en cumplimiento de las directrices de la política, ha generado tanto avances como tensiones. Por un lado, como destaca el Instituto Humboldt (2023), estas medidas han contribuido a conservar los servicios ecosistémicos hidrológicos. Aunque en estudios realizados por la Universidad Nacional (2022), aseguran que estas medidas han generado conflictos con comunidades campesinas que históricamente han utilizado estas zonas para actividades agropecuarias.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) ha desarrollado un conjunto de instrumentos normativos técnicos que constituyen el pilar regulatorio para la protección de ecosistemas acuáticos estratégicos como el Lago de Tota. Estas resoluciones, basadas en evidencia científica y en el principio de precaución, establecen parámetros obligatorios que buscan prevenir y controlar los impactos de las actividades antropogénicas sobre

los recursos hídricos, este marco regulatorio es un avance significativo en la gestión ambiental del país, aunque su implementación efectiva en contextos regionales como el Lago de Tota enfrenta desafíos complejos.

La Resolución 0631 de 2015 constituye uno de los instrumentos más relevantes para el control de la contaminación hídrica en el Lago de Tota. Esta norma, analizada en profundidad por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2021), establece límites máximos permisibles para 135 parámetros de calidad del agua, con criterios diferenciados según el tipo de actividad generadora de vertimientos, en el caso específico del Lago de Tota, como documenta Corpoboyacá (2022), la resolución ha sido fundamental para regular dos actividades económicas clave: la piscicultura intensiva y la agricultura de cebolla. Para el sector piscícola, la norma establece límites estrictos para parámetros como nitrógeno total (10 mg/L), fósforo total (2 mg/L) y demanda bioquímica de oxígeno (50 mg/L), lo que ha obligado a los productores a implementar sistemas de recirculación de agua y tratamiento de efluentes. No obstante, como advierte la Procuraduría General de la Nación (2023), el cumplimiento de estos parámetros sigue siendo irregular debido a la limitada capacidad de vigilancia y control de las autoridades ambientales.

En el ámbito agrícola, la Resolución 0631 ha tenido un impacto significativo en el control de la contaminación difusa por agroquímicos. Según estudios del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2022), la aplicación de esta norma ha permitido reducir en un 30% la carga de nitratos y fosfatos que llega al lago desde los cultivos de cebolla en la última década. el análisis de la Contraloría General realizado en el 2022, persisten desafíos importantes en la fiscalización del uso de fertilizantes y plaguicidas, especialmente en pequeñas propiedades donde los sistemas de monitoreo son menos efectivos.

Complementariamente, la Resolución 157 de 2021 establece los lineamientos técnicos para la delimitación y manejo de zonas hídricas protegidas, con especial énfasis en áreas de ronda y franjas protectoras. Como analiza el Instituto Humboldt (2023), esta normativa ha sido determinante para la protección de los ecosistemas ribereños del Lago de Tota, estableciendo criterios científicos para:

- La delimitación de zonas de protección hídrica (50 metros para el Lago de Tota)
- La regulación de actividades en áreas sensibles
- La implementación de medidas de restauración ecológica

La aplicación de esta resolución en el Lago de Tota ha generado importantes avances en la contención de la expansión agrícola hacia zonas de ronda, como documenta Corpoboyacá (2023). Pero también ha creado tensiones con las comunidades campesinas que históricamente han utilizado estas áreas para cultivos de pancoger, evidenciando la necesidad de enfoques más integrales que combinen la protección ambiental con alternativas económicas sostenibles para las poblaciones locales así lo demuestra un estudio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC, 2023)

La Ley 388 de 1997 sobre ordenamiento territorial constituye un pilar fundamental en este esquema, al establecer la obligatoriedad de incorporar criterios de sostenibilidad ambiental en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) municipales. Como analiza el Departamento Nacional de Planeación (2022), esta ley ha permitido avances significativos en la delimitación de áreas de protección ambiental en la cuenca del lago, aunque su implementación ha sido desigual entre los municipios ribereños. El estudio de la Universidad Nacional (2023) revela que mientras Aquitania ha logrado incorporar el 85% de las áreas sensibles identificadas por Corpoboyacá en su POT, los municipios de Tota y Cuítiva presentan rezagos importantes, con apenas un 60% y

55% de incorporación respectiva, lo que genera vacíos de protección en zonas críticas para la recarga hídrica.

El Decreto 1076 de 2015, como compilación y armonización de la normativa ambiental tiene como fin superar la fragmentación regulatoria que históricamente ha caracterizado al sector. Según el análisis del Ministerio de Ambiente (2021), este instrumento ha facilitado la aplicación coherente de las normas en territorios con alta presión antrópica como la cuenca del Lago de Tota, donde confluyen actividades agrícolas, piscícolas, turísticas y mineras. La Procuraduría General resalta los desafíos en la articulación entre las diferentes escalas normativas en lo que respecta a la compatibilización entre las disposiciones nacionales y los instrumentos de planificación local, este desfase se manifiesta claramente en los conflictos por el uso del suelo en zonas de amortiguamiento, donde frecuentemente se presentan contradicciones entre los usos permitidos por los POT municipales y las restricciones establecidas por las autoridades ambientales.

En materia de gestión del riesgo climático, el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD) y la Política Nacional de Cambio Climático proporcionan el marco estratégico para abordar las amenazas que afectan al Lago de Tota. Como documenta el IDEAM (2023), estas herramientas han permitido implementar sistemas de alerta temprana para sequías y protocolos de respuesta ante la disminución crítica del nivel del lago, fenómeno que se ha presentado con mayor frecuencia e intensidad en la última década. El estudio del Instituto Humboldt (2023) destaca que la aplicación de estas políticas ha sido esencial para la protección de los páramos circundantes, ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica de la cuenca. Sin embargo, como advierte la Contraloría General (2023), la efectividad de estas medidas se ve limitada por la insuficiente asignación de recursos para su implementación a escala local y la falta

de capacidades técnicas en los entes territoriales para desarrollar planes de adaptación climática robustos.

Normativa regional.

Las regulaciones nacionales, en articulación con la legislación regional, son un componente clave para la protección y manejo sostenible del Lago de Tota. Las normativas regionales, formuladas e implementadas por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y los gobiernos territoriales, tienen la capacidad de interpretar y aplicar las directrices nacionales con base en las condiciones biofísicas, socioeconómicas y culturales del territorio. En el caso del Lago de Tota, ubicado en el departamento de Boyacá, estas competencias recaen en Corpoboyacá, la Gobernación de Boyacá y los municipios de Aquitania, Cuítiva y Tota.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Lago de Tota 2022-2032, formulado por Corpoboyacá en cumplimiento de la Sentencia T-606 de 2015 de la Corte Constitucional, representa el instrumento de planificación regional para la protección de este ecosistema estratégico. Como señala el análisis del Instituto Humboldt (2023), este plan constituye un avance significativo en la gobernanza ambiental del territorio al integrar componentes técnicos, jurídicos y participativos en un marco coherente de acción. El PMA se estructura en torno a cuatro ejes estratégicos: conservación de ecosistemas acuáticos y terrestres, regulación de actividades productivas, monitoreo ambiental continuo y restauración ecológica participativa, cada uno de ellos con metas cuantificables y plazos específicos (Corpoboyacá, 2022).

La delimitación de áreas de conservación prioritaria, uno de los logros más relevantes del PMA según la evaluación de la Procuraduría General (2023), ha permitido establecer zonas núcleo con diferentes grados de protección: 1) áreas de protección estricta (12% de la superficie lacustre), 2) zonas de uso sostenible (65%) y 3) áreas de recuperación ecológica (23%). Esta

zonificación, basada en criterios científicos de fragilidad ecosistémica y presión antrópica, ha servido como base para la regulación diferenciada de actividades económicas. Como documenta la Universidad Nacional (2023), el PMA establece restricciones específicas para la piscicultura intensiva —limitando la densidad de jaulas a 0.5 kg/m^3 — y para la agricultura en zonas ribereñas —imponiendo franjas de amortiguamiento de 50 metros—, medidas que han reducido en un 30% la carga contaminante desde su implementación.

El componente de monitoreo ambiental del PMA ha logrado un avance tecnológico y metodológico notable. Según datos de Corpoboyacá (2023), el plan ha permitido implementar una red de 15 estaciones de medición de calidad del agua que operan con tecnología multiparamétrica, generando datos en tiempo real sobre 25 variables críticas. Este sistema, articulado con los protocolos del IDEAM (2023), ha detectado reducciones significativas en las concentraciones de nitratos (15%) y fosfatos (22%) entre 2022 y 2023, aunque persisten valores por encima de los límites permisibles en zonas de alta actividad agrícola. El monitoreo participativo, que involucra a comunidades locales y universidades regionales, ha fortalecido la apropiación social del plan y la generación de conocimiento local (UPTC, 2023).

Las estrategias de restauración ecológica implementadas en la cuenca del Lago de Tota han mostrado avances significativos en la recuperación ambiental y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles. Según el Instituto Humboldt, se han restaurado 350 hectáreas de bosque ripario mediante la siembra de especies nativas como *Alnus acuminata* y *Quercus humboldtii*, la estabilización de taludes con técnicas de bioingeniería y la creación de corredores biológicos, lo que ha incrementado en un 40% la conectividad ecológica en la cuenca, según mediciones de fragmentación del paisaje realizadas por Corpoboyacá.

En cuanto a los cultivos de cebolla larga, el PMA propone un modelo de transición agroecológica que incluye rotación de cultivos, uso de bioinsumos, sistemas de riego eficiente y

establecimiento de barreras vivas con especies nativas. Estas prácticas han sido evaluadas en fincas piloto, observándose una reducción del 35% en el uso de agroquímicos.

La gestión del Lago de Tota requiere un modelo de gobernanza compartida entre Corpoboyacá y la CAR Cundinamarca, dada la complejidad hidrográfica y administrativa de su cuenca. El Convenio 145 de 2020, suscrito entre estas dos corporaciones autónomas regionales, establece un marco de cooperación técnica y operativa para abordar los desafíos ambientales del ecosistema. Según el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA, 2022), este convenio ha permitido avances significativos en tres áreas estratégicas: control de vertimientos, restauración ecológica y educación ambiental. No obstante, persisten desafíos estructurales en la coordinación interinstitucional, lo que resalta la necesidad de fortalecer los mecanismos de articulación y seguimiento para garantizar una gestión ambiental efectiva y sostenible del Lago de Tota.

En materia de control de vertimientos, el convenio ha establecido un sistema conjunto de vigilancia para la cuenca alta de las quebradas de páramo que son afluentes del lago. Según datos de Corpoboyacá (2023), este mecanismo ha permitido reducir en un 25% los vertimientos no autorizados entre 2020 y 2023, mediante la implementación de un protocolo unificado de inspección y seguimiento. Sin embargo, como advierte la Contraloría General (2023), persisten diferencias significativas en los criterios técnicos aplicados por ambas corporaciones en lo relacionado con los límites permisibles para actividades específicas como la piscicultura intensiva. Estas discrepancias, según el estudio de la Universidad Nacional (2023), generan vacíos de control que son aprovechados por algunos actores económicos, debilitando la efectividad de las medidas regulatorias.

El componente de restauración ecológica del convenio ha logrado importantes avances en la recuperación de coberturas vegetales en zonas de recarga hídrica. Corpoboyacá (2023) reporta la restauración de 120 hectáreas de bosque altoandino mediante la siembra de especies

nativas como el roble (*Quercus humboldtii*) y el cedro (*Cedrela montana*), con una tasa de supervivencia del 78% en los primeros tres años. No obstante, como analiza el Instituto Humboldt (2023), estos esfuerzos se ven limitados por la falta de un plan unificado de seguimiento y evaluación, lo que dificulta la medición de impactos a escala de cuenca. La fragmentación institucional se manifiesta claramente en los diferentes criterios aplicados para la selección de especies y técnicas de restauración, generando discontinuidades ecológicas en áreas críticas.

En el ámbito de educación ambiental y participación comunitaria, el convenio ha desarrollado programas conjuntos que han capacitado a más de 500 actores locales (UPTC, 2023). Estas iniciativas, según la evaluación de la Procuraduría General (2023), han fortalecido significativamente las capacidades de monitoreo ciudadano y vigilancia ambiental. Sin embargo, como lo señala el IDEA, persisten asimetrías importantes en los enfoques pedagógicos y metodológicos utilizados por cada corporación, lo que limita la coherencia y efectividad de los procesos formativos a largo plazo.

2.1 Políticas Públicas.

La incorporación de determinantes ambientales en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios ribereños del Lago de Tota (Aquitania, Cuítiva y Tota) constituye un componente fundamental para la protección integral de este ecosistema estratégico. El marco normativo establecido por la Ley 388 de 1997 y el Decreto 1076 de 2015 ha permitido

avances significativos en la delimitación de zonas de protección ambiental, aunque con importantes variaciones entre los distintos municipios que conforman la cuenca. Estos instrumentos de planificación territorial deben considerar de manera obligatoria tres elementos críticos para la sostenibilidad del lago: 1) zonas de ronda hídrica, 2) áreas de recarga acuífera y 3) suelos con amenazas por procesos erosivos o de remoción en masa, todos ellos factores determinantes para mantener la integridad ecológica del sistema lacustre.

El análisis comparativo de los POT municipales realizado por la Universidad Nacional (2023) revela diferencias sustanciales en su implementación. Aquitania, el municipio con mayor presión antrópica sobre el lago, enfrenta situaciones complejas en la protección de zonas de ronda hídrica, donde se han documentado procesos de urbanización irregular impulsados por el crecimiento turístico y la expansión de la frontera agrícola. Según datos de Corpoboyacá (2023), aproximadamente el 15% de las áreas de protección establecidas en el POT de Aquitania presentan algún grado de invasión o uso no autorizado, situación que ha generado conflictos socioambientales recurrentes. En contraste, el municipio de Cuítiva ha logrado avances más significativos en la delimitación y protección de zonas de conservación, estableciendo corredores ecológicos que conectan el espejo de agua con los páramos circundantes. Como documenta el Instituto Humboldt (2023), estas medidas han permitido reducir en un 20% la pérdida de cobertura vegetal nativa en la última década.

Las limitaciones técnicas y financieras de los entes territoriales son el mayor obstáculo para la efectiva implementación de los POT. El estudio de la Contraloría General (2023) evidencia que los tres municipios presentan déficits importantes en: 1) capacidad técnica para la actualización periódica de los planes, 2) sistemas de información geográfica adecuados y 3) personal capacitado para la fiscalización del uso del suelo. Esta situación se agrava por la escasa articulación entre los instrumentos de planificación municipal y los planes ambientales

regionales, como lo demuestra el análisis de Corpoboyacá (2023), que identificó inconsistencias en más del 30% de las áreas de protección definidas en los diferentes niveles de planificación. La Procuraduría General (2023) ha señalado que estas contradicciones generan vacíos normativos que son aprovechados para promover usos inadecuados del suelo en zonas de transición entre lo urbano y lo rural.

La incorporación del componente ambiental en los planes de desarrollo de la Gobernación de Boyacá y las alcaldías municipales no es solo un requisito legal, sino una necesidad estratégica para garantizar la sostenibilidad del territorio. Este mandato se deriva de un amplio marco normativo que incluye la Constitución Política de Colombia (1991), en su artículo 80, que consagra el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad ambiental; la Ley 99 de 1993, que organiza el Sistema Nacional Ambiental; y los lineamientos del Departamento Nacional de Planeación (DNP), que exigen la integración de la dimensión ambiental en la planificación territorial. En este sentido, los últimos planes de desarrollo departamental, como "Boyacá se Atreve 2020-2023", han priorizado temas críticos como la gestión integral del agua, la protección de ecosistemas estratégicos —especialmente páramos y bosques altoandinos— y la adaptación al cambio climático, en sintonía con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Plan Nacional de Desarrollo "Pacto por Colombia, Pacto por la Sostenibilidad" (DNP, 2018).

Pese a estos avances normativos, la implementación efectiva de estas políticas ha enfrentado obstáculos estructurales. Por un lado, las limitaciones presupuestarias recurrentes en las entidades territoriales han restringido la ejecución de proyectos ambientales, especialmente en municipios con bajos ingresos propios. Un informe de la Contraloría General de la República (2021) señala: "la falta de asignación de recursos suficientes y estables para la gestión ambiental en los planes de desarrollo locales condena muchas iniciativas a quedarse en el papel". Además, la ausencia de indicadores claros y sistemas robustos de seguimiento ha dificultado la evaluación

del impacto real de estas políticas. Según Cortés y Rojas (2021), este problema se agrava por la escasa capacidad técnica de muchos municipios para diseñar y monitorear proyectos ambientales complejos, lo que genera una brecha entre la planificación y la ejecución.

En medio de estos desafíos, un aspecto destacable ha sido la puesta en marcha de programas como "Agricultura Sostenible para la Cuenca del Lago de Tota" y "Turismo Verde", impulsados por la Gobernación de Boyacá en alianza con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá). Estas iniciativas buscan reconciliar el desarrollo económico con la conservación ambiental, promoviendo prácticas agroecológicas que reducen el uso de agroquímicos en zonas aledañas al Lago de Tota, un ecosistema crítico para la región. No obstante, como advierte Rodríguez (2020), "la sostenibilidad de estos programas está en riesgo debido a su dependencia de financiación externa, ya sea del gobierno nacional o de cooperación internacional, sin que exista una estrategia clara para garantizar su continuidad con recursos locales". Este problema no es exclusivo de Boyacá; como lo ha documentado el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022), muchos proyectos ambientales en América Latina enfrentan dificultades similares, lo que exige explorar mecanismos innovadores de financiación, como pagos por servicios ambientales o alianzas público-privadas.

Un análisis más profundo revela que, en municipios como Aquitania y Cuítiva, ubicados en la cuenca del Lago de Tota, persisten tensiones entre las prioridades ambientales y las demandas de desarrollo económico. Aunque estos municipios han incorporado en sus planes de desarrollo lineamientos para la protección del lago, su implementación ha sido desigual debido a la falta de articulación entre las autoridades locales y departamentales. Como resultado, se observan casos de contradicción entre políticas, como la promoción del turismo masivo sin una regulación adecuada de los impactos ambientales, o la expansión agrícola en zonas de recarga

hídrica. La Fundación Humedales (2023) ha documentado cómo estas dinámicas amenazan la integridad del ecosistema, poniendo en riesgo no solo la biodiversidad, sino también los medios de vida de las comunidades locales que dependen de sus recursos.

Para superar estos desafíos, es necesario adoptar un enfoque integral que combine el fortalecimiento institucional, la planificación participativa y mecanismos de financiación sostenible. En primer lugar, se requiere capacitar a los funcionarios públicos locales en la formulación y gestión de proyectos ambientales, con el apoyo de universidades y centros de investigación. En segundo lugar, es urgente establecer indicadores claros y metas medibles en los planes de desarrollo, como la reducción de contaminación hídrica en un porcentaje determinado, acompañados de sistemas de monitoreo independiente que permitan evaluar su cumplimiento. Finalmente, como lo propone el BID (2022), las entidades territoriales deben explorar alternativas de financiación que reduzcan su dependencia de recursos externos, mediante instrumentos como tasas ambientales o fondos dedicados a la conservación. Solo así se podrá garantizar que los avances normativos se traduzcan en acciones concretas y duraderas, capaces de enfrentar los crecientes desafíos ambientales de la región.

La creación del Comité Técnico Interinstitucional del Lago de Tota es un avance fundamental en la gobernanza ambiental de Boyacá, establecido como respuesta directa al mandato de la Sentencia T-606 de 2015 de la Corte Constitucional, que reconoció al lago como sujeto de derechos. Este mecanismo de coordinación regional agrupa a actores clave como la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Gobernación de Boyacá y los municipios de la cuenca, así como representantes de organizaciones sociales, comunidades indígenas y academia.

El Comité tiene como objetivo principal articular acciones, definir prioridades y hacer seguimiento a la implementación de los planes y proyectos orientados a la conservación y

recuperación del Lago de Tota. De acuerdo con la Procuraduría General de la Nación (2023), la existencia de este espacio ha permitido mejorar la comunicación entre entidades, reducir la duplicidad de esfuerzos y avanzar en la construcción de una visión compartida de largo plazo para el manejo del ecosistema.

Sin embargo, persisten desafíos importantes. Entre ellos, la necesidad de fortalecer la participación efectiva de las comunidades locales en la toma de decisiones y la urgencia de consolidar mecanismos de rendición de cuentas y transparencia en la gestión de recursos públicos. Además, la sostenibilidad financiera del Comité y la continuidad de sus acciones más allá de los ciclos políticos locales siguen siendo retos pendientes.

CAPÍTULO 3.

Coordinación entre instituciones y el rol de las entidades gubernamentales en la protección del Lago de Tota.

La protección ambiental del Lago de Tota, ecosistema de gran valor estratégico tanto a nivel nacional como internacional, demanda una articulación efectiva y coordinada entre los diferentes actores institucionales responsables de su gestión. Este lago, declarado humedal de importancia internacional bajo la Convención Ramsar y fuente fundamental de recursos hídricos y biodiversidad, es un bien público que requiere planificación, regulación y conservación desde los distintos niveles del Estado. Sin embargo, la realidad refleja que la articulación institucional ha sido parcial, enfrentando desafíos significativos en aspectos estructurales, normativos y operativos. La presente sección se sustenta en la necesidad de analizar el nivel de coordinación

existente, los avances logrados, las limitaciones detectadas y las oportunidades para fortalecer una gobernanza ambiental que sea integral y participativa. Este análisis resulta fundamental para comprender los mecanismos actuales, identificar las brechas en la gestión y proponer acciones que contribuyan a la protección y conservación eficiente del Lago de Tota, alineándose con los objetivos generales del presente estudio y aportando a la formulación de estrategias más efectivas y sostenibles.

1.2 Acciones institucionales y convenios.

La gestión ambiental del Lago de Tota ha sido abordada mediante múltiples estrategias institucionales, las cuales han sido lideradas principalmente por las autoridades ambientales competentes —Corpoboyacá y Corpoboyacá—, en articulación con entidades del orden nacional como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Agencia Nacional de Tierras (ANT). Estas entidades han formulado y ejecutado instrumentos de planificación como el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA), convenios interadministrativos y resoluciones específicas, con el fin de mitigar los impactos ambientales y conservar el equilibrio ecológico del ecosistema. Sin embargo, pese a la existencia de estos esfuerzos normativos e institucionales, los resultados obtenidos han sido limitados debido a la débil coordinación interinstitucional, a la escasa capacidad operativa de las administraciones locales y a la persistencia de conflictos socioambientales no resueltos.

Uno de los instrumentos más relevantes en este contexto es el Plan de Gestión Ambiental Regional 2020–2031, formulado por Corpoboyacá como parte de su mandato legal

dentro del Sistema Nacional Ambiental (SINA). Este plan busca orientar las decisiones sobre el uso, conservación y recuperación de los recursos naturales en el territorio bajo su jurisdicción, estableciendo como ejes estratégicos la restauración de ecosistemas degradados, el fortalecimiento de procesos de educación ambiental, la regulación de actividades económicas de alto impacto y la promoción de modelos de producción sostenibles. En el caso del Lago de Tota, el PGAR contempla medidas específicas como la restauración de zonas de ronda hídrica afectadas por la expansión agrícola, el control de especies exóticas invasoras como la trucha arcoíris, y el monitoreo continuo de vertimientos líquidos provenientes de cultivos intensivos. También se promueve el empoderamiento comunitario a través de actividades de formación y campañas educativas para el reconocimiento del valor ecológico del humedal. No obstante, su aplicación ha sido fragmentada y lenta debido a restricciones presupuestarias, dificultades de acceso al territorio y ausencia de mecanismos de seguimiento eficaces.

En cuanto a la cooperación interinstitucional, destaca el Convenio Interadministrativo 145 de 2020, suscrito entre Corpoboyacá y Corpbogotá, con el objetivo de unificar criterios técnicos para la protección de cuencas hidrográficas compartidas y generar sinergias en torno a la regulación ambiental. Este convenio ha facilitado la realización de acciones conjuntas como operativos de control a vertimientos, jornadas de educación ambiental en los municipios de influencia (Aquitania, Tota y Cuítiva), reforestación participativa en áreas de recarga hídrica y actualización de bases de datos sobre calidad de agua y biodiversidad. A pesar de estos avances, persisten vacíos significativos en la delimitación de competencias entre ambas CAR, especialmente en zonas limítrofes, lo que dificulta el ejercicio efectivo de vigilancia y sanción. De igual forma, no se ha logrado consolidar un esquema de gobernanza ambiental que incluya a los actores locales en procesos decisorios ni que articule de manera sólida las políticas públicas

ambientales con los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los municipios involucrados.

Adicionalmente, un análisis retrospectivo de la gestión institucional entre los años 2012 y 2018 —documentado en la tesis de Fanny Pardo (2019)— pone en evidencia serias debilidades estructurales en el accionar de entidades clave como Corpoboyacá y el entonces Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), hoy reemplazado por la Agencia Nacional de Tierras. Entre los principales hallazgos del estudio se destacan: la falta de delimitación clara y actualizada de la ronda protectora del Lago de Tota, lo cual ha favorecido la ocupación irregular por actividades agropecuarias; la persistencia de invasiones en zonas de protección ambiental debido a la inexistencia de acciones efectivas de restitución o reubicación; las dificultades técnicas en los procesos de deslinde y levantamiento predial; y la ausencia de una fiscalización rigurosa a las concesiones de uso de agua, muchas de las cuales han vencido sin renovarse formalmente ni contar con estudios de impacto acumulado. Estas fallas en la gestión han generado un ambiente de desconfianza entre las comunidades ribereñas y las autoridades, debilitando la legitimidad institucional y fomentando conflictos socioambientales prolongados.

Frente a este panorama, se hace urgente repensar el modelo de intervención institucional sobre el Lago de Tota, orientándolo hacia una gobernanza más inclusiva, transparente y territorializada. Ello implica fortalecer la coordinación vertical y horizontal entre las distintas entidades del Estado, consolidar un sistema de monitoreo ambiental compartido que permita la trazabilidad de los indicadores de conservación, y dotar a las autoridades regionales de mayores recursos técnicos, financieros y jurídicos para ejercer su mandato. Así mismo, es indispensable integrar a las comunidades locales y a las organizaciones sociales en los procesos de toma de

decisiones, reconociendo su conocimiento ancestral, su rol en la defensa del territorio y su potencial como aliados en la gestión sostenible del lago. Sólo mediante una articulación real y efectiva de todos los actores involucrados será posible garantizar la conservación del Lago de Tota como patrimonio ambiental, fuente de vida y bien común para las futuras generaciones.

La gestión de residuos sólidos en la cuenca del Lago de Tota ha sido una preocupación constante debido a la acumulación de desechos orgánicos e inorgánicos que afectan la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos. En respuesta, Corpoboyacá ha implementado programas de educación ambiental dirigidos a las comunidades locales, con el objetivo de fomentar prácticas adecuadas de disposición de residuos y promover la reducción, reutilización y reciclaje. Estas iniciativas incluyen talleres, campañas de sensibilización y la instalación de puntos ecológicos en áreas estratégicas. Sin embargo, la efectividad de estas acciones depende en gran medida de la participación activa de la población y de la articulación con las autoridades municipales para garantizar la recolección y el tratamiento adecuado de los residuos.

El monitoreo constante de la calidad del agua del Lago de Tota es esencial para identificar fuentes de contaminación y evaluar la efectividad de las medidas de mitigación implementadas. Corpoboyacá y Corpoboyacá han establecido estaciones de monitoreo en diferentes puntos del lago para medir parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos datos permiten detectar cambios en la concentración de nutrientes, presencia de metales pesados y alteraciones en la biodiversidad acuática. Además, se han realizado estudios sobre la composición y abundancia de macroinvertebrados bentónicos, que sirven como bioindicadores de la salud del ecosistema. Los resultados de estos monitoreos son fundamentales para ajustar las estrategias de manejo y conservación del lago.

La participación activa de las comunidades locales en la gestión ambiental del Lago de Tota es crucial para el éxito de las iniciativas de conservación. Corpoboyacá y Corpoboyacá han promovido la conformación de comités ambientales y la capacitación de líderes comunitarios en temas relacionados con la protección de los recursos naturales. Estas acciones buscan empoderar a la población para que participe en la toma de decisiones y en la vigilancia del cumplimiento de las normativas ambientales. Asimismo, se han establecido alianzas con instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales para desarrollar proyectos de investigación y educación ambiental que involucren a estudiantes y docentes en la conservación del lago.

A pesar de los esfuerzos realizados, la gestión ambiental del Lago de Tota enfrenta desafíos significativos, como la expansión de actividades agrícolas intensivas, la urbanización desordenada y el cambio climático. Estos factores contribuyen a la degradación del ecosistema y requieren una respuesta coordinada y multisectorial. Es necesario fortalecer la gobernanza ambiental mediante la implementación de políticas públicas integrales, el aumento de la inversión en infraestructura ambiental y la promoción de prácticas sostenibles en los sectores productivos. Además, se debe fomentar la investigación científica para generar conocimiento que respalde la toma de decisiones y la formulación de estrategias adaptativas frente a los cambios ambientales.

Nivel de coordinación institucional.

A pesar de los avances logrados en el diseño de políticas públicas ambientales y la formulación de planes de manejo para el Lago de Tota, uno de los obstáculos más persistentes ha sido la falta de articulación efectiva entre las entidades responsables de su protección. Aunque existen mecanismos legales y técnicos que orientan la actuación interinstitucional, en la práctica se evidencia una marcada fragmentación entre los distintos niveles de gobierno, así como una superposición de competencias que obstaculiza la implementación integral de acciones. El caso

más ilustrativo es la coexistencia de Corpoboyacá y Corpoboyacá como autoridades ambientales sobre distintas zonas de influencia del lago, lo que ha derivado en duplicidad de funciones, ausencia de criterios técnicos comunes y vacíos de control ambiental en áreas limítrofes.

A esto se suma la desarticulación entre los instrumentos de planificación territorial de los municipios (Planes de Ordenamiento Territorial - POT) y los instrumentos de planificación ambiental (POMCA, PGAR, PAC), situación que impide una visión unificada del uso del suelo, la conservación de ecosistemas estratégicos y la gestión de riesgos asociados al cambio climático. Por ejemplo, en los municipios de Aquitania y Tota, los POT vigentes no han incorporado de manera coherente las recomendaciones del Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca del Lago de Tota (POMCA), lo cual genera conflictos en el uso del suelo, expansión agrícola en áreas de protección, e incluso otorgamiento de licencias o permisos sin consulta previa con las autoridades ambientales regionales.

Además, se presentan limitaciones técnicas y financieras importantes en las entidades locales, las cuales carecen de personal capacitado, equipos de monitoreo, infraestructura adecuada y acceso a tecnologías de información ambiental. Esta precariedad institucional se traduce en procesos administrativos lentos, falta de capacidad para fiscalizar actividades económicas ilegales y escasa efectividad en la aplicación del régimen sancionatorio. Aunque la Ley 1333 de 2009 establece procedimientos claros para sancionar infracciones ambientales — como vertimientos sin tratamiento, ocupación ilegal de la ronda del lago, pesca con artes prohibidas o construcciones no autorizadas—, en la práctica la cantidad de sanciones impuestas es baja en comparación con las infracciones identificadas. Las causas son múltiples: ausencia de

inspectores ambientales, limitaciones presupuestales, presión de actores económicos locales y, en algunos casos, falta de voluntad política.

La Resolución 1539 de 2012 de Corpoboyacá, que regula el uso del agua en las microcuencas que alimentan el Lago de Tota, es otro ejemplo del desajuste entre normativa e implementación. Esta norma ha sido solo parcialmente aplicada y no ha sido actualizada para responder al creciente avance del monocultivo de cebolla junca, actividad que no solo implica un elevado consumo hídrico, sino que además contribuye significativamente a la contaminación del lago por el uso intensivo de agroquímicos. El resultado es un ecosistema cada vez más degradado y una institucionalidad ambiental que actúa de forma reactiva, sin la capacidad de planificar a largo plazo ni anticipar impactos acumulativos.

Por su parte, la Agencia Nacional de Tierras (ANT), encargada del ordenamiento predial y los procesos de titulación, ha enfrentado serias limitaciones en el cumplimiento de sus funciones en la zona de influencia del Lago de Tota. Las principales dificultades tienen que ver con la falta de personal técnico, la complejidad de los conflictos jurídicos sobre la propiedad de la tierra y la resistencia por parte de ocupantes históricos que han cultivado en zonas de protección sin título legal. La ausencia de un catastro actualizado, sumada a la inexistencia de una política clara para la recuperación de áreas estratégicas, ha impedido avanzar en la regularización predial y en la restauración de suelos. Esta situación ha sido reconocida por diversos estudios técnicos y académicos como una de las barreras más significativas para garantizar la integridad ecológica del lago y el cumplimiento de los principios de equidad territorial.

En este contexto, resulta imperativo repensar la arquitectura institucional que interviene sobre el Lago de Tota. Es necesario avanzar hacia un modelo de gobernanza ambiental multinivel y participativa, que permita articular las funciones de las autoridades ambientales, los entes territoriales, las entidades nacionales, la sociedad civil y los actores productivos. La creación de un Consejo de Cuenca con poder vinculante, integrado por representantes de las comunidades, ONG, instituciones académicas y gobiernos locales, podría convertirse en un espacio idóneo para el diálogo, la planeación coordinada y el seguimiento colectivo de las decisiones ambientales. De igual forma, se debe garantizar una mayor inversión en fortalecimiento institucional, formación técnica de funcionarios y digitalización de procesos, elementos esenciales para una gestión ambiental eficiente y transparente.

Retos de articulación y participación.

Aunque el marco normativo colombiano contempla instrumentos e instancias para la planificación y gestión ambiental territorial, como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA), los Planes de Desarrollo Territorial (PDT), los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR), y los mecanismos de concertación social como las consultas previas y las audiencias públicas, en la práctica persisten importantes barreras para una articulación efectiva entre los niveles de gobierno y los actores sociales involucrados en la protección del Lago de Tota. Uno de los retos más notables es la falta de participación comunitaria real en los procesos de planificación ambiental y en la toma de decisiones estratégicas. Aunque algunas entidades realizan jornadas informativas o talleres ocasionales, muchas veces se limitan a espacios formales y consultivos sin que exista una inclusión efectiva de las voces locales ni un seguimiento a los

aportes ciudadanos. Las comunidades campesinas, indígenas, pescadoras y jóvenes han expresado su inconformidad por la falta de representación en las instancias de gobernanza y por la percepción de que las decisiones se toman desde los niveles centrales sin considerar sus realidades, necesidades o conocimientos tradicionales.

Este problema se ve agravado por una débil coordinación vertical entre el gobierno nacional, el departamental y los municipios de la cuenca del lago (Tota, Aquitania y Cuítiva), lo cual genera duplicidad de esfuerzos, vacíos de responsabilidad y falta de seguimiento a las políticas implementadas. Por ejemplo, los municipios han expedido normas locales relacionadas con el uso del suelo o las prácticas productivas, pero estas no siempre están alineadas con las recomendaciones del POMCA del Lago de Tota ni con los lineamientos de las autoridades ambientales. A su vez, los recursos técnicos y financieros son desiguales, lo que profundiza las brechas entre los territorios y dificulta la ejecución de proyectos ambientales de impacto regional. Esta desconexión se manifiesta también en la escasa articulación de los programas de desarrollo rural, vivienda, turismo y agricultura con las metas de sostenibilidad y conservación ambiental, lo que pone en riesgo la integridad ecológica del lago y su zona de influencia.

Otro obstáculo clave es la insuficiente articulación horizontal entre las entidades con competencias complementarias, como las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT), las Secretarías Departamentales de Agricultura, Planeación y Turismo, y los entes de control. A pesar de que todas estas entidades tienen incidencia directa en el territorio, sus agendas suelen estar descoordinadas y sus intervenciones se ejecutan de forma paralela, sin una visión sistémica del territorio ni objetivos comunes de largo plazo. Esta falta de coordinación impide, por ejemplo, que las acciones de formalización de la propiedad de la tierra,

la promoción del ecoturismo, la planificación productiva y el control de vertimientos converjan en estrategias coherentes de restauración y sostenibilidad del lago. En este contexto, se hace evidente la necesidad de conformar una instancia de gobernanza especializada, como un Consejo de Cuenca con funciones decisorias, que pueda integrar a los diferentes actores institucionales y sociales, garantizando la participación equitativa, la rendición de cuentas y la continuidad de las políticas públicas.

Asimismo, se identifica un escaso acompañamiento técnico y económico a las asociaciones campesinas y organizaciones comunitarias que desarrollan prácticas agroecológicas o de conservación. Muchas de estas iniciativas, que podrían contribuir significativamente a la restauración del ecosistema, operan en condiciones de precariedad y sin apoyo institucional. La falta de asistencia técnica, acceso a mercados sostenibles, infraestructura adecuada o líneas de financiación verdes, limita su escalabilidad y sostenibilidad en el tiempo. En consecuencia, estas organizaciones enfrentan múltiples obstáculos para sostener sus proyectos, competir con modelos productivos intensivos o acceder a incentivos por servicios ecosistémicos. Esta situación representa una oportunidad desaprovechada para fortalecer las capacidades locales y construir una cultura ambiental sólida desde las bases.

El Instituto Humboldt (2023) ha señalado que estas deficiencias institucionales, más que las actividades productivas en sí mismas, son uno de los principales factores que explican el deterioro ecológico del Lago de Tota. De acuerdo con sus análisis, la ausencia de una gobernanza ambiental territorial robusta, que integre actores públicos, privados y comunitarios en procesos transparentes, articulados y sostenidos, debilita los esfuerzos de conservación y aumenta la vulnerabilidad del ecosistema frente al cambio climático y la presión antrópica. Por tanto,

avanzar hacia un nuevo modelo de articulación y participación no solo es necesario, sino urgente para garantizar la protección del Lago de Tota como patrimonio natural del país, fuente de biodiversidad y sustento vital para miles de personas.

Propuestas para una mejor articulación institucional.

Los análisis técnicos, diagnósticos académicos y la evaluación de los instrumentos de política pública aplicados en la cuenca del Lago de Tota han evidenciado que los principales obstáculos para la protección efectiva del ecosistema no se derivan únicamente del uso productivo intensivo o del crecimiento turístico desordenado, sino de una estructura institucional desarticulada, fragmentada y débilmente capacitada. En ese sentido, las propuestas aquí planteadas se orientan a superar dichas barreras a través de acciones estratégicas que permitan fortalecer la gobernanza territorial, articular los niveles de decisión y aumentar la legitimidad de las instituciones ambientales en la región. Estas propuestas no solo surgen de los análisis propios del presente trabajo, sino que han sido sustentadas en estudios del Instituto Humboldt, recomendaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y experiencias exitosas de participación ciudadana ambiental en otras cuencas del país.

La primera estrategia clave es la creación de un Consejo de Cuenca del Lago de Tota con capacidad decisoria y carácter vinculante. Esta figura debe incluir representación equitativa de actores institucionales (alcaldías, CAR, MADS), sociales (asociaciones campesinas, comunidades indígenas, cooperativas de pescadores), académicos (universidades locales y centros de investigación) y productivos (gremios agrícolas y turísticos). Su misión sería concertar planes de manejo, emitir conceptos técnicos, hacer seguimiento a licencias ambientales, canalizar recursos

de cooperación y promover la transparencia en la gestión. Un Consejo de Cuenca con estas características permitiría llenar el vacío de coordinación actual, actuar como instancia técnica y política, y fortalecer los mecanismos de corresponsabilidad ciudadana.

En segundo lugar, se plantea el fortalecimiento presupuestal y técnico de Corpoboyacá y de las alcaldías de Aquitania, Cúitiva y Tota, reconociendo que actualmente operan con capacidades institucionales limitadas frente a la complejidad de los desafíos ecológicos. Para ello, se requiere una política nacional de descentralización ambiental que transfiera competencias junto con recursos financieros, formación técnica y acceso a tecnologías apropiadas. Este fortalecimiento debe ir acompañado de una revisión y actualización de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) municipales, integrando variables ecológicas críticas como corredores de biodiversidad, zonas de recarga hídrica, áreas de alto valor de conservación y riesgos climáticos. Esta actualización garantizaría que los usos del suelo sean compatibles con la conservación ambiental y la adaptación al cambio climático, promoviendo un desarrollo territorial equilibrado.

Otra propuesta fundamental es la creación de un Observatorio Ciudadano Ambiental del Lago de Tota, como mecanismo de seguimiento, veeduría y control social. Este observatorio debe ser autónomo, participativo y plural, incorporando saberes locales, monitoreo comunitario y alianzas con universidades para generar datos confiables y análisis independientes. El observatorio permitiría sistematizar denuncias ambientales, auditar licencias y proyectos, y construir alertas tempranas frente a riesgos ecológicos o violaciones normativas. En esta misma línea, se propone la implementación de un sistema de alertas tempranas y monitoreo ambiental comunitario, respaldado por el IDEAM, que incluya sensores climáticos, estaciones de calidad de

agua, indicadores de biodiversidad y registros ciudadanos, generando información pública y accesible para la toma de decisiones.

Además, se hace necesaria una mayor presencia institucional del MADS y la ANLA en el territorio, sobre todo para atender casos críticos de licenciamiento ambiental, conflictos por uso de recursos naturales o incumplimiento de obligaciones por parte de operadores productivos. Esta presencia debe traducirse en una oficina descentralizada de gestión ambiental que acompañe a los municipios y comunidades, ejerza control efectivo y facilite la articulación entre actores. Finalmente, se propone consolidar figuras de gobernanza territorial adaptadas al contexto sociocultural de la cuenca, como Pactos Territoriales para la conservación o Acuerdos de Manejo Comunitario, que incluyan incentivos económicos, acceso preferencial a programas públicos, líneas de crédito verde o pagos por servicios ecosistémicos a las familias y asociaciones campesinas que implementen prácticas agroecológicas.

Estas propuestas no buscan sustituir las políticas existentes, sino complementarlas y adaptarlas a las condiciones específicas del Lago de Tota. Para ello, es fundamental un cambio de enfoque hacia una gestión ambiental participativa, descentralizada y con visión de cuenca, que promueva la corresponsabilidad entre instituciones, comunidades y sectores productivos. Solo así se podrá garantizar la sostenibilidad ecológica, económica y social de este ecosistema estratégico en el mediano y largo plazo.

El análisis exhaustivo del rol que desempeñan las entidades gubernamentales en la protección del Lago de Tota ha permitido identificar un entramado institucional complejo, amplio en su cobertura, pero claramente fragmentado en su funcionamiento. A pesar de contar con un marco normativo robusto —que incluye leyes como la 99 de 1993, la 1333 de 2009, los POMCA, los POT y diversos instrumentos de planificación ambiental regional—, la implementación

efectiva de estas normas ha sido limitada, en gran parte debido a problemas estructurales de articulación interinstitucional, superposición de competencias, descoordinación normativa y falta de capacidades técnicas y financieras en las entidades territoriales. Esta situación ha generado una desconexión entre lo planificado y lo ejecutado, dejando al ecosistema expuesto a una presión creciente por parte de actividades agrícolas intensivas, turismo desorganizado y prácticas de uso del suelo incompatibles con su condición de humedal Ramsar.

Uno de los hallazgos más importantes de este capítulo es que la protección del Lago de Tota no puede ser entendida únicamente como un asunto técnico o normativo, sino como un reto político e institucional de gobernanza ambiental. Las tensiones entre las distintas CAR (Corpoboyacá y Corpoboyacá), la limitada articulación entre los niveles de gobierno (nacional, departamental y municipal), y la débil coordinación horizontal entre entidades como la ANT, la ANLA, el MADS y las secretarías sectoriales, evidencian la necesidad de repensar la arquitectura institucional vigente. La ausencia de instancias de articulación permanentes —como un Consejo de Cuenca con funciones vinculantes— impide la construcción de consensos, la resolución de conflictos territoriales y la ejecución de planes integrales con enfoque territorial y de cuenca.

Asimismo, el capítulo pone en evidencia que la participación comunitaria ha sido insuficiente, cuando no simbólica. A pesar de existir esfuerzos dispersos en materia de educación ambiental y sensibilización ciudadana, aún no se han generado las condiciones necesarias para un empoderamiento real de las organizaciones locales. Las asociaciones campesinas, grupos de mujeres, cooperativas de pescadores y colectivos ambientales enfrentan dificultades para acceder a recursos, asistencia técnica y canales de incidencia política. Esta exclusión no solo limita su capacidad de acción, sino que priva al proceso de gestión ambiental de conocimientos, prácticas y liderazgos valiosos que emergen desde el territorio. Incluir activamente a estos actores en la toma

de decisiones, el seguimiento a proyectos y la fiscalización ciudadana no es solo un principio democrático, sino una condición fundamental para lograr la sostenibilidad ecológica.

En síntesis, los resultados del presente capítulo sugieren que la gobernanza ambiental del Lago de Tota requiere ser transformada desde un modelo sectorial, fragmentado y vertical, hacia un enfoque multiactor, multinivel, descentralizado y con enfoque territorial. Esta transformación debe sustentarse en el fortalecimiento institucional de las autoridades ambientales y los gobiernos locales, la actualización y articulación de los instrumentos de ordenamiento territorial, la promoción de espacios permanentes de coordinación y diálogo interinstitucional, y el empoderamiento de las comunidades como sujetos activos de la conservación. Solo así se podrá garantizar no solo la protección del ecosistema, sino también el bienestar de las poblaciones que dependen directa o indirectamente de los bienes y servicios ambientales que el Lago de Tota provee.

Conclusiones.

El Lago de Tota, situado en el altiplano cundiboyacense, es el cuerpo de agua dulce más grande de Colombia y el segundo más alto de América del Sur. Este ecosistema altoandino alberga una biodiversidad única y sustenta actividades agrícolas, pesqueras y turísticas fundamentales para las comunidades locales. Sin embargo, enfrenta una creciente crisis socioambiental que amenaza su integridad ecológica y la calidad de vida de las poblaciones circundantes. La contaminación del lago, la pérdida de biodiversidad y la presión sobre los recursos naturales son algunas de las problemáticas más relevantes que requieren atención urgente.

Entre las principales problemáticas ambientales que afectan al Lago de Tota se encuentran la contaminación de las fuentes hídricas por el uso intensivo de agroquímicos en los cultivos de cebolla larga, la eutrofización del lago debido a la falta de tratamiento de aguas residuales y la pérdida de biodiversidad causada por la expansión de la frontera agrícola y la deforestación. Además, la piscicultura intensiva y el turismo no regulado contribuyen al deterioro del ecosistema. El marco normativo existente, aunque robusto en teoría, presenta deficiencias en su implementación y articulación entre las diferentes entidades responsables, lo que limita la eficacia de las acciones de conservación y manejo sostenible del lago.

La gobernanza del Lago de Tota se caracteriza por una superposición de competencias institucionales que genera confusión y falta de coordinación en la toma de decisiones. La participación de las comunidades locales en los procesos de planificación y gestión ambiental es limitada, lo que impide la incorporación de sus conocimientos y necesidades en las estrategias de manejo del lago. Asimismo, existe una débil articulación entre los planes territoriales y ambientales, lo que se traduce en acciones fragmentadas y poco efectivas para abordar los desafíos ambientales del ecosistema.

El deterioro del Lago de Tota tiene profundas implicaciones sociales y ambientales. Las comunidades campesinas e indígenas que habitan en la cuenca del lago ven amenazada su seguridad alimentaria y sus medios de vida debido a la degradación del ecosistema. La disminución de la biodiversidad y la pérdida de servicios ecosistémicos, como la regulación hídrica y la fertilidad del suelo, afectan directamente la productividad agrícola y la disponibilidad de recursos naturales. Además, los conflictos por el uso del suelo y del agua se intensifican, generando tensiones sociales y debilitando la cohesión comunitaria. La falta de acceso a servicios básicos, como el saneamiento y el tratamiento de aguas residuales, agrava las condiciones de vida de las poblaciones locales y perpetúa la vulnerabilidad social y ambiental en la región.

A pesar de los desafíos, se han logrado avances significativos en la gestión del Lago de Tota. El Plan de Manejo Ambiental (PMA) ha implementado estrategias de restauración ecológica, como la reforestación con especies nativas y la creación de corredores biológicos, que han contribuido a la recuperación de áreas degradadas y al fortalecimiento de la conectividad ecológica. Asimismo, la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA) y la implementación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) han establecido marcos de planificación para el uso sostenible del agua y la conservación del ecosistema. La colaboración interinstitucional, a través de convenios entre las corporaciones autónomas regionales y otras entidades, ha permitido la ejecución de proyectos conjuntos en áreas como el control de vertimientos, la educación ambiental y el monitoreo participativo, fortaleciendo la capacidad de gestión y la participación comunitaria en la protección del lago.

No obstante, persisten vacíos y retos que deben ser abordados para garantizar la sostenibilidad del Lago de Tota. Las debilidades técnicas y presupuestales de las entidades locales limitan la capacidad de implementar y dar seguimiento a las acciones de conservación y manejo sostenible. La descoordinación entre las corporaciones autónomas regionales y otras instituciones dificulta la articulación de esfuerzos y la implementación de políticas integrales. Además, la resistencia a la transición agroecológica por parte de algunos sectores agrícolas, debido a factores culturales y económicos, representa un obstáculo para la adopción de prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Superar estos desafíos requiere un compromiso conjunto de las autoridades, las comunidades y otros actores clave para fortalecer la gobernanza, mejorar la capacidad técnica y promover una cultura de sostenibilidad en la región.

Para enfrentar los desafíos identificados y avanzar hacia la sostenibilidad del Lago de Tota, se proponen las siguientes recomendaciones estratégicas: fortalecer la gobernanza mediante la creación de mecanismos de participación efectiva y vinculante que involucren a las

comunidades locales en la toma de decisiones y la gestión del ecosistema; consolidar un sistema de monitoreo y fiscalización robusto que permita evaluar el estado del lago y la efectividad de las acciones implementadas, facilitando la toma de decisiones informadas; promover modelos productivos sostenibles y regenerativos que integren prácticas agroecológicas, diversificación de cultivos y uso eficiente de los recursos naturales, reduciendo la presión sobre el ecosistema; y mejorar la educación ambiental y la planificación turística para fomentar una cultura de conservación y uso responsable del lago y sus recursos.

En conclusión, el Lago de Tota representa un símbolo de los retos de sostenibilidad en Colombia, donde la conservación de los ecosistemas debe ir de la mano con el desarrollo social y económico de las comunidades. La urgencia de actuar frente al cambio climático y el deterioro ecosistémico exige una intervención integral y coordinada que garantice la protección del lago y el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Solo a través de un compromiso colectivo y sostenido será posible preservar este valioso tesoro natural y asegurar su contribución al desarrollo sostenible del país.

Referencias bibliográficas.

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). Financiamiento innovador para la gestión ambiental local. Washington, D.C. <https://publications.iadb.org/es/financiamiento-innovador-para-la-gestion-ambiental-local>.
- Constitución Política de Colombia [Const.]. (1991). Artículo 80
<https://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80>
- Contraloría General de la República. (2021). Informe de auditoría: Gestión ambiental en los planes de desarrollo de Boyacá. Bogotá, Colombia.
<https://www.boyaca.gov.co/informe-final-de-seguimiento-al-plan-de-mejoramiento-auditoria-de-cumplimiento-al-plan-departamental-de-aguas-boyaca-sgp-2020-2021-de-la-empresa-de-servicios-publicos-de-boyaca-e-s-p-b/>
- Cortés, E., & Rojas, P. (2021). Problemáticas ambientales y gestión territorial en Colombia: aportes metodológicos desde el análisis espacial.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/85630?show=full>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, Pacto por la Sostenibilidad. Bogotá, Colombia.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/PND%202018022%20Tomo%20I%20para%20publicar.pdf>
- Fundación Humedales. (2023). Diagnóstico socioambiental de la cuenca del Lago de Tota. Bogotá, Colombia. <https://fundacionhumedales.org/2023/02/19/lagos-vivos-biodiversidad-y-clima/>

- Rodríguez, M. (2020). la politica ambiental del fin de siglo.
<https://manuelrodriguezbecerra.com/wp-content/uploads/2022/08/LA-POLITICA-AMBIENTAL-DEL-FIN-DE-SIGLO.pdf>.
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá. (2021). Plan de manejo ambiental del Lago de Tota 2021-2030. Tunja: Autor. <https://www.corpoboyaca.gov.co/sites/default/files/plan-de-manejo-ambiental-del-lago-de-tota-2021-2030.pdf>.
- Gobernación de Boyacá. (2019). Plan de desarrollo departamental 2019-2023. Tunja: Autor. <https://www.boyaca.gov.co/sites/default/files/plan-de-desarrollo-departamental-2019-2023.pdf>.
- IDEAM. (2022). Estudio hidrológico de la cuenca del Lago de Tota. Bogotá: Autor. https://www.ideam.gov.co/documents/10221/Estudio_hidrologico_de_la_cuenca_del_Lago_de_Tota.pdf.
- IGAC. (2020). Atlas geomorfológico de Colombia. Bogotá: Autor. https://www.igac.gov.co/Publicaciones/Atlas_Geomorfologico_de_Colombia.pdf.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Política nacional para la gestión integral de los recursos hídricos. Bogotá: Autor. <https://www.minambiente.gov.co/sites/default/files/politica-nacional-para-la-gestion-integral-de-los-recursos-hidricos.pdf>.
- Pérez, M., Rodríguez, J. & Gómez, A. (2020). "Impactos antropogénicos en ecosistemas altoandinos: El caso del Lago de Tota". Revista Colombiana de Ciencias Ambientales, 11(2), 45-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48655112006>.
- Van der Hammen, T. & Hooghiemstra, H. (2003). Interglacial-glacial cycle in the Colombian Andes. Amsterdam: University of Amsterdam Press. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444528821500010>.

- Wetzel, R. (2001). Limnology: Lake and river ecosystems (3a ed.). San Diego: Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780123969030>.
- BirdLife International. (2023). Important Bird Areas factsheet: Lago de Tota. Cambridge, UK. https://www.birdlife.org/sites/default/files/factsheets/iba_factsheet_lago_de_tota.pdf.
- Corpoboyacá. (2020). Plan de manejo pesquero del Lago de Tota. Tunja: Autor. <https://www.corpoboyaca.gov.co/sites/default/files/plan-de-manejo-pesquero-del-lago-de-tota.pdf>.
- IGAC. (2018). Estudio detallado de suelos de la cuenca del Lago de Tota. Bogotá: Autor. https://www.igac.gov.co/Publicaciones/Estudio_detallado_de_suelos_de_la_cuenca_del_Lago_de_Tota.pdf.
- IDEAM. (2022). Caracterización limnológica de cuerpos de agua altoandinos. Bogotá: Autor. https://www.ideam.gov.co/documents/10221/Caracterizacion_limnologica_de_cuerpos_de_agua_altoandinos.pdf.
- Instituto Humboldt. (2021). Biodiversidad del complejo Tota-Aquitania. Bogotá: Autor. <https://www.humboldt.org.co/sites/default/files/publicaciones/biodiversidad-del-complejo-tota-aquitania.pdf>.
- Maldonado-Ocampo, J. et al. (2012). Peces dulceacuícolas de los Andes de Colombia. Bogotá: Instituto Humboldt. <https://www.humboldt.org.co/sites/default/files/publicaciones/peces-dulceacuicolas-de-los-andes-de-colombia.pdf>.
- Secretaría Ramsar. (2017). Ficha informativa del sitio Ramsar Lago de Tota. Gland, Suiza. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/factsheets/Lago%20de%20Tota_Spanish.pdf.

- Agencia Nacional de Tierras. (2020). *Informe de gestión 2019-2020*.
<https://www.ant.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/planeacion-presupuesto-e-informes/informes-de-gestion-evaluacion-y-auditoria/informe-de-gestion>
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 41.146. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>.
- Congreso de Colombia. (2009). *Ley 1333 de 2009: Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36879>
- Corpoboyacá. (2012). *Resolución 1539 de 2012: Por la cual se establecen medidas para el uso del agua en microcuencas que abastecen el Lago de Tota*.
<https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2018/02/boletin-oficial-edicion-176-diciembre-2018.pdf>
- Corpoboyacá. (2023). *Avances en la implementación del POMCA del Lago de Tota*.
<https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/corpoboyaca-socializo-la-estrategia-participativa-en-la-formulacion-del-pomca-para-el-lago-de-tota/>
- Corpoboyacá. (2020). *Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2020–2031*.
[https://corporacion-autonoma-regional-de-chivor
Corpoboyacá.micolombiadigital.gov.co/sites/corporacion-autonoma-regional-de-chivor-Corpoboyacá/content/files/000096/4765_plan-de-gestion-ambiental-reguional-Corpoboyacá-20202031-v2.pdf](https://corporacion-autonoma-regional-de-chivor-Corpoboyacá.micolombiadigital.gov.co/sites/corporacion-autonoma-regional-de-chivor-Corpoboyacá/content/files/000096/4765_plan-de-gestion-ambiental-reguional-Corpoboyacá-20202031-v2.pdf)
- Corte Constitucional de Colombia. (2015). *Sentencia T-606 de 2015*.
<https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2015/t-606-15.htm>

- Fanny Pardo, F. (2019). *La gestión de la cuenca del Lago de Tota: análisis institucional y territorial (2012–2018)* [Tesis de maestría]. Universidad Externado de Colombia.
- IDEAM. (2021). *Boletín Hidroclimatológico del Lago de Tota*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.ideam.gov.co>.
- Instituto Humboldt. (2023). *Gobernanza ambiental en ecosistemas estratégicos: caso Lago de Tota*. <https://www.humboldt.org.co>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2019). *Lineamientos para la gestión integral de humedales*. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/politica-nacional-para-la-gestion-integral-de-la-biodiversidad-y-sus-servicios-ecosistemico>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2020). *Informe técnico sobre el estado ecológico del Lago de Tota*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/INFORME_GESTION_MINAMBIENTE_2020.pdf.
- Corpoboyacá. (2016). Informe cuenta del agua Lago Tota. Recuperado de <https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/05/Informe-cuenta-del-agua-Lago-Tota-.pdf>
- Corporación Boyacá Instituto Humboldt. (2023). Informe sobre biodiversidad y pesca en el Lago de Tota.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. (s.f.). Política de Turismo Sostenible. Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/minturismo/calidad-y-desarrollo-sostenible/politicas-del-sector-turismo/politica-de-turismo-sostenible/documento-de-politica-politica-de-turismo-sostenib.aspx>

