

**FORMULACIÓN DE LINEAMIENTOS DE SOSTENIBILIDAD URBANA COMO MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE
CAMBIO CLIMÁTICO EN EL HUMEDAL DEL TUNJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

John Jairo Chacón Rodríguez



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Maestría en Planeación y Gestión del hábitat Territorial Sostenible, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2026

**Formulación de lineamientos de sostenibilidad urbana
como medidas de mitigación de cambio climático
en el Humedal del Tunjo de la ciudad de Bogotá**

John Jairo Chacón Rodríguez

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
Magister en Planeación y Gestión del Hábitat Territorial Sostenible**

Directora de tesis: Profesora: Natalia Loaiza Cordero

Maestría en Planeación y Gestión del hábitat Territorial Sostenible, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2026

Dedicatoria

A DIOS, fuente inagotable de sabiduría, fortaleza y guía, cuyo amor y luz han iluminado cada paso de este camino, permitiéndome alcanzar una meta que, sin él, no habría sido posible.

A LAURA CHACÓN, mi amada hija, cuya presencia constante, paciencia y comprensión fueron el motor que impulsó este sueño, porque ella fue la razón de mi esfuerzo y mi mayor inspiración. Este logro también es de ella.

Agradecimientos

A la Universidad La Gran Colombia, por brindarme el espacio académico y los recursos necesarios para formarme como profesional y persona. Mi más sincero agradecimiento por su compromiso con la excelencia y la sostenibilidad.

A mi directora de tesis, Profesora Natalia Loaiza Cordero, por su invaluable orientación, su paciencia, su rigurosidad académica y su constante estímulo para superar cada desafío. Sus enseñanzas y su dedicación fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

A los docentes de la Maestría en Planeación y Gestión del Hábitat Territorial Sostenible, por compartir su conocimiento y experiencia, ampliando mi visión sobre la complejidad y la importancia de construir territorios más justos y sostenibles.

A todas las entidades y personas que, desde su quehacer, facilitaron el acceso a información y colaboraron en la comprensión de la realidad del humedal El Tunjo, especialmente a las comunidades locales que, con su compromiso, demuestran que la conservación es posible.

A todos aquellos que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de esta investigación, mis más profundos agradecimientos.

Tabla de contenido

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
PROBLEMÁTICA.....	18
ENUNCIADO	19
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
SUPUESTO DE INVESTIGACIÓN	19
JUSTIFICACIÓN	19
OBJETIVOS.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA	22
Los humedales frente al cambio climático	23
Antecedentes humedal el Tunjo.....	24
Servicios ecosistémicos del humedal el Tunjo.....	24
Marco teórico - Conceptual	26
Humedales	26
Servicios ecosistémicos.....	27
Ecosistema	28
Sostenibilidad.....	30
Sostenibilidad urbana	30

FORMULACIÓN DE LINEAMIENTOS DE SOSTENIBILIDAD URBANA COMO MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE
CAMBIO CLIMÁTICO EN EL HUMEDAL DEL TUNJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

6

Cambio climático.....	32
Marco legal y normativo	33
Marco espacio - temporal.....	36
Justificación temporal	39
Importancia de la ubicación y el crecimiento urbano	40
Relevancia para la Sostenibilidad Urbana y Cambio Climático.....	41
Estado del arte	43
Lecciones de estudios internacionales	44
Implementación de experiencias en Colombia.....	49
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	52
Enfoque y tipo de investigación.....	52
Estructura metodológica - Fases.....	53
Proceso y matriz metodológica.....	59
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	61
Servicios ecosistémicos del humedal el Tunjo, una mirada histórica, socioambiental y económica hacia la sustentabilidad urbana.....	61
Descripción de prácticas y uso del humedal El Tunjo	63
Descripción de las variables del índice IWC en el humedal El Tunjo	64
Características del desarrollo, preservación y conservación del humedal El Tunjo	67
Evolución del humedal El Tunjo (2020–2023)	67
Gestión operativa del humedal El Tunjo.....	71
Normas relacionadas con la conservación del humedal El Tunjo.....	73

FORMULACIÓN DE LINEAMIENTOS DE SOSTENIBILIDAD URBANA COMO MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE
CAMBIO CLIMÁTICO EN EL HUMEDAL DEL TUNJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ 7

Propuesta de lineamientos de sostenibilidad urbana para el humedal El Tunjo	78
Lineamientos del componente hídrico (agua)	79
Lineamientos del componente suelo.....	80
Lineamientos del componente aire y clima	81
Lineamientos del componente biótico (biodiversidad)	82
Lineamientos de gobernanza, participación y articulación territorial.....	83
Síntesis de la propuesta	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	97
Anexo A. Matriz de análisis documental.....	97
Anexo B. Matriz de evaluación normativa del humedal El Tunjo.....	97

Lista de Figuras

Figura 1. Localización general del sitio Ramsar para complejo de humedales de Bogotá D.C.	37
Figura 2. Localización general de la cuenca del río Tunjuelo	38
Figura 3. Localización del parque ecológico distrital de humedal Tunjo.....	39
Figura 4. Localización espejos de agua del humedal el Tunjo - PEDH Tunjo	41
Figura 5. Localización del polígono de estudio, para el humedal el Tunjo.....	43
Figura 6. Relación del humedal El Tunjo con su entorno urbano y territorial	62
Figura 7. Localización satelital del humedal el Tunjo	77
Figura 8. Estructura de los lineamientos de sostenibilidad urbana propuestos para el humedal El Tunjo	79

Lista de Tablas

Tabla 1. Normatividad humedales.....	33
Tabla 2. Escala de valoración cualitativa del estado de un humedal según el IWC	57
Tabla 3. Interpretación cualitativa del puntaje total del Índice de Condición de Humedales (IWC)	57
Tabla 4. Matriz metodológica	60
Tabla 5. Prácticas y usos identificados en el humedal El Tunjo.....	63
Tabla 6. Cálculo de la ponderación del índice IWC.....	66
Tabla 7. Evolución de las problemáticas y actividades evidenciadas en el humedal El Tunjo (2020–2023).....	68
Tabla 8. Educación, comunicación y participación para la construcción del territorio.....	73
Tabla 9. Resolución SDA 3561 de 2019 y su importancia para el Humedal El Tunjo	74
Tabla 10. Verificación de acciones asociadas al Plan de Manejo Ambiental del humedal El Tunjo	75

Glosario

- **Adaptación al cambio climático:** conjunto de acciones y medidas orientadas a enfrentar los efectos actuales o previstos del cambio climático, reduciendo la vulnerabilidad de los ecosistemas y las comunidades (Bergkamp y Orlando, 1999).
- **Biodiversidad:** variedad de especies vivas que habitan en un ecosistema, así como las relaciones que se establecen entre ellas (Secretaría General de la Organización de las Naciones Unidas, 1993).
- **Cambio climático:** alteración prolongada de las condiciones climáticas del planeta, asociada en gran parte a actividades humanas que aumentan la emisión de gases de efecto invernadero.
- **Conectividad ecológica:** relación funcional entre ecosistemas o áreas naturales que permite el desplazamiento de especies y el mantenimiento de procesos ecológicos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020b).
- **Ecosistema estratégico:** área natural de especial importancia por los beneficios ambientales que ofrece y por su papel en el equilibrio ecológico del territorio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2001).
- **Estructura ecológica:** conjunto de elementos naturales que sostienen los procesos ambientales esenciales de un territorio, como humedales, ríos, cerros y corredores ecológicos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020b).
- **Gobernanza ambiental:** participación y coordinación entre instituciones, comunidad y otros actores para la toma de decisiones relacionadas con la protección y manejo del ambiente.

- **Humedal:** ecosistema donde el agua es el factor principal que determina las características del suelo, la vegetación y la fauna (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2016).
- **Índice de Condición de Humedales (IWC):** instrumento de evaluación que permite determinar el estado ecológico de un humedal a partir de indicadores ambientales (Department of Environment, Land, Water and Planning, 2022).
- **Instrumentos de planeación:** herramientas técnicas, normativas y administrativas utilizadas para orientar el uso del territorio y la gestión urbana y ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2017).
- **Mitigación:** acciones encaminadas a disminuir las causas o impactos negativos del cambio climático y del deterioro ambiental (Bergkamp y Orlando, 1999).
- **Normativa:** conjunto de normas, leyes, decretos y disposiciones que regulan una materia específica.
- **Ocupación inadecuada del suelo:** uso del territorio sin tener en cuenta su vocación ambiental, ecológica o urbana, generando afectaciones sobre los ecosistemas.
- **Ordenamiento territorial:** proceso mediante el cual se organiza el uso y la ocupación del territorio para lograr un desarrollo equilibrado y sostenible (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004).
- **Presiones antrópicas:** impactos o alteraciones causadas por las actividades humanas sobre los ecosistemas naturales.

- **Regulación hídrica:** función de algunos ecosistemas que consiste en almacenar, filtrar y distribuir el agua, ayudando a prevenir inundaciones y mantener el equilibrio hídrico (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.a).
- **Resiliencia climática:** capacidad de un ecosistema o comunidad para resistir, adaptarse y recuperarse frente a los efectos del cambio climático (Narváez-Tafur, 2015).
- **Restauración ecológica:** proceso orientado a recuperar las condiciones, funciones y equilibrio de un ecosistema que ha sido degradado (Consortio J.A., 2017).
- **Servicios ecosistémicos:** beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, como agua, regulación del clima, conservación de especies y espacios para la educación ambiental (Junta Directiva de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).
- **Sostenibilidad urbana:** modelo de desarrollo de la ciudad que busca equilibrar crecimiento urbano, protección ambiental y bienestar social (Aguilera, 2021)

Resumen

La presente investigación analiza el humedal El Tunjo, ubicado en el sur de Bogotá, como un ecosistema estratégico para la sostenibilidad urbana y la mitigación de los efectos del cambio climático. El estudio parte del problema generado por la urbanización, la ocupación inadecuada del suelo, la contaminación hídrica y otras presiones antrópicas que han deteriorado su estructura ecológica y reducido los servicios ecosistémicos que presta a la ciudad y a las comunidades aledañas. En este contexto, el objetivo general fue formular lineamientos de sostenibilidad urbana orientados a su conservación y articulación con los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial. Metodológicamente, se desarrolló un estudio de caso con enfoque descriptivo, apoyado en revisión documental y normativa, análisis histórico y cartográfico, matrices de valoración ambiental e interpretación del Índice de Condición de Humedales (IWC). Los resultados evidenciaron que el humedal presta servicios ecosistémicos relevantes en términos de regulación hídrica, conservación de biodiversidad, conectividad ecológica, educación ambiental y resiliencia climática. Asimismo, se identificaron avances normativos y de gestión, aunque persisten brechas en su implementación y presiones ambientales que afectan su integridad. El diagnóstico permitió clasificar su condición ecológica como moderada, lo que indica potencial de recuperación. En conclusión, el humedal El Tunjo constituye un elemento clave para la sostenibilidad urbana de Bogotá, por lo que se requieren lineamientos integrales de restauración, monitoreo, gobernanza y participación comunitaria para fortalecer su conservación y su aporte frente al cambio climático.

Palabras clave: *Servicios ecosistémicos, Ecosistema, Sostenibilidad urbana, Cambio climático y humedales.*

Abstract

This research analyzes El Tunjo Wetland, located in southern Bogotá, as a strategic ecosystem for urban sustainability and the mitigation of climate change effects. The study is based on the problems caused by urbanization, inappropriate land use, water pollution, and other anthropogenic pressures that have deteriorated its ecological structure and reduced the ecosystem services it provides to the city and surrounding communities. In this context, the main objective was to formulate urban sustainability guidelines aimed at its conservation and its integration into land-use planning and territorial management instruments. Methodologically, a descriptive case study was conducted, supported by documentary and regulatory review, historical and cartographic analysis, environmental assessment matrices, and interpretation of the Wetland Condition Index (IWC). The results showed that the wetland provides relevant ecosystem services in terms of water regulation, biodiversity conservation, ecological connectivity, environmental education, and climate resilience. Likewise, regulatory and management progress was identified, although implementation gaps and environmental pressures that affect its integrity still persist. The diagnosis made it possible to classify its ecological condition as moderate, which indicates recovery potential. In conclusion, El Tunjo Wetland is a key element for Bogotá's urban sustainability; therefore, comprehensive guidelines on restoration, monitoring, governance, and community participation are required to strengthen its conservation and its contribution to climate change mitigation.

Keywords: *Ecosystem services, ecosystem, urban sustainability, climate change, and wetlands.*

Introducción

Los humedales son de los ecosistemas más diversos con los que cuenta la humanidad, dada su amplia gama de servicios ecosistémicos que proveen y de la importancia que tienen en cuanto a la mitigación y adaptación al cambio climático; sin embargo, se han visto afectados en diferentes escalas, tanto al interior como en su periferia, por las presiones exógenas ejercidas en el territorio.

Los ecosistemas de humedales son áreas continentales donde se acumula el agua debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas, circunstancias que dan origen a ecosistemas con un suelo y una biota característicos asociados a las dinámicas del agua (Andrade et al., 2018).

Los humedales son vitales para la supervivencia humana; son uno de los entornos más productivos del mundo, y son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. (Portal Ramsar, s.f., párr. 1)

La contaminación de sus aguas y la deforestación de sus márgenes naturales, han generado la disminución de su biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que son esenciales para el bienestar de la humanidad y para aminorar los efectos del cambio climático.

En Colombia, el 26% del territorio nacional corresponde a humedales (Escobar, 2018), aproximadamente 34 millones de hectáreas. Según el Instituto Alexander Von Humboldt, el país cuenta con registros de 48.473 humedales y territorios anfibios, su mayoría distribuidos en la extensa Orinoquia y en el área de la cuenca Magdalena-Cauca (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021). El total de hectáreas de humedales Ramsar en Colombia es de 1'871.802 hectáreas.

Colombia tiene actualmente 12 sitios designados como humedales de importancia internacional, es decir, sitios Ramsar, en donde se encuentra el complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá designado en el año 2018 con un total de 667 hectáreas; este complejo está conformado por 11 Parques Ecológicos Distritales de Humedal (PEDH), integrado por: Tibanica, la Vaca Norte, El Burro, El Tunjo, Capellanía, Santa María del Lago, Córdoba, Jaboque, Juan Amarillo, La Conejera, Torca-Guaymaral (Servicio de Información sobre Sitios Ramsar, 2019).

Es preciso indicar que, Colombia ocupa el puesto número 84 entre los países vulnerables al cambio climático, según el índice de países de la Iniciativa de Adaptación Global (ND-GAIN) de la Universidad de Notre Dame; "se esperaría que la magnitud de los cambios de la temperatura media para Colombia manifieste un aumento de aproximadamente de 1,0°C a 3,5°C entre 2071-2100" (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021, párr. 3).

Para el caso de la ciudad de Bogotá, y según la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), la importancia de los humedales como sistema ecosistémico, radica en que "son ecosistemas que contienen cuerpos de agua vitales para la regulación climática" (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.a, párr. 2), entre otros aspectos y, forman parte de la estructura ecológica principal de Bogotá y contribuyen a la conectividad ecológica de la Capital.

De acuerdo con la SDA y la fundación Humedales Bogotá, se tienen referenciados 28 humedales, de los cuales, 15 de ellos se encuentran reconocidos y declarados, entre ellos se encuentra el Parque Ecológico Distrital el Tunjo que hace parte de la ronda del Río Tunjuelo, este parque es un complejo de humedales se encuentra ubicado en la zona meándrica de la cuenca baja del río Tunjuelo, e incluye seis espejos de agua permanentes entre los que se encuentran La libélula o luciérnaga, La Mosca y El Colibrí. El humedal el Tunjo fue declarado Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) por medio del Acuerdo Distrital 577 de 2014, para su incorporación en la Estructura Ecológica Principal de Bogotá.

Este complejo de Humedales el Tunjo es también reconocido por la comunidad como el humedal La Libélula, humedal Uvaguaya, y se encuentra ubicado al sur de la capital, compartiendo las localidades de Ciudad Bolívar y de Tunjuelito y comprende una zona de manejo y preservación natural de aproximadamente 33 hectáreas

Así mismo, esta Reserva Distrital de Humedal (RDH) El Tunjo, cuenta con la máxima certificación ambiental a nivel mundial RAMSAR, como resultado del trabajo que se viene adelantando para la conservación de la biodiversidad en estos espacios considerados áreas protegidas del Distrito, que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. Este humedal fue declarado Reserva Distrital de Humedal mediante el artículo 55 del Decreto 555 de 2021 dentro del Plan de Ordenamiento Territorial donde también se establece el régimen de usos para este ecosistema (Secretaría Distrital de Ambiente, s.f.b).

Teniendo en cuenta lo anterior, la preservación del humedal el Tunjo es de vital importancia para el bienestar humano y para un desarrollo sostenible, debido a que ofrece una alta gama de servicios ecosistémicos, como la regulación y almacenamiento de las aguas lluvias que sirve para amortiguar el riesgo de inundaciones, la conservación de la biodiversidad al proporcionar hábitat para una gran cantidad de especies de plantas y animales, almacenamiento de dióxido de carbono y otros gases efecto invernaderos, lo cual es fundamental para mitigar el cambio climático.

En ese sentido, esta investigación se estructuro a partir del análisis de los beneficios en términos ecosistémicos de los humedales a nivel mundial; continuando con la caracterización y descripción de los humedales en Colombia y, específicamente en la ciudad de Bogotá como parte fundamental para la mitigación del cambio climático.

Problemática

Los ecosistemas de humedales, se han visto afectados históricamente por la ocupación ilegal del suelo circundante y por el mal uso del mismo; en la mayoría de los casos, son usados como sitios de acopio de escombros, de residuos y de vertimientos de aguas residuales, generando impactos sociales y ambientales negativos; esta afectación ha conllevado a la pérdida significativa de estos ecosistemas de gran importancia para la ciudad; por ende, se disminuye de forma gradual la oferta de servicios ecosistémicos de los humedales.

En Bogotá y, para el caso del río Tunjuelo como fuente principal de agua para el humedal el Tunjo, se ha visto afectado por las presiones exógenas en términos sociales por los asentamientos humanos a lo largo de la ronda hídrica, ambientales por el vertimiento constante de aguas contaminadas de las curtiembres del sector de San Benito y de los residuos contaminantes del relleno sanitario; así mismo y no menos importante en términos económicos por la degradación y olvido del sector. Esta problemática también es a nivel de ciudad, debido a que el río Tunjuelo vierte sus aguas al río Bogotá.

Lo anterior, trae consigo impactos ambientales negativos como son el deterioro continuo del paisaje natural y la pérdida de los servicios ecosistémicos del humedal el Tunjo; que contribuyen al ciclo vital de la tierra en términos ambientales.

La afectación de los servicios ecosistémicos del humedal repercute de forma negativa a la población aledaña, la biodiversidad del sector y para la estabilización a nivel climático del planeta.

Enunciado

Las presiones exógenas en términos sociales, económicos y ambientales a las que está expuesto el humedal el Tunjo, afecta sus características naturales, ocasionando el cambio y degradación de su paisaje natural, no solo afectando su estructura ecológica, sino también los servicios ecosistémicos que brinda a las comunidades locales y al planeta.

Pregunta de investigación

¿Qué lineamientos de sostenibilidad urbana se deben formular para aprovechar los servicios ecosistémicos que ofrece el humedal el Tunjo, a partir de su conservación y a su vez, contribuir a mitigar los efectos negativos del cambio climático?

Supuesto de investigación

Se parte del supuesto de que la articulación entre la conservación de los servicios ecosistémicos del humedal El Tunjo, la gestión ambiental y los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial puede fortalecer su sostenibilidad urbana y su capacidad para contribuir a la mitigación y adaptación frente a los efectos del cambio climático.

Justificación

Es necesario que la humanidad se comprometa a proteger el hábitat natural para que se preserve la biodiversidad, para así poder mitigar los efectos del cambio climático; en cuanto a la gestión de los ecosistemas (Terrado et al., 2016).

El humedal Tunjo es uno de los pocos sitios de conectividad ecológica presentes en el sur de la ciudad, por lo que su restauración y conservación se considera prioritario (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020a)

Este es un ecosistema de gran valor ambiental y cultural, el cual está compuesto por una fuente de agua permanente (Rio Tunjuelo) y estacional (Complejos lagunares); por lo cual, la multiplicidad de servicios ecosistémicos proporcionados por el humedal el Tunjo y, principalmente los asociados al control de las inundaciones y a contrarrestar el cambio climático, demostrando su gran valor.

Dada su importancia, es necesario evitar las presiones sobre el humedal, para así evitar impactos ambientales negativos; y así preservar este ecosistema como un recurso invaluable para las generaciones futuras; aprovechando los servicios ecosistémicos que ofrece el humedal, se puede tener un área ambientalmente sostenible que funcione como elemento mediador entre lo ambiental y lo urbano.

Las acciones hacia la conservación del humedal el Tunjo, deben tener en cuenta los valores culturales, sociales e históricos, asociados a este ecosistema; igualmente, y dadas las condiciones climáticas severas que ha llevado al planeta a un calentamiento global, se requiere de lineamientos efectivos que prioricen la estabilidad ambiental, encaminadas hacia la sostenibilidad.

Objetivos

Objetivo General

Formular lineamientos de sostenibilidad urbana para el humedal el tunjo, con el propósito de mitigar los impactos ambientales negativos asociados con el cambio climático y, propender a su articulación con los instrumentos de planeación, gestión y ordenamiento territorial.

Objetivos Específicos

- Identificar y valorar los servicios ecosistémicos que proporciona el humedal el tunjo y los aspectos ambientales, sociales y económicos del sector, a través del desarrollo histórico del territorio.
- Verificar el cumplimiento del marco normativo y la implementación de los diferentes planes y/o programas ambientales del humedal el Tunjo, con el fin de corroborar su adopción, en cuanto a la preservación y conservación del humedal y su relación con el ordenamiento territorial.
- Proponer lineamientos de sostenibilidad urbana para el humedal el Tunjo, que puedan ser incluidos dentro de las determinantes ambientales, para la planificación y gestión del territorio y, que contribuyan a contrarrestar los efectos del cambio climático.

CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA

La importancia de los humedales se protocolizó en el año 1971, en la convención Ramsar, celebrada en ciudad iraní de Ramsar; esta convención tuvo como eje principal la importancia de los humedales a nivel internacional.

Esta convención dejó establecido en el documento, aspectos importantes como que los humedales cumplen funciones ecológicas primordiales, regulando el régimen hidrológico y de hábitat, igualmente que constituyen un recurso de mucho valor en términos económicos, culturales, científicos y recreativos, que serían irreparables al afectarse. Entre otros aspectos, se establece que es necesario impedir las presiones exógenas y así evitar la pérdida de los ecosistemas de humedales; entre otros aspectos (Oficina de Normas Internacionales y Asuntos Legales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1971).

En concordancia con lo anterior, el 1 al 9 de junio de 2015, en Punta del Este – Uruguay, se realizó la conferencia (Convención de Ramsar, 2015), en la cual se reiteró lo estipulado en la convención Ramsar, indicando que “la conservación y el uso racional de todos los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (p. 1).

Según la Organización Meteorológica Mundial, en el informe sobre el estado del clima global 2022, afirman que la temperatura del planeta fue de 1,15 °C superior a los niveles de la época preindustrial (1850-1900); y ubican al 2022 como el quinto o sexto año más cálido entre los años 1850 a 2022 (Organización Meteorológica Mundial, s.f.).

En otras palabras, el fenómeno del cambio climático es el problema más relevante que afronta el planeta en términos ambientales; lo cual implica la implementación de medidas de mitigación y

adaptación y propender a la preservación de los humedales, como ecosistemas esenciales para contrarrestar el fenómeno del cambio climático.

Los humedales frente al cambio climático

Los ecosistemas de humedales son parte fundamental para el bienestar humano, el crecimiento económico y, sobre todo para la mitigación y adaptación al cambio climático al mantener la biodiversidad; todo a partir de sus servicios ecosistémicos (Convención de Ramsar sobre los Humedales, 2018).

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos y ecológicamente diversos de la tierra; estos aportan una amplia variedad de servicios ecosistémicos esenciales para la vida humana y de regulación climática; estos junto con las turberas, representan importantes depósitos de carbono, por lo cual, estos ecosistemas hacen una contribución apreciable para elaborar LINEAMIENTOS de mitigación ante el cambio climático (Bergkamp y Orlando, 1999).

Así mismo, sirven como fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero; debido a que cubren del 8 al 10% de la superficie terrestre del mundo, conteniendo entre el 10 y el 20% del carbón que se genera a nivel mundial, desempeñando una función importante en el ciclo global del carbono (Sahagian y Melack, 1998). Los humedales son uno de los ecosistemas que más CO₂ absorbe; en ese sentido, son los ecosistemas más efectivos a la hora de combatir los gases de efecto invernadero (Sánchez, 2021).

Es en este sentido, y de acuerdo con lo establecido en la Política Nacional para humedales interiores de Colombia.

Colombia garantiza la sostenibilidad de sus recursos hídricos mediante el uso racional y la conservación de los humedales interiores, como ecosistemas estratégicos dentro del ciclo hidrológico,

que soportan las actividades económicas, sociales, ambientales y culturales, con la participación coordinada, articulada y responsable del gobierno, los sectores no gubernamentales, las comunidades indígenas y negras, el sector privado y la academia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2001, p. 7)

Antecedentes humedal el Tunjo

En el año 2015 se adjudicó la contratación para la formulación del PMA del Humedal el Tunjo, bajo el contrato de consultoría No. 1430 al Consorcio J.A.; en este PMA, se dejaron establecidos los “objetivos y objetos de conservación ambiental del parque ecológico distrital humedal (PEDH) TUNJO”; donde se evaluaron los servicios ecosistémicos y potencialidades con las que cuenta el humedal.

Dentro del objetivo general de este PMA, se buscó establecer los lineamientos y parámetros con el propósito de recuperar y proteger el PEDH Tunjo, mediante la restauración ecológica, con el fin de mejorar los servicios ambientales (Consorcio J.A., 2017).

Se busca fomentar la recuperación y conservación de los seis espejos de agua, consolidar el PEDH Tunjo como un corredor ecológico de conservación, la restauración ecológica, la protección de su diversidad biológica y de los recursos paisajísticos; y algo también muy importante es que se busca la disminución de las presiones exógenas que lo afectan, es decir, la contaminación de sus aguas y áreas aledañas y la deforestación de sus zonas verdes. (Consorcio J.A., 2017, p. 23)

Servicios ecosistémicos del humedal el Tunjo

Los ecosistemas son denominados capital natural, y se representan por los flujos de energía que tienen la capacidad de proveer bienes y servicios producidos por la naturaleza a través del tiempo, mediante procesos de interacción y el mantenimiento de sus funciones que determinan la capacidad de

resiliencia ecológica de los ecosistemas, los cuales son útiles para la sustentabilidad humana y que a su vez pueden ser valorados en términos económicos, ambientales y sociales (Costanza y Daly, 1992).

De acuerdo con el PMA del humedal el Tunjo, se establece que los servicios ecosistémicos prestados por el humedal el Tunjo son:

- Biodiversidad de vegetación, dado que se encuentran 70 especies de plantas terrestres distribuidas en 37 familias generando más cobertura vegetal, favoreciendo la conformación de corredores ecológicos, consolidando aún más la estructura ecológica principal de Bogotá.
- Biodiversidad de fauna en cuanto a reptiles y 41 especies de aves, de las cuales 20 son migratorias, quienes aportan a los servicios ecosistémicos para la polinización, depredación de plagas y dispersión de semillas. La migración de estas aves, indica que el humedal aún tiene bondades para el ciclo vital y proceso ecológico.
- Filtración de CO₂, de acuerdo con la cobertura vegetal presente en el humedal, un estudio de captación, estimo que la zona puede capturar alrededor de 0,11 toneladas de CO₂; se estima que, en el sector aledaño del humedal hay aproximadamente 19.538 árboles, que es el 75% del arbolado de la localidad de Tunjuelito, abarcando 226, 87 Ha con una densidad de 95,1 árboles por ha. (Consortio J.A., 2017).

En referencia a lo anterior, los servicios ecosistémicos que aporta el humedal el Tunjo, contribuyen a obtener un territorio sostenible, impulsando el ecoturismo y la educación ambiental, preservando y mejorando de las áreas verdes esenciales para la salud física y mental, construyendo apropiación social, conservando los recursos naturales y mejorando los procesos de gobernanza y de ordenación del territorio.

Marco teórico - Conceptual

Para el presente trabajo de maestría, es propicio describir y entender teóricamente, los conceptos que soportan los planteamientos establecidos en la estructura de esta investigación.

Humedales

Son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2016, p. 2)

Los humedales son vitales para la supervivencia humana. Son uno de los entornos más productivos del mundo, y son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de las que innumerables especies vegetales y animales dependen para subsistir. (Portal Ramsar, s.f., párr. 1)

También se indica que “No son charcos y mucho menos pocetas de aguas negras. Los humedales son ecosistemas que, debido a sus condiciones geomorfológicas e hidrológicas, permiten la acumulación del líquido vital de una forma temporal o permanente. En pocas palabras, son esponjas o reservorios hídricos (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021).

Igualmente, y de acuerdo con la 15ª Conferencia internacional sobre lagos y humedales realizada en la ciudad de Valencia – España en el año 2019, “los humedales son las arterias y las venas del paisaje. Aunque solo cubren un pequeño porcentaje de la superficie de la Tierra, son fuente de salud y riqueza” (Fundación Global Nature, 2022, p. 25).

Estos ecosistemas únicos ocupan poco espacio, pero desempeñan un papel importante como hábitat de la fauna y nos protegen de las inundaciones y la contaminación (Rodríguez, 2023). Como se

puede apreciar anteriormente, el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que ofrecen los humedales, son fundamentales para garantizar la sostenibilidad ambiental, social y económica de los territorios; de ahí la importancia de la preservación y conservación del humedal el Tunjo.

Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar alimentos nutritivos y agua limpia; al regular las enfermedades y el clima; al apoyar la polinización de los cultivos y la formación de suelos, y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales. (Márquez, 2019, p. 1)

Adicional a lo anterior y, de acuerdo con, los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (Junta Directiva de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). En este marco, existe una fuerte relación entre el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas para proveer tales servicios y el bienestar de la humanidad.

La valoración es una medida de la capacidad de los ecosistemas para satisfacer necesidades esenciales a la vida. Se puede valorar el ecosistema desde distintas perspectivas: una basada en el ser humano y el valor que este le asigna a los bienes y servicios del ecosistema, y la otra basada en las características propias de cada ecosistema. (Bustamante y Ochoa, 2014, p. 28)

Los Servicios Ecosistémicos se derivan de las características ecológicas, funciones y procesos de los ecosistemas presentes en un área territorial habitada que contribuyen de manera directa o indirecta al bienestar humano (Costanza et al., 1997).

Son todas aquellas contribuciones directas e indirectas que hacen los ecosistemas al bienestar humano, esto se ve representado en elementos o funciones derivadas de los ecosistemas que son percibidas, capitalizadas y disfrutadas por el ser humano como beneficios que incrementan su calidad de

vida. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2023, p. 4)

Los servicios ecosistémicos contribuyen a generar bienestar al ser humano, de ahí la importancia de preservar y mantener las bondades ambientales y ecosistémicas del humedal el Tunjo.

Ecosistema

Una primera definición del concepto fue por Tansley (1935), como un complejo de organismos junto con los factores físicos de su medio ambiente, como parte fundamental de la naturaleza y que se presenta en un territorio en particular y, para el caso del humedal el Tunjo es un ecosistema biodiverso.

“Un ecosistema es un sistema que está formado por un conjunto de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan, es decir, una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat” (Fundación Aquae, 2021, párr. 1).

“El ecosistema se refiere a los seres vivos y a los elementos no vivos que habitan una zona determinada y a las interacciones biológicas, químicas y físicas que se producen entre ellos” (National Geographic, 2022, párr. 4).

La ciudad también puede comprenderse como un sistema en el que interactúan componentes ambientales, sociales y urbanos. Desde esta perspectiva, los procesos de crecimiento y transformación de la ciudad tienen efectos sobre el uso de los recursos naturales y sobre los ecosistemas que hacen parte de su estructura territorial. Esta relación permite entender la importancia de integrar los elementos naturales dentro de la gestión y la planificación urbana.

Posteriormente y de acuerdo con Brugmann (1992) y Tjallingii (1995), la ciudad debe ser considerada como un ecosistema, debido a que se manejan diferentes conceptos ecológicos para así

poder comprender los problemas de la sostenibilidad urbana y buscar soluciones para ellos, basado en tres líneas argumentales:

- Las ciudades son ecosistemas físicos, similares a los humedales y los bosques, en donde lo más importante es la gestión del medio ambiente urbano.
- Se debe aplicar metafóricamente los conceptos de ecología física a los aspectos sociales de las ciudades, como si se considerara cada ciudad un ecosistema social.
- Propone que los procesos continuos de cambio y desarrollo de las ciudades, deben ser considerados como sistemas complejos a los que pueden aplicarse los conceptos de la teoría de sistemas.

Lo anterior implica el tomar decisiones claras y concretas en cuanto a la gestión ambiental urbana y, en relación con los humedales urbanos como ecosistemas fundamentales para la preservación y mejoramiento de las condiciones ambientales de las ciudades, es importante unir elementos de orden social y ambiental, en relación con el medio físico y el bienestar de todos los seres vivos.

El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022, párr. 1)

El ecosistema del humedal el Tunjo, integra a todos los componentes naturales (agua, flora y fauna), los cuales pueden contribuir a la sostenibilidad del territorio y brindan equilibrio a su biodiversidad.

Sostenibilidad

En 1987, la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas definió la sostenibilidad como lo que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987).

Así mismo, en el año 2015 la ONU desarrollo y aprobó la Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible con el propósito de los países puedan mejorar la vida de todos, sin cabida a la exclusión (Organización de las Naciones Unidas [ONU], s.f.).

Esta Agenda enumera 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades, entre otros (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2019).

Es por esto, que el principal objetivo del presente trabajo de grado, es la formulación de lineamientos de sostenibilidad urbana; para así, mitigar los impactos ambientales del cambio climático.

Sostenibilidad urbana

Como primera medida es pertinente indicar que la sostenibilidad urbana, tuvo sus inicios por el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos - Hábitat I, realizado en la ciudad de Vancouver del 31 de mayo al 11 de junio de 1976; lo cual continuo con las conferencias Hábitat II en el año 1996 en Estambul, Turquía y Hábitat III en la Conferencia sobre vivienda y desarrollo urbano sostenible que se realizó en Quito, Ecuador, en 2016.

La sostenibilidad urbana es uno de los temas más trascendentes y relevantes en la actualidad, debido a que se presenta como la posibilidad de tener un desarrollo sistémico en tres dimensiones

como la ambiental, económica y social, contribuyendo a solucionar la desigualdad social y la degradación ecológica (Aguilera, 2021).

Así mismo, la sostenibilidad urbana articula de varias formas y prácticas funcionales en un mismo cuerpo teórico las ideas de la economía y de la ecología, con el fin de promover políticas públicas urbanas bajo la premisa de que la normalización de la producción de la ciudad devendría en un urbanismo sostenible (National Science Foundation, 2000).

Este planteamiento se relaciona con la formulación y gestión de lineamientos que puedan aplicarse al territorio para reducir los efectos negativos del cambio climático y favorecer condiciones ambientales más sostenibles.

Para una verdadera sostenibilidad urbana, el ordenamiento ecológico debe incorporar en su análisis la gestión del riesgo y del recurso hídrico, al igual que la adaptación al cambio climático para aumentar la resiliencia territorial, a partir del fortalecimiento de sus ecosistemas como elementos estructurantes que posibilitan la adaptación. (Narváez-Tafur, 2015, p. 12)

Ahora bien, López (2020) agrega que el planteamiento teórico de la sostenibilidad urbana es claro en cuanto a que nos brinda una visión más amplia de la problemática que acogen las ciudades en la actualidad, para así aportar alternativas de solución para poder tener lineamientos de mitigación en contra del cambio climático. Así como generar por la vía institucional, educativa y moral, una mentalidad y una sensibilidad social para pensar a la naturaleza como un valor en sí mismo (Lezama y Domínguez, 2006).

Igualmente, la sostenibilidad urbana está directamente ligada con el desarrollo urbano sostenible, debido a que existe un propósito en común que es la de planificar espacios urbanos que satisfagan las necesidades de las personas, sin comprometer a las generaciones futuras (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987).

Partiendo de lo anterior, se crea una relación directa, la cual busca que el desarrollo de un medio urbano no degrade el entorno y disminuya el impacto en el mismo, equilibrando las necesidades ambientales, sociales y ecológicas (Cerma & Arriaxa, 2019); por lo cual se debe propender a la articulación con los instrumentos de planeación, gestión y ordenamiento territorial.

El análisis del concepto de sustentabilidad y específicamente el concepto de sustentabilidad urbana, plantea nuevos retos para el desarrollo de la ciudad Latinoamericana. Aunque el concepto de sustentabilidad es universal, para poder aplicarlo en cada realidad urbana es necesario ajustarlo a los estándares posibles de acuerdo con la cultura y tradiciones, de un asentamiento en un tiempo determinado. (López, 2020, p. 186)

A pesar de que el humedal el Tunjo se encuentra amenazado por las condiciones territoriales al largo de los años, así como por el cambio climático, este humedal también hace parte de la solución, en la medida que ofrece variedad de servicios ecosistémicos en calidad y cantidad, para el desarrollo y mejora de las condiciones ambientales del sector, aportando a la sostenibilidad y resiliencia urbana.

Por las bondades no solo ambientales sino también sociales y económicas, el humedal el tunjo es el punto de partida para la sostenibilidad urbana del territorio, el cual se puede construir con base al sentido de pertenencia del lugar y de la cultura de la ayuda hacia planeta, como nuestro hogar.

Cambio climático

El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos, estos cambios pueden ser naturales, por ejemplo, a través de las variaciones del ciclo solar. Pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas (ONU, s.f.).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, comparte la misma apreciación, pero aparte de la quema de combustibles fósiles, agrega unas variables adicionales como la pérdida de bosques y otras actividades producidas en el ámbito industrial, agrícola y transporte, entre otros, trayendo como consecuencia la retención del calor del sol en la atmósfera, a lo cual se le denomina conocida "efecto de invernadero". Entre los gases que producen dicho efecto se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano (CEPAL, s.f).

Los efectos negativos del cambio climático, son de preocupación global, debido a las recurrentes mal llamadas catástrofes naturales, debido a que la realidad es otra, y como lo afirma el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), el cambio climático es “cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas” (Blog Seguros Bolívar, 2025, párr. 5).

Marco legal y normativo

Se relaciona la normatividad de protección y/o salvaguarda de los humedales, la cual está dividida en legislación internacional, legislación nacional, normatividad constitucional, leyes y decretos.

Para esta normatividad, se toma como guía la información encontrada en el Plan de manejo ambiental del sitio Ramsar complejo de humedales urbanos del Distrito Capital de Bogotá del año 2023.

Tabla 1. Normatividad humedales

Nivel	Norma	Descripción
Internacional	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas – Ramsar (1971).	Convenio internacional que busca la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo
	Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CBD) – Naciones Unidas (1992).	Tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos
	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1994).	Convenio internacional que tiene como objetivo lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

	Resoluciones VIII 14 Convención Ramsar.	8	Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales.
Nacional	Constitución Política de Colombia 1991.		Artículos de mayor relevancia: Art. 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación. Art. 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Art. 80 El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
	Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia y por medio de la Resolución 1128 de 2006		Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución 196 de 2006 (1 de febrero)
	Decreto - Ley 2811 de 1974.		Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
	Decreto 1449 de 1977.		Reglamenta las normas relacionadas con conservación de los recursos naturales renovables, conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, definidos en la Ley 135 de 1961 y el Decreto 2811 de 1974.
	Decreto 1541 de 1978.		Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua. Define las aguas, lagos, lagunas, ciénagas y pantanos son bienes de uso público.
	Ley 165 de 1994 - Congreso de Colombia.		Colombia ratifica el "Convenio Sobre la Diversidad Biológica", a través de la Política Nacional de Biodiversidad.
	Ley 357 de 1997 - Congreso de Colombia.		Por medio de la cual se aprueba la "Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas", suscrita en Ramsar. 02 de febrero 1971.
	Ley 388 de 1997 - Congreso de Colombia.		Tiene como objetivo armonizar y actualizar las disposiciones de la Ley 9 de 1989 con la Constitución Política de Colombia, la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, la Ley Orgánica de Áreas Metropolitanas y la Ley por la que se crea el Sistema Nacional Ambiental. Señala la existencia de condiciones en el ordenamiento territorial que se establecen como determinantes de este.
	Radicado 0253-01 AP de 2001 – Fallo del Consejo de Estado.		Establece que la función de la preservación y restauración de la biodiversidad y los recursos hídricos prevalece sobre la función recreativa de los humedales.
	Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia – 2002.		Su objetivo es propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del país.
	Sentencia T 666 de 2002 de la Corte Constitucional.		Establece el deber de las entidades de protección de los humedales como áreas de especial importancia ecológica.
	Resolución 157 de 2004 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).		Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).
	Resolución 196 de 2006 – MAVDT.		Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

	Resolución 1128 de 2006 – MAVDT.	Ajusta las competencias relativas a la adopción de los planes de manejo.
	Decreto 2372 de 2010 – MAVDT.	Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010).	Tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.
	Sentencia del Río Bogotá – 2014.	Decisión 4.27. Ordena al D.C. y a la CAR a: - Identificar, inventariar y delimitar todos y cada uno de los humedales y zonas de amortiguación de crecientes en su respectiva jurisdicción. - Adoptar las medidas necesarias para el restablecimiento de su estructura y función como ecosistemas. - Propender por su aprovechamiento y uso sostenible.
	Decreto 1076 de 2015 MADS.	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
	Política Nacional de Cambio Climático 2017.	Promueve una gestión del cambio climático que contribuya a avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos asociados a las alteraciones por efectos del cambio climático.
	Decreto 2245 de 2017 MADS.	Define los criterios para el acotamiento de las rondas hídricas y áreas de conservación aferente.
	Decreto 1468 de 2018 MADS.	Por el cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, con el fin de designar al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá para ser incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional Ramsar, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997.
	Resolución 0957 de 2018 – MADS.	Adopta la guía técnica para el acotamiento de rondas hídricas y áreas de conservación aferente.
	Resolución 0957 de 2019 – CAR Cundinamarca.	Por medio de la cual se aprueba el ajuste y actualización del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá y se dictan otras disposiciones.
Local	Acuerdo 002 de 1993- Concejo de Bogotá.	Dicta medidas de protección del suelo. Usa por primera vez la expresión “humedales” y prohíbe su desecación o relleno.
	Acuerdo 019 de 1994 de Concejo de Bogotá.	Por el cual se declaran reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento.
	Decreto 190 de 2004 - Plan de Ordenamiento Territorial (POT) (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004).	Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, relacionadas con el ordenamiento territorial del Distrito Capital.
	Decreto 062 del 2006 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de manejo ambiental para los humedales ubicados dentro del Perímetro urbano del Distrito Capital.
	Acuerdo 248 de 2006 – Concejo de Bogotá	Por medio del cual se ajusta la Estructura Ecológica Principal (EEP) a los componentes y categorías del sistema de áreas protegidas incorporadas con la revisión del POT realizada en el 2003.
	Decreto 624 de 2007 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se adopta la visión, objetivos y principios de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital.

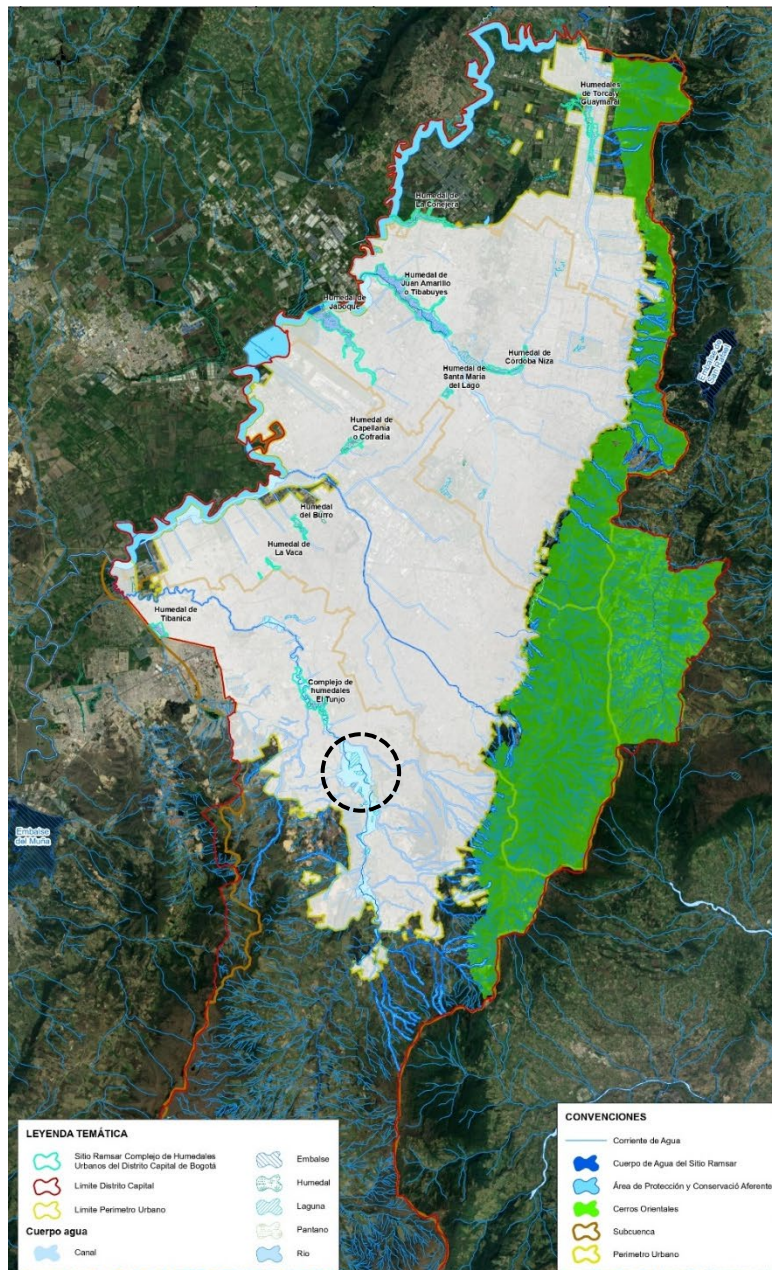
	Decreto 386 de 2008 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se adoptan medidas para recuperar, proteger y preservar los humedales, sus zonas de ronda hidráulica y de manejo y preservación ambiental, del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.
	Sentencia 90479 de 2014 Concejo de Bogotá.	Acción Popular sobre la protección de los derechos colectivos de los habitantes de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y sus afluentes.
	Decreto 450 de 2017 – Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se adoptan los Planes de Manejo Ambiental de los Parque Ecológicos Distritales de Humedal del Distrito Capital.
	Decreto 323 de 2018 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por medio del cual se modifican los artículos 4 y 30 del Decreto Distrital 062 de 2006, “Por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de Manejo Ambiental para los humedales ubicados dentro del perímetro urbano del Distrito Capital”.
En específico para el humedal el Tunjo	Acuerdo 577 del 2014 Concejo de Bogotá.	Por el cual se declara Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) "Tunjo" el cual será incorporado dentro de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.
	Resolución 03561 de 2019.	Por medio de la cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Parque Ecológico Distrital de Humedal Tunjo y se toman otras determinaciones.

Fuente: Plan de manejo ambiental del sitio RAMSAR complejo de humedales urbanos del Distrito Capital de Bogotá (Comisión Conjunta CAR-SDA, 2023).

Marco espacio - temporal

La presente investigación se centra en el humedal El Tunjo, situado en la cuenca baja del río Tunjuelo, al sur de Bogotá. Este humedal, ubicado entre las localidades de Ciudad Bolívar y Tunjuelito, es una pieza clave dentro de la estructura ecológica de la ciudad y cumple funciones esenciales para la regulación climática y la biodiversidad urbana. El humedal se encuentra rodeado de importantes desarrollos urbanos e infraestructuras, como el Portal El Tunal de Transmilenio, instituciones educativas, y áreas residenciales que han intensificado las presiones sobre este ecosistema, afectando tanto su estructura natural como su capacidad de brindar servicios ecosistémicos.

Figura 1. Localización general del sitio Ramsar para complejo de humedales de Bogotá D.C.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente - SDA

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente - SDA

Figura 3. Localización del parque ecológico distrital de humedal Tunjo



Fuente: Secretaria Distrital de Ambiente – SDA- grupo Humedales 2021

Justificación temporal

El periodo de estudio comprende desde 2017 y 2023, un marco temporal que permite analizar la evolución de los esfuerzos de conservación en el humedal en un contexto de crecimiento urbano y cambio climático. En 2017, se implementó un plan de manejo ambiental bajo el liderazgo de la Alcaldía de Bogotá, el cual fue adoptado mediante la resolución SDA 3561 de 2019, que marcó un hito en los esfuerzos de restauración y protección del Tunjo; Este plan, parte de un proyecto de gestión ambiental a nivel distrital, fue diseñado para mitigar la degradación del humedal y promover su sostenibilidad como un recurso natural dentro de una ciudad en expansión. La investigación también se beneficia de la reciente inclusión del humedal en la lista Ramsar de sitios de importancia internacional, que reafirma su valor ecológico y la necesidad de políticas locales e internacionales que respalden su conservación.

Importancia de la ubicación y el crecimiento urbano

La ubicación del humedal el Tunjo en una zona de alta densidad urbana presenta tanto desafíos como oportunidades para su conservación; históricamente, el río Tunjuelo y su cuenca se han visto comprometidos por la rápida urbanización de Bogotá, que ha alterado su caudal y su capacidad de suministro de agua limpia. La intervención de su cauce a lo largo de las décadas ha impactado directamente en el humedal, transformándolo de un ecosistema natural en un recurso hídrico urbano que requiere intervención constante para mantener su función ecológica.

La relación entre el humedal y la ciudad no se limita a los impactos ambientales que recibe. Su localización, rodeado por zonas residenciales, infraestructura vial, equipamientos y sistemas de transporte, justifica que su conservación también sea un asunto de planeación territorial. Las decisiones sobre el crecimiento urbano, el uso del suelo y las intervenciones que se desarrollen en su entorno pueden favorecer o limitar su capacidad para regular el agua, conservar la biodiversidad y mantener la conectividad ecológica. Por esta razón, el humedal debe entenderse como parte de la estructura urbana y ambiental del sur de Bogotá, y no como un elemento aislado del territorio.

Figura 4. Localización espejos de agua del humedal el Tunjo - PEDH Tunjo



Fuente: Visor de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA.

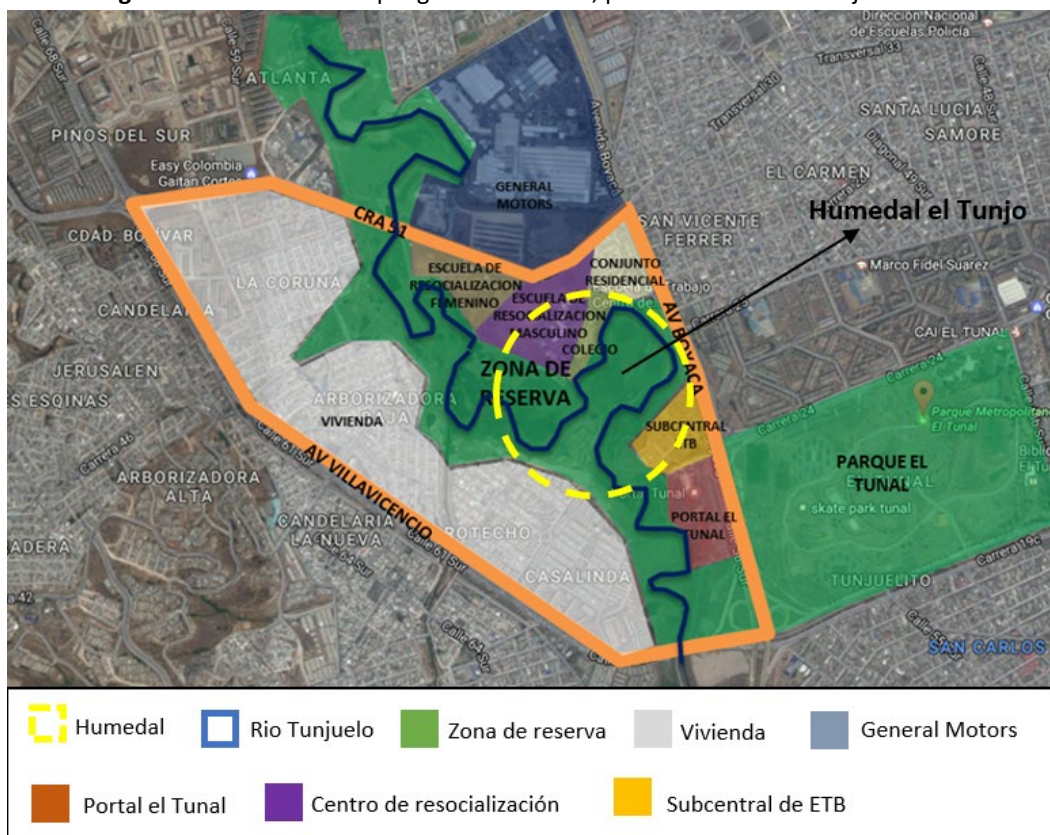
Relevancia para la Sostenibilidad Urbana y Cambio Climático

Este marco temporal también permite evaluar cómo el humedal el Tunjo se ha adaptado a las políticas ambientales y de desarrollo de Bogotá en respuesta a los efectos del cambio climático, con la creciente frecuencia de eventos climáticos extremos y el aumento de la temperatura media, los humedales urbanos como el Tunjo, han adquirido mayor relevancia en las estrategias de mitigación y adaptación. Su capacidad para actuar como sumidero de carbono, regulador hídrico y espacio de conservación de biodiversidad le confiere un rol esencial en la resiliencia urbana; además, el análisis de este período permite evaluar el impacto de las políticas de conservación y su efectividad para enfrentar los desafíos de sostenibilidad en áreas urbanas de alta densidad.

Comparado con otros humedales de Bogotá, el Tunjo presenta particularidades que lo hacen único en términos de su impacto y utilidad para el sur de la ciudad, los planes de manejo de otros humedales en la ciudad, como La Conejera y Santa María del Lago, proporcionan un marco de referencia útil para analizar el progreso y las oportunidades de mejora en el caso del Tunjo; al identificar las fortalezas y limitaciones de los planes implementados en estos otros humedales, esta investigación podrá proponer lineamientos de sostenibilidad específicos y aplicables a las necesidades únicas del humedal el Tunjo.

En este contexto, el humedal debe ser analizado no solo por su función ecología, sino también por su relación con las áreas construidas. Su permanencia y recuperación no solo dependen de las actividades de conservación ambiental, sino también de como la planeación urbana regula los usos del suelo, el crecimiento urbano y las intervenciones sobre su área de influencia. La relación entre ecosistema ciudad, permite que se reconozca al humedal como un elemento estructurante del territorio, cuyo manejo y preservación deben articularse con los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial de Bogotá.

Figura 5. Localización del polígono de estudio, para el humedal el Tunjo



Fuente: Elaboración propia a partir del IDECA (Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital. Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital).

Este Parque Ecológico Distrital de Humedal limita por el oriente con la avenida Boyacá (carrera 25), subestación eléctrica del Sur, Portal El Tunal de Transmilenio; por el occidente con el Centro de Reclusión de Adolescentes y Menores y el barrio Arborizadora Baja; por el norte con el barrio Tejar de Ontario y Colegio Cafam y por el sur con los barrios Protecho, Casa Linda y la Avenida Villavicencio. El humedal Tunjo es uno de los pocos sitios de conectividad ecológica presentes en el sur de la ciudad, por lo que su restauración y conservación se considera prioritario (Consorcio J.A., 2017).

Estado del arte

El estado del arte de esta investigación examinó estudios internacionales y nacionales clave relacionados con la sostenibilidad urbana y la gestión de humedales, con énfasis en su papel para la

mitigación del cambio climático. La selección de estos estudios permitió construir una base sólida para la formulación de lineamientos de sostenibilidad urbana aplicables al humedal El Tunjo.

Diversas investigaciones internacionales (Bergkamp y Orlando, 1999; Secretaría de la Convención sobre los Humedales, 2021) destacan la función esencial de los humedales como sumideros de carbono y reguladores climáticos, subrayando su capacidad para absorber CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

Lecciones de estudios internacionales

Humedal Jamaica Bay, Nueva York

Este humedal fue restaurado con el propósito de que su capacidad de absorción de carbono mejore significativamente; asimismo, de contrarrestar las inundaciones; esto se logró gracias a la estrategia de reincorporar vegetación local y la recuperación de la calidad del agua, lo que permitió el incremento de almacenar agua en un 40%, así como el incremento de la diversidad biológica local (López, 2020).

Para el humedal el Tunjo, esta estrategia puede implementarse, interviniendo y restaurando la vegetación existente, sobre todo para especies como Juncos y Sauces, sirviendo como zonas de amortiguación para evitar las inundaciones; a su vez, sería importante realizar realizando monitoreos constantes para medir la calidad del agua, permitiendo el fortalecimiento de este ecosistema.

Delta del Rin, Países Bajos

En este caso, lo particular es que la mayor parte del territorio de Países Bajos se encuentra por debajo del nivel del mar; razón por la cual, y para controlar las inundaciones se aprovecharon los humedales para la creación de áreas que amortiguación hídrica, previniendo así el riesgo de inundaciones (Tjallingii, 1995); esto se logró por lo siguiente:

- Ampliando el cauce del río, esto permite que el río tenga un área mayor para bajar la fuerza del mismo, y así poder desviar el agua cuando se presentes lluvias fuertes o crecidas.
- Creando diques naturales que sirvan barrera, permitiendo la retención de agua e infiltrándola, lo cual minimiza la presión que ejerce sobre ríos y humedales
- Permitiendo que el agua circule de forma natural al interior de los humedales, eliminando las barreas que lo impedían; y así, se evita el agua se represe.

La implementación de estas estrategias sobre el humedal el Tunjo, el humedal podría contribuir a la regulación hídrica, reduciendo las inundaciones, mejorando la calidad del agua, estabilizando el ecosistema y aumentando la biodiversidad.

Humedales del Valle del Po, Italia

Al restaurar este ecosistema al reintroducir plantas endémicas y controlando especies invasoras; permitiendo así que los humedales se fortalecieran para absorber y almacenar CO₂, contribuyendo a mejorar la calidad del aire y así equilibrar el medio ambiente, todo gracias a que funcionan observen el carbono de manera efectiva (Bergkamp y Orlando, 1999).

Haciendo lo mismo con el humedal el Tunjo e introduciendo especies vegetales para aumentar la cobertura vegetal, se lograría aumentar la capacidad de retención de carbono y se mejoraría la calidad del aire.

Bahía de Moretón, Australia

Al realizar el estudio sobre este ecosistema, se pudo establecer que tenía un papel crucial para filtrar la contaminación por nitrato y fosfato, los cuales provenían de la agricultura y la acción humana; a razón de esto, se pudo verificar que, gracias al proceso biológico natural de este ecosistema, al igual que

especies vegetales que se encontraban, reducían significativamente los niveles de contaminación del agua hasta en un 50%, la cual atravesaba el humedal y llegaba hasta la bahía (Patterson, 1999).

Teniendo en cuenta las presiones exógenas que se presentan sobre en el Tunjo, el caso de bahía Moretón es muy similar al del Tunjo, en cuanto a la contaminación constante de las curtiembres que se encuentran en el barrio San Benito, así como la contaminación proveniente del relleno sanitario de Doña Juana. Para el caso del Tunjo se podría:

- Mejorar las especies ya existentes como los Juncos e introducir especies como el Buchón de agua, lo que permitiría la captura de sedimentos y filtrando los químicos provenientes de las curtiembres y el relleno sanitario.
- Restauración de los espejos de agua que hacen parte del humedal, con el fin de que el agua fluya controladamente y de manera natural.

No obstante, lo anterior debe ser con un trabajo colaborativo entre la Ciudad, realizando un monitoreo constante de la calidad del agua en el humedal y de acuerdo con los datos que se obtengan, se pueden adecuar estrategias de conservación; en cuanto a los habitantes del sector, se debe realizar un trabajo de control y sensibilización para evitar el vertimiento de aguas residuales y de residuos tóxicos hacia el humedal. Lo anterior se podría mejorar aún más, con la implementación de una barrera de árboles y de vegetación en áreas específicas; esto evitaría que cualquier residuo contaminante llegue al agua.

En el mismo contexto australiano, el *Index of Wetland Condition (IWC)* ha sido implementado por el gobierno de Victoria como herramienta para clasificar el estado de conservación de humedales urbanos. Este índice provee una base metodológica sólida para integrar múltiples indicadores biofísicos

y ha sido considerado en esta investigación como referente internacional para fortalecer la interpretación del diagnóstico local (Department of Environment, Land, Water and Planning, 2022).

Sistema de humedales de Hokkaido, Japón

La designación Ramsar de estos humedales, impulso la instauración de una normatividad estricta para así evitar que las actividades propias de la ciudad como el vertimiento de aguas residuales, la expansión urbana descontrolada y la deforestación, contaminaras sus aguas, lo cual contribuyo a la preservación de este ecosistema (Secretaría de la Convención sobre los Humedales, 2021). Esta normatividad priorizo lo siguiente:

- Restricción en el uso de la tierra, evitando el desarrollo urbano cerca de los humedales, así como las actividades industriales y agrícolas.
- Fomentar preservación de especies nativas y la rehabilitación de zonas afectadas por la actividad humana.
- Intervención de los humedales con el propósito de devolverlos a su estado original, mediante la recuperación de vegetación acuática, así como otros elementos que componen este ecosistema.
- Control constante de la calidad del agua y su biodiversidad e iniciativas para su control ambiental, lo que permitió prevenir que sus aguas fueran contaminadas, lo que garantizo el bienestar del ecosistema.

Todas estas regulaciones permitieron a la protección del ambiente natural del área y contribuyeron a contrarrestar el cambio climático, incorporando los humedales bajo la perspectiva de la sostenibilidad para el desarrollo urbano.

Teniendo en cuenta que el humedal el Tunjo cuenta con la designación Ramsar, se debe garantizar por parte de la Ciudad su cuidado, lo que implica la eliminación de actividades que contaminen sus aguas y su vez, promocionando actividades que impulsen la protección del humedal.

Estero de Pantanos, Kenia

Aquí la participación de las comunidades fue vital para restaurar este ecosistema, a través de talleres participativos y de sensibilización, siembra especies locales, jornadas de limpieza, así como el seguimiento constante de la calidad del agua; igualmente, se construyeron conductos de biofiltración, pozos de infiltración o barreras vegetales, las cuales fueron diseñadas, instaladas y a su vez, administradas por la misma comunidad (Ndungu et al., 2020).

Esta misma línea podría adaptarse para el caso del humedal el Tunjo en cuanto a:

- Educación ambiental y de apropiación del territorio.
- Capacitación de los habitantes para realizar monitoreos y seguimiento a la calidad del agua.
- Adecuar zonas de reciclaje y de recolección de residuos.

Humedales del Delta del Mekong, Vietnam

Al restaurar estos humedales, se centraron en soluciones netamente apoyados por la naturaleza misma; es decir, se dispusieron zonas inundables, humedales provisionales y muros compuestos por vegetación, reteniendo y liberando el agua poco a poco (Nguyen et al., 2018).

Aplicado al humedal el Tunjo, se deben ubicar zonas profundas que puedan almacenar agua en temporada de lluvias, lo que ayudaría a reducir la presión sobre el cauce del río Tunjuelo y los barrios aledaños; estas zonas sirven como “cuencas vivas” para la infiltración del agua y así evitar las inundaciones repentinas; sin embargo, esto debe ser complementado con el restablecimiento del cauce

del río Tunjuelo, evitando cualquier barrera impuesta, con la implementación de espacios que absorción de agua, así como de un trabajo mancomunado entre las instituciones y la comunidad.

Implementación de experiencias en Colombia

Humedal Jaboque, Bogotá

La implementación de un Plan de Manejo Ambiental para este humedal, permitió que se redujera en un 20% el nivel de contaminación del agua y a su vez, se aumentara un 15% la biodiversidad (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020b).

El humedal el Tunjo ya cuenta con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que abarca el Parque Ecológico Distrital de Humedal Tunjo; por lo cual, debe ser priorizado.

Complejo de humedales del Valle del Cauca

Estos ecosistemas han contribuido a preservar la seguridad alimentaria y a regular el clima, al unir la preservación ambiental y de cómo ayudan en términos sociales; es decir, estos son protegidos, cuidados y mantenidos por la población, y a su vez, estos se convierten zonas que contribuyen a la seguridad alimentaria, a la educación ambiental y a la adaptación al cambio climático, convirtiéndose en áreas de desarrollos sostenible (Nieto, 2023).

En el humedal el Tunjo, se pueden implementar estrategias como la implementación de huertas urbanas y de una educación ambiental que involucre su preservación de la mano de las Entidades Distritales, contribuyendo a que el humedal sea parte fundamental de la estructura urbana.

Humedal la Conejera, Bogotá

El trabajo realizado consistió en crear una conectividad en términos ecológicos de este humedal con otras áreas, lo que permitió el restablecimiento de especies de aves y mamíferos, así como un tránsito continuo de estas especies entre los diferentes ecosistemas, incrementando la capacidad de

adaptación y supervivencia (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021).

Para el humedal el Tunjo al ser parte integral de la estructura ecológica principal de la Ciudad, se puede replicar el trabajo del humedal la Conejera, beneficiando a las diversas especies con la creación de un corredor biológico que funcionaría también para reforestar áreas.

Humedal de Puerto López, Meta

Al restaurar la vegetación, así como la inclusión de prácticas de manejo sostenible para este humedal, demostraron que es posible aumentar la captación de CO₂ en un 35% y el mejoramiento de la calidad del agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2021).

Si se replica esta práctica en el humedal el Tunjo, aumentando la cobertura vegetal con especies locales, aparte de crear un paisaje natural, permitiría que este ecosistema aumente la captura de CO₂ y serviría a su vez, para filtrar la contaminación proveniente del río Tunjuelo.

Humedales de la Sabana, Cundinamarca

Con la implementación de un sistema de alerta temprana mediante las herramientas de sistemas de información geográficas – SIG, para posteriormente incluir estos datos a una base cartográfica, lo que permitió hacer seguimiento a los cambios del paisaje en cuanto a:

- Pequeños cambios en la cobertura vegetal y el borde hídrico.
- Identificación de crecimiento urbano no planificado

Al generar estas alertas tempranas y al superponer esta información cartográfica se pudo orientar a las entidades correspondientes para que así mismo se tomen decisiones también tempranas, en términos de planificación territorial (Torres et al., 2019).

El uso de Sistemas de Información Geográfica podría fortalecer el seguimiento del humedal El Tunjo, especialmente para identificar cambios en la ocupación del suelo, reconocer posibles afectaciones sobre las áreas protegidas y apoyar la toma de decisiones por parte de las autoridades responsables.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación se realiza a partir del estudio de caso del humedal el Tunjo, ubicado en la Ciudad de Bogotá D.C., como generador de servicios ecosistémicos necesarios para hacer frente al cambio climático, permitiendo formular lineamientos ambientales para la construcción de un territorio sostenible.

Enfoque y tipo de investigación

Esta investigación se realiza con un enfoque descriptivo, buscando analizar y caracterizar el humedal El Tunjo como un ecosistema importante en Bogotá. Este enfoque pretende describir de manera detallada las características ambientales y los servicios ecosistémicos que ofrece el humedal, de cómo ha sido su desarrollo a lo largo de la historia y su relación con el crecimiento urbano. De esta manera y a partir de este ejercicio, se puedan definir y plantear lineamientos de sostenibilidad urbana, aprovechando los beneficios ecosistémicos del humedal, como aporte a la mitigación de los efectos del cambio climático, impulsando una gestión ambientalmente responsable.

Esto no solo permite identificar los componentes importantes del humedal y los cambios a los que ha sido expuesto, sino también valorar su contribución a la sostenibilidad urbana, proporcionando los elementos necesarios para proponer estrategias y directrices para impulsar la gestión del humedal.

La incorporación de una perspectiva histórica, facilitara identificar las transformaciones dentro del área de estudio, y de cómo ha sido el impacto que ha tenido el crecimiento urbano en la conservación y funcionalidad del humedal. la mirada histórica es clave para entender cómo la urbanización acelerada y desordenada ha repercutido en el deterioro del humedal, evidenciando la necesidad urgente de mejorar e implementar políticas de protección que lo reconozcan como un recurso natural de gran valor y como elemento articulador urbano.

Para este estudio, se combina el análisis documental con la verificación cartográfica, además de imágenes satelitales y registros fotográficos disponibles, lo que permitió reconocer los cambios del humedal y de su entorno, así como su relación con la estructura urbana y ambiental de Bogotá.

A partir de este enfoque, se proponen lineamientos prácticos orientados a la resiliencia ante el cambio climático, fortalecer la gobernanza ambiental y fomentar la participación de la comunidad en la gestión y conservación de estos ecosistemas.

Estructura metodológica - Fases

Para alcanzar los objetivos que se plantean en esta investigación y formular lineamientos de sostenibilidad urbana aplicables al humedal El Tunjo, la metodología quedó estructurada en tres fases articuladas.

Cada una de estas fases responde a uno de los objetivos específicos, permitiendo avanzar de manera ordenada, iniciando con la revisión y caracterización del humedal, continuar con el diagnóstico y evaluación y finalizar con el análisis de resultados y la formulación de lineamientos de sostenibilidad urbana.

Fase 1: Revisión documental y sustento teórico

Objetivo asociado: Identificar y valorar los servicios ecosistémicos que proporciona el humedal El Tunjo y los aspectos ambientales, sociales y económicos del sector, a través del desarrollo histórico del territorio.

Propósito: Establecer una base conceptual necesaria para comprender los servicios ecosistémicos y la dinámica del humedal, vinculándolos con el cambio climático y la sostenibilidad urbana. En esta fase se organiza y se clasifica la información relevante, para así proceder con el diagnóstico y la valoración práctica del ecosistema.

- **Actividades:**

- Revisión de fuentes de información y análisis documental: se organizó y clasificó la información relevante mediante una matriz de análisis documental, en la que se identificaron las principales fuentes, los aspectos revisados y su aporte a la investigación (ver Anexo A).
- Análisis a nivel histórico y diagnóstico del territorio: Para evidenciar los cambios de uso del suelo y expansiones a nivel urbano.
- Identificación, extracción y análisis de datos relevantes: Con base en la información documental que fue sistematizada y cruzada en la matriz y el análisis histórico, se busca extraer y valorar los servicios ecosistémicos del humedal, a nivel ecológico, social y funcional, que abarque una vista integral tal y como lo propone (Rodríguez y Cubillos, 2012).

- **Herramientas y fuentes:**

- Bases de datos académicos: Artículos científicos e investigaciones.
- Informes oficiales: De organismos especializados como la Secretaria Distrital de Ambiente - SDA.
- Normativa ambiental vigente y planes de manejo ambiental tanto a nivel local como nacional.

- **Resultados esperados:**

- Diagnóstico, identificación y valoración de servicios ecosistémicos.
- Selección de indicadores claves, para diagnosticar el estado del humedal.
- Sistematización de información, ordenando y clasificando la más relevante para poder formular los lineamientos prácticos en fases posteriores.

La revisión documental logra un análisis histórico de los humedales y en especial El Tunjo permitieron consolidar una base conceptual sólida para comprender sus servicios ecosistémicos y su vínculo con la sostenibilidad urbana. Esta fase no solo facilitó la organización de información clave, sino que también aportó insumos esenciales para diagnosticar el territorio y orientar las valoraciones prácticas en etapas posteriores.

Fase 2: Diagnóstico y evaluación del humedal El Tunjo

Objetivo asociado: Verificar el cumplimiento del marco normativo y la implementación de los diferentes planes y/o programas ambientales del humedal el Tunjo, con el fin de corroborar su adopción, en cuanto a la preservación y conservación del humedal y su relación con el ordenamiento territorial.

Propósito: Realizar un análisis integral que pueda evidenciar el estado actual del humedal, las presiones antrópicas, evaluación del cumplimiento normativo y de los planes de manejo ambiental, para así poder determinar si las acciones han mejorado la capacidad para brindar servicios ecosistémicos esenciales, con el propósito de orientar ajustes futuros.

- **Actividades:**

- Análisis del marco normativo y de los instrumentos de manejo aplicables al humedal, revisando las acciones reportadas y su estado de implementación a partir de la información disponible (ver Anexo B).
- Análisis de indicadores ambientales como calidad del agua y biodiversidad, para poder evaluar el estado del ecosistema.

- **Herramientas y fuentes:**

- Cartografía oficial, imágenes satelitales y visores geográficos disponibles para el área de estudio, que sirvieron de apoyo para reconocer la localización, delimitación y transformaciones del entorno del humedal.
- Matriz de evaluación normativa elaborada para organizar los instrumentos revisados, su estado y los medios de verificación disponibles (ver Anexo B).
- **Resultados esperados**
 - Diagnóstico integral del estado físico, normativo y funcional del humedal.
 - Detección de brechas que han afectado la implementación de políticas ambientales
- **Criterios de valoración cualitativa**

Con el propósito de analizar de manera integral los resultados de la evaluación del humedal, se establece una escala cualitativa basada en el Índice de Condición de Humedales (IWC). Este índice fue desarrollado por el Departamento de Sostenibilidad, Medio Ambiente, Agua, Poblaciones y Comunidades de Australia (Department of Environment, Land, Water and Planning, 2022), como herramienta metodológica de referencia internacional. Este índice, se aplica en humedales urbanos con características similares al contexto de Bogotá, permite evaluar la condición ecológica mediante componentes como la cobertura vegetal nativa, la alteración hidrológica, la calidad del agua y las presiones antrópicas del entorno. Si bien la presente investigación adoptó la metodología cualitativa de Conesa (2009) como base para el diagnóstico del humedal El Tunjo, el IWC sirvió como marco comparativo para enriquecer el análisis local y validar la pertinencia de los criterios seleccionados. Su revisión permite identificar posibles rutas para una futura estandarización de indicadores, especialmente en ecosistemas urbanos con alta presión antrópica como el humedal Tunjo.

Esta permite clasificar el estado de los componentes hidrológicos, bióticos, físico-químicos y edáficos del humedal, tal como se presenta en la tabla 2, facilitando así la interpretación y comparación de los distintos subíndices evaluados.

Tabla 2. Escala de valoración cualitativa del estado de un humedal según el IWC

Subíndice IWC	Componente ecológico clave	Medidas evaluadas	Tipo de medida	Escala de valoración (0–20)	Descripción cualitativa
Cuenca de humedal	Entorno de captación del humedal	- Intensidad del uso de la tierra adyacente - Ancho promedio del buffer - % del perímetro con buffer	Amenaza / Componente	0 = muy degradado 20 = prístino	Evalúa presiones externas por uso del suelo y efectividad de la vegetación protectora adyacente.
Forma física	Morfología física	- Reducción en el área efectiva del humedal - % del humedal con alteración en la batimetría	Componente / Amenaza	0 = cambios severos 20 = forma natural intacta	Considera pérdida de hábitat y cambios en la topografía del fondo del humedal.
Hidrología	Régimen hídrico	- Severidad del cambio en el régimen hídrico (frecuencia, duración y momento de inundación)	Amenaza	0 = régimen totalmente alterado 20 = régimen natural	Refleja el impacto de actividades que modifican el flujo o conectividad hídrica.
Propiedades del agua	Propiedades físico-químicas	- Severidad del enriquecimiento de nutrientes - Severidad del cambio en salinidad	Amenaza	0 = condiciones muy alteradas 20 = condiciones naturales	Cambios en nutrientes o salinidad afectan procesos biológicos.
Suelos	Propiedades físicas del suelo	- Severidad y extensión de la perturbación del suelo	Impacto	0 = perturbación severa 20 = suelos intactos	Considera compactación, pisoteo, vehículos, remoción de suelo, etc.
Biota	Vegetación y organismos	- Presencia de formas de vida críticas - Presencia de malezas - Indicadores de procesos alterados - Estructura y salud de la vegetación	Componente / Impacto	0 = vegetación muy degradada 20 = vegetación saludable y diversa	Evalúa la calidad ecológica de la vegetación del humedal.

Fuente: (Department of Environment, Land, Water and Planning, 2022).

Tabla 3. Interpretación cualitativa del puntaje total del Índice de Condición de Humedales (IWC)

Puntaje total IWC (0–10)	Categoría de condición del humedal
0–2	Muy pobre (Very poor)
3–4	Pobre (Poor)
5–6	Moderado (Moderate)
7–8	Bueno (Good)
9–10	Excelente (Excellent)

Fuente: Adaptado de Department of Environment, Land, Water and Planning (2022).

Para la asignación de la valoración, cada subíndice se puntúa de 0 a 20 y se pondera (Biota = 0.190; Catchment = 0.068; Water Properties = 0.122; Hydrology = 0.081; Physical Form = 0.021; Soils = 0.018). El resultado final se redondea al entero más cercano para asignar la categoría.

El diagnóstico del humedal El Tunjo permitió evidenciar su estado físico, normativo y funcional, identificando presiones antrópicas y brechas en la implementación de políticas ambientales. La aplicación de criterios cualitativos, junto con referentes internacionales, enriqueció la evaluación, aportando bases sólidas para orientar futuros ajustes en la gestión y fortalecer la conservación de sus servicios ecosistémicos esenciales.

Fase 3: Análisis y valoración de resultados

Objetivo asociado: Proponer lineamientos de sostenibilidad urbana para el humedal el Tunjo, que puedan ser incluidos dentro de las determinantes ambientales, para la planificación y gestión del territorio y, que contribuyan a contrarrestar los efectos del cambio climático.

Propósito: Procesamiento y evaluación de la información recopilada, para identificar patrones clave, tendencias y vínculos que permitan entender la importancia del humedal en la sostenibilidad urbana y su impacto en el cambio climático.

- **Actividades:**

- Formulación de lineamientos de sostenibilidad urbana, teniendo en cuenta los servicios ecosistémicos que ofrece el humedal el Tunjo; igualmente, teniendo en cuenta las experiencias exitosas descritas en el estado del arte, adaptándolas dentro del contexto social y urbano del Tunjo, para así fortalecer su resiliencia y el bienestar de la población.

- **Herramientas y fuentes:**

- Fuentes fundamentales para análisis cualitativo, como el Plan de Manejo Ambiental PMA Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, el

Plan de Manejo Ambiental del Humedal Tunjo, el Informe análisis de resultados de los monitoreos de la biodiversidad año 2021 del Parque Ecológico Distrital de Humedal el Tunjo, la Política Nacional para humedales interiores de Colombia y la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

- Tablas comparativas y matrices de valoración. Para el análisis de las presiones e impactos ambientales que se han identificado dentro del humedal, se usó como referencia el enfoque de evaluación ambiental que propone (Conesa, 2009), lo que contribuyó a organizar la valoración de los aspectos ambientales evidenciados en el diagnóstico y, en el caso de las matrices utilizadas durante la investigación, se estructuraron de acuerdo con los objetivos y las características propias del sector en estudio.

- **Resultados esperados:**

- Documento técnico con la formulación de lineamientos de sostenibilidad urbana, con el propósito de recuperar el humedal y de fortalecer los servicios ecosistémicos
- Recomendaciones para su integración en el ordenamiento territorial y programas locales.

Proceso y matriz metodológica

El proceso metodológico establece la relación entre los objetivos específicos, las actividades desarrolladas, las herramientas empleadas y los resultados obtenidos durante la investigación. Para ello, se elaboró una matriz metodológica propia que permite visualizar esta correspondencia y mantener la secuencia entre el diagnóstico, la evaluación y la formulación de los lineamientos.

Así mismo, (Conesa, 2009) fue tomado como referencia, para orientar la valoración de las presiones e impactos ambientales identificados en el humedal. Por esta razón, su metodología no determina la estructura de la matriz metodológica presentada a continuación, sino que sirve como apoyo para el análisis ambiental desarrollado dentro del proceso de investigación.

La siguiente matriz presenta de manera organizada la relación entre los objetivos específicos, las actividades, las herramientas empleadas y los resultados esperados:

Tabla 4. Matriz metodológica

Objetivos		Actividades principales	Herramientas y técnicas	Resultados esperados
Objetivo 1	Identificar y valorar los servicios ecosistémicos que proporciona el humedal el tunjo y los aspectos ambientales, sociales y económicos del sector, a través del desarrollo histórico del territorio.	Revisión de literatura científica, normativa y estudios previos. Valoración del humedal.	Bases de datos científicas, análisis documental y calificación del índice IWC.	Caracterización inicial de los servicios ecosistémicos del humedal.
Objetivo específico 2	Verificar el cumplimiento del marco normativo y la implementación de los diferentes planes y/o programas ambientales del humedal el Tunjo, con el fin de corroborar su adopción, en cuanto a la preservación y conservación del humedal y su relación con el ordenamiento territorial.	Análisis de normativa aplicable, evaluación de indicadores normativos y revisión de planes de manejo ambiental.	Cartografía oficial, imágenes satelitales, visores geográficos y matriz de evaluación normativa.	Diagnóstico del cumplimiento normativo y análisis de brechas identificadas.
Objetivo específico 3	Proponer lineamientos de sostenibilidad urbana para el humedal el Tunjo, que puedan ser incluidos dentro de las determinantes ambientales, para la planificación y gestión del territorio y, que contribuyan a contrarrestar los efectos del cambio climático.	Diseño de estrategias basadas en los hallazgos de fases previas.	Análisis de resultados y formulación de lineamientos.	Formulación de lineamientos de sostenibilidad urbana e integración con el ordenamiento territorial.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Servicios ecosistémicos del humedal el Tunjo, una mirada histórica, socioambiental y económica hacia la sustentabilidad urbana

El humedal el Tunjo está integrado al sistema de áreas protegidas de la Ciudad, convirtiéndolo en un elemento importante, para la provisión de servicios ecosistémicos en el sur de la ciudad. Por su ubicación estratégica en la cuenca baja del río Tunjuelo y su conexión con otros ecosistemas urbanos, lo posicionan como un refugio vital ambiental (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020b); así mismo, este ecosistema cumple con más funciones ambientales, de las cuales también se beneficia el resto de la ciudad.

Uno de los principales aportes ecosistémicos del humedal El Tunjo es la conservación de la biodiversidad. De acuerdo con él (Consorcio J.A., 2017), en el humedal se han identificado 70 especies de plantas terrestres distribuidas en 37 familias, además de 41 especies de aves, de las cuales 20 son migratorias.

El humedal El Tunjo presta servicios ecosistémicos esenciales para Bogotá, actuando como parte de la estructura ecológica principal y contribuyendo a la regulación hídrica y la resiliencia climática. Su red de espejos de agua y zonas de inundación mejora la calidad del aire, regula la temperatura local y filtra contaminantes, favoreciendo la disponibilidad de agua en mejores condiciones. Además, la biodiversidad registrada, incluyendo aves migratorias, especies focales como la monjita bogotana y flora nativa, asegura procesos ecológicos que sostienen la conectividad ambiental y la provisión de hábitats.

En el ámbito social y cultural, el humedal constituye un espacio educativo y de participación comunitaria que fortalece la conciencia ambiental, especialmente a través de programas como Mujeres que reverdecen y proyectos escolares. Estos procesos promueven la apropiación del territorio, la

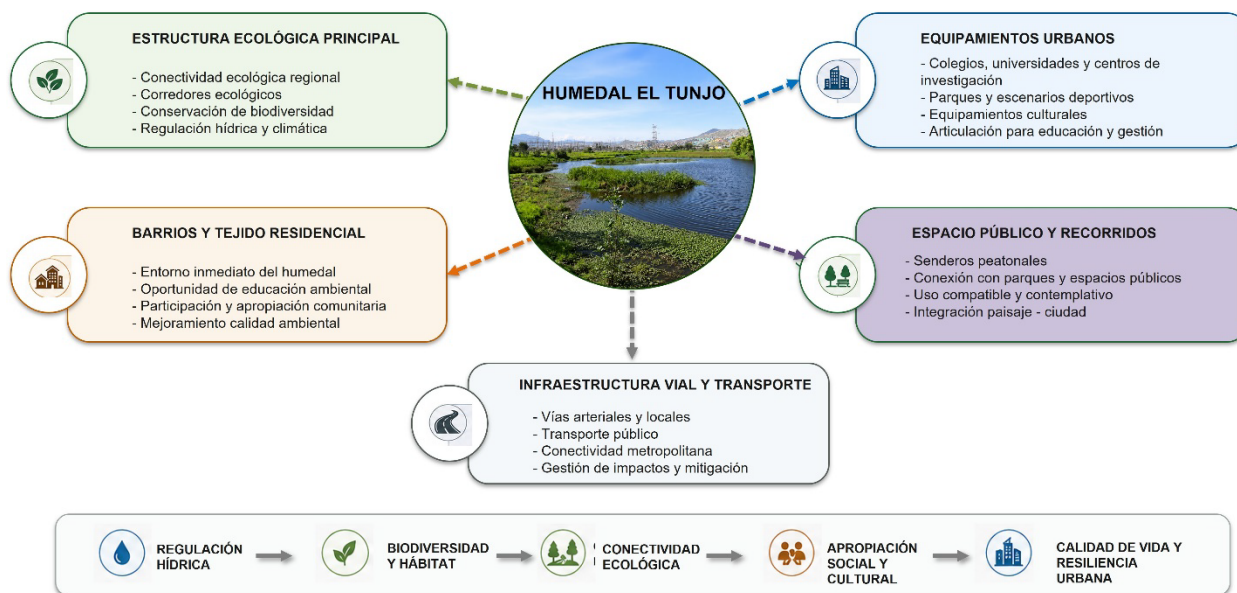
construcción de tejido social y el reconocimiento del valor patrimonial del ecosistema.

Económicamente, brinda beneficios indirectos al reducir costos asociados a inundaciones, mejorar la resiliencia frente al cambio climático y ofrecer un entorno más saludable para las comunidades aledañas.

Aparte de las funciones ecológicas, el humedal El Tunjo sirve como un elemento que articula la estructura ecológica y su entorno urbano. La relación con los barrios, vías, estructura ecológica y espacio público, permite que El Tunjo contribuya a mejorar la continuidad ambiental del territorio y su vez, genera oportunidades de educación, apropiación de la comunidad y contacto de las personas con lo natural. Su función como elemento articulador ayuda a su conservación y aporta a la calidad del espacio público y a una relación equilibrada entre lo natural y la ciudad.

La Figura 6, sintetiza esta relación territorial y muestra cómo el humedal se vincula con distintos componentes del entorno construido, sin perder su función principal como área de conservación.

Figura 6. Relación del humedal El Tunjo con su entorno urbano y territorial



Fuente: Elaboración propia

Descripción de prácticas y uso del humedal El Tunjo

El humedal El Tunjo, ubicado entre las localidades de Tunjuelito y Ciudad Bolívar en Bogotá, ha sido objeto de diversas prácticas y usos, tanto por parte de la comunidad como de las entidades distritales y organizaciones ambientales. Su importancia radica no solo en su función ecológica como regulador hídrico, sino también en su valor social y cultural para las comunidades aledañas.

Tabla 5. Prácticas y usos identificados en el humedal El Tunjo

Práctica o Uso	Descripción y Propósito	Actores Involucrados
Restauración Ecológica	Plantación de árboles y arbustos nativos para reforzar la biodiversidad y la salud del ecosistema, como parte de un proceso distrital más amplio de restauración de humedales. Se busca recuperar la capacidad natural del humedal y su resiliencia frente a la crisis ambiental.	Secretaría Distrital de Ambiente, alcaldías locales, comunidad muisca y vecinos del sector.
Recorridos y Caminatas Ecológicas	Actividades gratuitas y guiadas por expertos que permiten a la ciudadanía conocer la flora y fauna del humedal. Estas caminatas buscan promover la educación ambiental y la apropiación del ecosistema por parte de la comunidad.	Secretaría Distrital de Ambiente, Fundación Humedales Bogotá, guías profesionales y la comunidad en general.
Monitoreo y Conteo de Especies	Se realizan jornadas de avistamiento y conteo de aves, lo que permite obtener datos valiosos sobre la biodiversidad del humedal a largo plazo. Es una práctica ciudadana que contribuye a la investigación y conservación.	Fundación Humedales Bogotá y voluntarios.
Gestión Comunitaria	Organizaciones como el Centro Experimental Juvenil (CEJ), junto a la comunidad indígena Muisca, llevan a cabo acciones de protección, conservación, reforestación y educación ambiental. Esta práctica resalta el rol activo de la comunidad en el cuidado del humedal.	Centro Experimental Juvenil (CEJ), comunidades locales, y el pueblo indígena Muisca.
Investigación Académica	Universidades e investigadores realizan estudios sobre la calidad del agua, la fitorremediación (uso de plantas para limpiar contaminantes) y la regulación hídrica del humedal. Estos estudios buscan proponer soluciones técnicas y estrategias de gestión para el ecosistema.	Universidades (como la Universidad Distrital y La Salle) y académicos.
Manejo y Limpieza	Se realizan jornadas de limpieza y recolección de residuos sólidos. Además, se aplican medidas de control fitosanitario para mantener las especies nativas y abordar problemáticas como el mal uso del espacio por parte de los visitantes y el manejo de excretas de mascotas.	Entidades distritales, Jardín Botánico y la comunidad.
Encuentros y Diálogo Intercultural	Espacios donde comunidades locales, como la Muisca, comparten saberes ancestrales sobre la conservación de los humedales. Se ha documentado un intercambio de conocimientos con comunidades de otras regiones, como Xochimilco en México, para buscar estrategias de resiliencia ambiental.	Comunidad Muisca del humedal El Tunjo y otras comunidades indígenas o ancestrales.

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024).

Descripción de las variables del índice IWC en el humedal El Tunjo

Cuenca del humedal

El humedal El Tunjo se encuentra en la cuenca baja del río Tunjuelo, la cual forma parte de la cuenca media del río Bogotá. Este sistema hídrico es clave porque abastece al humedal y lo conecta con afluentes como la quebrada Limas y la quebrada Chiguaza. Su importancia radica en que la cuenca regula el flujo hídrico, facilita procesos de recarga subterránea y mantiene la conectividad ecológica con otros ecosistemas urbanos.

Forma física

El humedal corresponde a una franja de meandros con presencia de seis cuerpos de agua de ribera y una llanura de inundación. Esta morfología le confiere la capacidad de amortiguar crecientes del río Tunjuelo, controlando inundaciones y reteniendo sedimentos. Su estructura física funciona como un filtro natural, reduciendo riesgos de erosión y garantizando estabilidad ecológica en un contexto urbano altamente presionado.

Hidrología

La hidrología del humedal está determinada principalmente por el aporte de las aguas del río Tunjuelo y de la quebrada Limas, que actúan como fuentes de alimentación permanentes. Este régimen hídrico sostiene la dinámica de los espejos de agua y áreas encharcables, permitiendo el desarrollo de vegetación acuática y ofreciendo hábitats para fauna. Su valor ecológico es fundamental porque asegura la permanencia de ciclos biogeoquímicos y la resiliencia del ecosistema frente a variaciones climáticas.

Propiedades del agua

Los monitoreos han evidenciado condiciones de agua blanda con baja mineralización, aunque presentan alta concentración de materia orgánica y coliformes, lo que indica presiones antrópicas significativas. Estos parámetros son importantes porque reflejan el estado de calidad hídrica, que condiciona la supervivencia de peces, macroinvertebrados y plantas acuáticas. Mejorar la calidad del agua es esencial para mantener la función ecológica y la salud del humedal.

Suelos

Los suelos del humedal se caracterizan por su capacidad de retención de agua y nutrientes, asociados a la dinámica de la llanura de inundación. Estos suelos actúan como reservorios que almacenan materia orgánica, regulan el ciclo hidrológico y soportan coberturas vegetales como herbazales y arbustales. Su papel es crucial para la filtración de contaminantes y la recarga de acuíferos, aportando al equilibrio ecológico del ecosistema.

Biota

En el componente de flora se registran 70 especies de plantas terrestres distribuidas en 37 familias, de acuerdo con la caracterización presentada en el Plan de Manejo Ambiental del humedal El Tunjo (Consortio J.A., 2017). En cuanto a la fauna, se reportan aves, anfibios, macroinvertebrados y otras especies de interés ecológico. La biota cumple un papel importante en el funcionamiento del humedal, ya que sostiene procesos como la polinización, el control biológico y la conservación de hábitats. Su protección contribuye además a mantener servicios ecosistémicos relacionados con la regulación climática, la educación ambiental y la conservación de la biodiversidad.

Luego de analizar las características de cada variable, cuenca del humedal, forma física, hidrología, propiedades del agua, suelos y biota, se procede a establecer las calificaciones correspondientes según los criterios definidos. Este proceso permite integrar la información en un cálculo global del índice, el cual sintetiza el estado ecológico del humedal y facilita su interpretación comparativa para orientar decisiones de conservación y manejo.

Tabla 6. Cálculo de la ponderación del índice IWC

Subíndice IWC	Peso	Escala (0–20)	Puntaje asignado	Justificación	Contribución (peso × puntaje)
Cuenca del humedal	0,068	0–20	8	Alto contexto urbano y presiones periféricas; cuenca baja del río Tunjuelo (conexión con Limas/Chiguaza).	0,544
Forma física	0,021	0–20	12	Franja de meandros con llanura de inundación; capacidad de amortiguación.	0,252
Hidrología	0,081	0–20	10	Conectividad hídrica en restauración (río Tunjuelo y quebrada Limas como fuentes permanentes).	0,81
Propiedades del agua	0,122	0–20	7	Agua blanda (baja mineralización) pero alta materia orgánica/coliformes en puntos monitoreados.	0,854
Suelos	0,018	0–20	9	Perturbaciones asociadas a usos antrópicos (residuos de C&D, tránsito humano) con acciones de control.	0,162
Biota	0,19	0–20	11	Diversidad moderada (flora y coberturas; especies indicadoras) con presencia de exóticas/invasoras.	2,09
TOTAL					4,712

Fuente: Elaboración propia a partir de Department of Environment, Land, Water and Planning (2022), Consorcio J.A. (2017) y Secretaría Distrital de Ambiente (2020–2023).

Para el cálculo del índice, se tomó cada subíndice se calificó entre 0–20 y se ponderó con los pesos provistos (Biota 0.190; Cuenca 0.068; Agua 0.122; Hidrología 0.081; Forma 0.021; Suelos 0.018). Se normalizó a 0–10 dividiendo por 2 el promedio ponderado ($\sum w \cdot s / \sum w$).

Cálculo del índice

- **Suma ponderada ($\sum \text{peso} \times \text{puntaje}$)** = 4.712
- **Promedio ponderado (0–20)** = $4.712 / \sum \text{pesos} (=0.5)$ = 9.424
- **IWC (0–10)** = $9.424 / 2$ = 4.712 → redondeado: 5
- **Categoría (según escala IWC):** Moderado (5–6)

La categoría Moderado, en el Índice de Condición de Humedales (IWC) significa que el ecosistema mantiene todavía varias de sus funciones y servicios ecológicos, pero presenta signos claros de degradación que afectan su integridad. En este estado, la biota puede mostrar pérdida de diversidad o invasión de especies exóticas; la hidrología puede estar parcialmente alterada por cambios en la frecuencia o duración de las inundaciones; y los suelos o propiedades del agua evidencian presiones antrópicas, aunque no en niveles críticos. En términos de gestión, la condición moderada indica un punto de inflexión: el humedal conserva potencial de recuperación mediante acciones de restauración y control de impactos, pero de continuar las presiones, podría descender rápidamente hacia categorías de pobre o muy pobre, comprometiendo irreversiblemente sus servicios ecosistémicos.

Características del desarrollo, preservación y conservación del humedal El Tunjo

La evolución del humedal El Tunjo entre 2020 y 2023 refleja un proceso de gestión ambiental en el que confluyen avances normativos, técnicos y ecológicos. Durante este periodo se han fortalecido los mecanismos de seguimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA), implementando herramientas de semaforización que permiten medir el grado de cumplimiento de actividades; se han ejecutado obras de mejoramiento físico-hídrico orientadas a la recuperación de espejos de agua y al aumento de la capacidad de almacenamiento, con efectos positivos en la avifauna; y se han consolidado programas de monitoreo continuo que integran series de biodiversidad e hidrobiología, útiles para la toma de decisiones adaptativas.

Evolución del humedal El Tunjo (2020–2023)

Entre 2020 y 2021, los informes de gestión destacaron la persistencia de problemáticas como déficit hídrico, especies invasoras y fragmentación territorial, aunque se realizaron acciones de reconfiguración hidrogeomorfológica, restauración ecológica y jornadas comunitarias de monitoreo y

educación ambiental. En 2021, la semaforización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) indicó que el 55,56 % de las actividades se encontraban en ejecución, reflejando un avance parcial en la implementación.

Durante 2022 y 2023, se evidenció un fortalecimiento de programas de restauración, jornadas de replantación, riego y mantenimiento integral de franjas acuáticas y terrestres. Asimismo, se integraron monitoreos de biodiversidad e hidrobiología que aportaron insumos para la toma de decisiones adaptativas. En 2023, el informe consolidó anexos técnicos con series de datos sobre calidad del agua y biodiversidad, lo que representó un salto en la capacidad de seguimiento científico y gestión ambiental.

Tabla 7. Evolución de las problemáticas y actividades evidenciadas en el humedal El Tunjo (2020–2023)

Año	Problemática destacada	Actividades desarrolladas
2020	Déficit hídrico	Reconformación hidrogeomorfológica para mejorar flujo y almacenamiento de agua; recuperación de espejos de agua; monitoreo comunitario del caudal.
	Especies invasoras	Jornadas de control de retamo espinoso y otras invasoras; actividades de reforestación con especies nativas; fortalecimiento de la cobertura vegetal.
	Fragmentación y presión antrópica	Acciones de sensibilización comunitaria; jornadas de limpieza de residuos; articulación con entidades para control de quemas y ocupaciones indebidas.
2021	Déficit hídrico	Apertura y mantenimiento de espejos de agua; monitoreo hidrobiológico; 55,56 % de actividades del PMA en ejecución.
	Especies invasoras	Continuidad de programas de erradicación y control; replantaciones con especies nativas; fortalecimiento de la franja acuática y terrestre.
	Pérdida de conectividad ecológica	Acciones de restauración de corredores biológicos; jornadas de monitoreo comunitario; integración de la avifauna como indicador ecológico.
2022	Desecación de cuerpos de agua	Obras de mantenimiento hidráulico; limpieza de canales; recuperación de zonas encharcables; monitoreo de calidad hídrica.
	Especies invasoras	Jornadas de erradicación manual y control biológico; plantación de especies nativas; mantenimiento de riegos y replantes.
	Fauna feral (perros y gatos)	Campañas de sensibilización ciudadana; coordinación interinstitucional para control; monitoreo de impactos sobre la avifauna y anfibios.
2023	Presiones antrópicas (residuos, urbanización, quemas)	Implementación de brigadas de limpieza; sensibilización comunitaria; control policivo para ocupaciones indebidas.
	Calidad del agua	Monitoreo sistemático de nutrientes, coliformes y oxigenación; integración de anexos técnicos de hidrobiología; generación de series comparativas.
	Biodiversidad en riesgo	Levantamiento de inventarios de flora y fauna; anexos técnicos con indicadores de biodiversidad; uso de resultados para gestión adaptativa.

Fuente: Informe de gestión 2020, 2021, 2022 y 2023 (Secretaría Distrital de Ambiente).

Mejoras físico–hídricas

En 2020, el humedal El Tunjo enfrentaba un marcado déficit hídrico y la desecación de varios espejos de agua, lo que reducía su capacidad para sostener procesos ecológicos básicos. En ese año las acciones estuvieron orientadas principalmente a la reconfiguración hidrogeomorfológica y a la restauración de zonas de recarga, buscando mitigar los efectos de la fragmentación y las presiones antrópicas que limitaban la dinámica natural del agua. Estas primeras intervenciones sentaron las bases para que en los años siguientes se priorizara la recuperación de la lámina de agua como eje de conservación.

Para 2021 se implementaron medidas concretas de apertura y mantenimiento de espejos de agua, con lo cual se logró restablecer parcialmente el almacenamiento hídrico permanente. Esta recuperación favoreció la presencia y diversidad de avifauna, que encontró en los cuerpos de agua reestablecidos hábitats adecuados para anidación y alimentación. La semaforización del Plan de Manejo Ambiental evidenció que más de la mitad de las actividades en curso estaban en ejecución, lo que permitió vincular los resultados físicos del humedal con indicadores de avance en gestión.

En 2022 y 2023 se consolidó este proceso con labores periódicas de limpieza hidráulica, mantenimiento de canales y riego de coberturas vegetales, además de intervenciones para evitar la colmatación de los cuerpos de agua. Estos trabajos garantizaron la permanencia de la lámina hídrica y la estabilidad del ecosistema, al tiempo que mejoraron su capacidad de regulación frente a lluvias extremas y sequías. Así, la evolución de las mejoras físico–hídricas permitió pasar de un escenario de déficit en 2020 a un estado de mayor resiliencia ecológica y funcionalidad hidrológica en 2023.

Monitoreo continuo

Para 2020, la observación del humedal dependía de una base de datos simple relacionada con la biodiversidad y la observación comunitaria que, aunque es una metodología relevante, no era suficiente como para realizar análisis más profundos acerca del estado actual de la zona ecológica. Sin embargo, se logró sensibilizar y capacitar a las comunidades mediante su participación y una adecuada educación sobre el significado de esta vigilancia sin los suficientes indicadores para realizar la tarea.

En 2021 y 2022 se implementaron gradualmente métodos más técnicos de vigilancia como la monitorización de la calidad del agua, inventario parcial de flora y fauna, e informes sobre indicadores de especies. Fueron en estos dos años que se generaron por primera vez insumos en base a información física, química y biológica, facilitando una visión más clara de las presiones antrópicas presentes como la presencia de coliformes y especies invasoras.

El análisis de los coliformes tiene una importancia especial debido a que estas bacterias son un indicador de la contaminación fecal, estando asociada su presencia a las aguas residuales provenientes de la población asentada en la ronda de la margen del río Tunjuelo (Roldán-Pérez et al., 2019). Esta relación se puede confirmar teniendo en cuenta que estos datos son similares a lo indicado en el Plan de Manejo Ambiental del humedal, cuya caracterización fisicoquímica tuvo valores de 200 NMP/100 mL de coliformes fecales en Tunjo P1 y 1.610 NMP/100 mL en Tunjo P2, donde sobrepasan la mitad del total de coliformes (3.010 NMP/100 mL), demostrándose contaminación fecal en las aguas y, por lo tanto, posibles microorganismos patógenos en la misma (Consortio J.A., 2017).

El nivel más alto de desarrollo se logró en el año 2023, momento en que la información de gestión integraba datos de biodiversidad e hidrobiología, junto con anexos técnicos que ordenan comparativamente las respuestas obtenidas. Esta integración condujo a un monitoreo constante y con potencial para servir como base de información para decisiones adaptativas, lo que mejoró la

interacción entre la investigación científica y la gestión del medio ambiente. Por tanto, el monitoreo del humedal ha pasado por un proceso de transformación desde una labor comunitaria inicial hasta una labor técnica y estructurada.

Gestión operativa del humedal El Tunjo

Restauración y mantenimiento

Las tareas relacionadas con la restauración y el mantenimiento han estado enfocadas en fortalecer la cobertura vegetal del humedal, a través de plantaciones, replantaciones y riego constante. Estos trabajos realizados tanto en las zonas acuáticas como terrestres, tienen como propósito principal garantizar la estabilidad del ecosistema, así como controlar la propagación de las especies invasivas y la recuperación de los hábitats para la fauna. Las memorias de gestión reportan la formalización de dichas tareas a través de la suscripción de contratos y fichas técnicas.

Además de los programas de siembra, se han implementado otras actividades de mantenimiento como la limpieza de las rondas, el cuidado de las plántulas y el seguimiento de las áreas reforestadas. Estas acciones pueden medirse de manera sistemática, lo que permite obtener información sobre el nivel de éxito del proceso de restauración. De este modo, es posible realizar ajustes en las técnicas empleadas según las características del humedal.

Gestión operativa y riesgo

Otro elemento importante que se ha incorporado a la gestión del humedal es el operativo y de riesgo. Dentro de esta área, destaca la labor de vigilancia y apoyo al control policial, a fin de evitar actos ilegales tales como incendios, vertidos o invasión del humedal. Esto permite incrementar la seguridad del sitio protegido y garantizar las condiciones apropiadas para la restauración y conservación.

En paralelo, se han ejecutado labores de gestión de riesgos asociadas al arbolado, los puentes peatonales y la red de hidrantes del sector. El mantenimiento preventivo de estos elementos disminuye la vulnerabilidad del humedal ante emergencias como incendios forestales, caídas de árboles o inundaciones localizadas. Estas acciones operativas, además de proteger la infraestructura ecológica y social, garantizan la seguridad de visitantes y comunidades aledañas.

Proyecto de inversión y líneas de acción

En el caso particular del proyecto de inversión PI 7814, se han planteado los objetivos y acciones que marcan el curso de la gestión del humedal de manera corto y mediano plazo. Esta herramienta proporciona la posibilidad de identificar objetivos, recursos financieros y métricas de progreso para la evaluación de los logros alcanzados en lo referente a la conservación. Este procedimiento permite garantizar la alineación entre la planificación ambiental local y los proyectos territoriales implementados.

Con el fin de este proyecto, se empleó la estrategia de educación, participación y comunicación, llegando a un total de 76 actividades y a 2292 participantes. Estos incluyeron los 26 actos educativos en los cuales participaron 749 asistentes, los recorridos interpretativos en los que tuvieron presencia 383 participantes y los eventos de representación o de impacto que tuvieron lugar frente a 780 asistentes. Gracias a estas actividades se logró la motivación y sensibilización de la población sobre la protección del ecosistema. Se realizaron también 12 jornadas de gestión socioambiental y gobernanza, apoyadas por la apropiación institucional y ciudadana, y además se realizaron 8 procesos formativos y 8 mesas territoriales.

De la misma manera, se implementaron algunas iniciativas más específicas como el respaldo al programa “Mujeres que Reverdecen”, con 109 personas beneficiarias, y los días de apropiación

comunitaria que, si bien se realizaron de manera puntual, resultaron eficaces para aumentar la sensación de pertenencia del humedal. Esto es evidente en cómo la inclusión de dichas actividades permite observar que el PI 7814 no sólo logra una adecuada integración de la planeación institucional con la ecología, sino que promueve la participación ciudadana.

Tabla 8. Educación, comunicación y participación para la construcción del territorio

ESTRATEGIA	Número de actividades	Cantidad de participantes
Educación, participación y comunicación	76	2292
Mesas territoriales	8	123
Acciones pedagógicas	26	749
Apoyo programas Mujeres que Reverdecen	2	109
Eventos Representativos/Impacto	7	780
Gestión Socioambiental y de gobernanza	12	56
Jornadas de Apropiación	1	10
Procesos de Formación	8	82
Recorridos Interpretativos	12	383

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024).

Normas relacionadas con la conservación del humedal El Tunjo

PMA vigente

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) del humedal El Tunjo, por su parte, fue establecido con la Resolución SDA 03561 de 2019, para convertirse en el instrumento de técnica y normativa que guiará la conservación, la restauración y el uso sostenible del humedal. En este plan se contemplan, precisamente, lineamientos respecto de la gestión de la biodiversidad, el manejo de las presiones antrópicas y la restauración de los servicios ecosistémicos de esta región. La resolución del PMA representó una mejora en la conformación de la Estructura Ecológica Principal de Bogotá.

Es importante resaltar que la existencia del PMA se sustenta en la declaratoria previa como Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) realizada mediante el Acuerdo Distrital 577 de 2014, que reconoció al Complejo de Humedales El Tunjo como área de especial importancia ecológica. Este antecedente jurídico le otorgó la categoría de suelo de protección y determinó que toda intervención

debía regirse por criterios de conservación y restauración. De esta manera, la combinación de la declaratoria y el PMA asegura un blindaje normativo frente a presiones urbanísticas, consolidando la obligatoriedad de su gestión integral.

Tabla 9. Resolución SDA 3561 de 2019 y su importancia para el Humedal El Tunjo

Art.	Tema / Contenido	Importancia para la conservación	Implicaciones prácticas para el Tunjo
1	Aprobación del PMA del PEDH El Tunjo.	Otorga marco jurídico-técnico vinculante para conservar, restaurar y usar sosteniblemente el humedal.	Todas las acciones deben alinearse al PMA (diagnóstico, zonificación, plan de acción); obliga a entidades a ceñirse a objetivos y metas.
2	Delimitación del área protegida (con base en Concepto Téc. 05476 de 2019 y Acuerdo 577/2014).	Define el polígono legal y evita ambigüedades sobre qué proteger.	Actualiza cartografía oficial; orienta control, restauración, adquisición predial y evita usos incompatibles fuera/dentro del límite.
3	Zonificación y régimen de usos: Preservación y Protección; Recuperación Ambiental (con subzonas); Uso Sostenible.	Asegura integridad ecológica al separar áreas para proteger fuentes hídricas, restaurar coberturas y permitir usos de bajo impacto.	Prioriza conservación y restauración; condiciona infraestructura; prohíbe usos no listados; guía dónde plantar, restaurar y monitorear.
4	Plan de acción y objetivos (vigencia diez años).	Establece hoja de ruta con metas de conservación, participación y seguimiento.	Programa acciones a corto/mediano/largo plazo; integra comunidad y entidades; habilita evaluación periódica.
5	Estrategias y proyectos del PMA (9 proyectos, 3 programas: restauración de ecosistemas; investigación/educación/participación; manejo y uso sostenible).	Alinea esfuerzos de restauración, control de presiones y fortalecimiento social para sostener servicios ecosistémicos.	Operativiza jornadas de restauración, monitoreo biológico, educación ambiental y manejo adaptativo.
6	Cerramientos y controles (coordinación SDA-EAAB-otras).	Disminuye intrusión, quemas y vertimientos; protege hábitats sensibles.	En 6 meses desde la adopción del PMA se define cerramiento total o por tramos; refuerza control territorial.
7	Autorizaciones previas para actividades con impacto significativo (Comisión Conjunta).	Evita acciones que deterioren la condición ecológica; exige compatibilidad con objetivos de conservación.	Todo proyecto debe demostrar compatibilidad y prever compensaciones (restauración, conectividad hidráulica/ecológica).
8	Vigencia del PMA (10 años) y posibilidad de ajustes.	Garantiza continuidad de la gestión conservacionista con capacidad de actualización.	Permite ajustar medidas según nuevos datos (p. ej., monitoreo de agua/biodiversidad).
9	Seguimiento semestral por parte de entidades ejecutoras.	Fortalece control y transparencia; habilita manejo adaptativo.	Reportes con soportes; base para semaforización y priorización de acciones correctivas.
10–11	Comunicación y publicación a entidades y comunidad.	Asegura publicidad y control social de la gestión ambiental.	Difusión en Registro Distrital/Boletín Legal; notificación a actores clave.
12	Consulta pública del PMA.	Facilita acceso a información y participación informada.	El PMA queda disponible para consulta; insumo para educación y veeduría ciudadana.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Resolución SDA 3561 de 2019.

A partir de la revisión del Plan de Manejo Ambiental y de los informes de gestión disponibles entre 2020 y 2023, se realizó una verificación general de algunas de las principales acciones desarrolladas en el humedal. Este ejercicio permite reconocer avances en la implementación del PMA, pero también identificar actividades que requieren continuidad y fortalecimiento, especialmente frente a las presiones que todavía afectan al ecosistema.

Tabla 10. Verificación de acciones asociadas al Plan de Manejo Ambiental del humedal El Tunjo

Acción revisada del PMA	Estado observado	Medio de verificación	Observación
Recuperación y mantenimiento de los cuerpos de agua	En ejecución, con avances	Informes de gestión SDA 2020–2023	Se reportan acciones de reconfiguración hidrogeomorfológica, recuperación y mantenimiento de espejos de agua y limpieza de canales.
Restauración de coberturas vegetales y control de especies invasoras	En ejecución	Informes de gestión SDA 2020–2023	Se evidencian jornadas de control de especies invasoras, replantación, riego y mantenimiento con especies nativas.
Monitoreo de biodiversidad y condiciones hídricas	En fortalecimiento	Informes de gestión SDA 2021–2023 y anexos técnicos de 2023	Se incorporaron monitoreos de biodiversidad, hidrobiología y calidad del agua, con mayor sistematización de información en 2023.
Educación ambiental y participación comunitaria	En ejecución	Informes de gestión SDA y actividades de educación, participación y comunicación	Se registran recorridos, acciones pedagógicas, procesos formativos, mesas territoriales y jornadas de apropiación comunitaria.
Control de residuos, quemas, ocupaciones y otras presiones antrópicas	Implementación parcial	Informes de gestión SDA 2020–2023	Aunque se desarrollan acciones de limpieza, sensibilización y control, continúan registrándose presiones antrópicas sobre el humedal.
Seguimiento a la ejecución del PMA	Parcial / en seguimiento	Semaforización del PMA e informes de gestión	Para 2021 se reportó que el 55,56 % de las actividades se encontraba en ejecución, lo que evidencia avances, aunque también la necesidad de dar continuidad a las acciones previstas.

Fuente: Elaboración propia a partir del Plan de Manejo Ambiental del humedal El Tunjo y de los informes de gestión de la Secretaría Distrital de Ambiente 2020–2023.

La revisión muestra que el PMA ha tenido avances en diferentes componentes, principalmente en restauración, mantenimiento, monitoreo y participación comunitaria. Sin embargo, la permanencia de problemas relacionados con la calidad del agua, las especies invasoras, los residuos y otras presiones sobre el territorio indica que varias de estas acciones requieren continuidad. Por esta razón, más que una ausencia de gestión, se identifica una brecha entre las acciones que se vienen desarrollando y la

necesidad de consolidarlas para alcanzar de manera progresiva los objetivos de conservación del humedal.

POT Bogotá (Decreto 555 de 2021)

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá, adoptado mediante el Decreto 555 de 2021, refuerza la posición del humedal El Tunjo dentro de la Estructura Ecológica Principal. Este documento considera a los humedales distritales como Reservas Distritales de Humedal (RDH) y establece un uso diferenciado del mismo, que comprende usos permitidos, compatibles, condicionados y no permitidos. De manera particular, se destacan los usos vinculados a la conservación, la restauración y el conocimiento (investigación, educación y monitoreo), mientras que se limitan drásticamente cualquier tipo de uso relacionado con lo urbano o productivo.

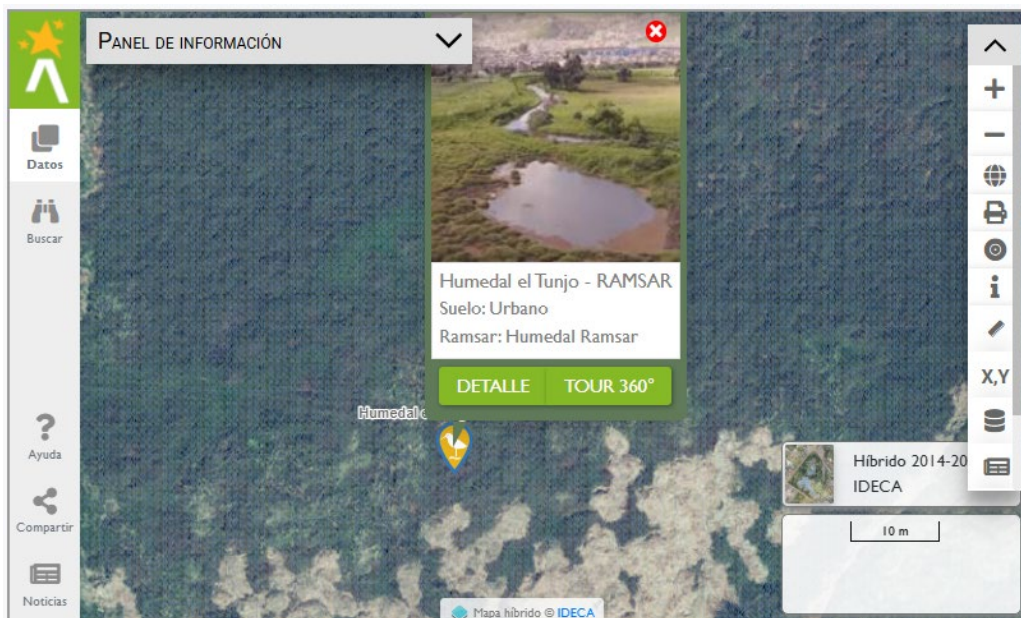
Por último, el Decreto 555 incluye normas sobre la conectividad ecológica, la participación comunitaria y el manejo del riesgo climático. Igualmente, integra las pautas del PMA con el Ordenamiento Territorial, haciendo indispensable que toda obra de carácter urbana y vial, que tenga un impacto sobre el humedal, cumpla requisitos de conectividad hidrológica, compensación ecológica y restauración de espacios iguales. En este sentido, el POT permite no solo reforzar la defensa del humedal El Tunjo desde una perspectiva legal, sino que también hacerlo vinculante para la ciudad.

Instrumentos y cartografía oficial

La planificación de El Tunjo se ha visto beneficiada por los informes de gestión, donde han sido señalados la relevancia y la necesidad de las herramientas técnicas y cartográficas relacionadas a la planificación de El Tunjo. Esto se debe a que dentro de las medidas implementadas para esta área está la introducción de polígonos oficiales en la cartografía distrital, que demarcan de manera precisa los límites de la zona, así como también los de su ronda hidráulica y su zona de manejo (Visorgeo, 2025).

Esto ayuda a identificar áreas que deban ser restauradas y conservadas sin superposiciones con urbanizaciones u obras viales.

Figura 7. Localización satelital del humedal el Tunjo



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. Visor Geográfico Ambiental.

Asimismo, se han elaborado e actualizado anexos técnicos que contienen informaciones relativas a biodiversidad, calidad del agua, suelo y hidrodinámica, y que son complementarios a las estrategias de manejo que se consignan en el PMA y en el POT. Los mismos permiten la aplicación de directrices específicas, tales como la rehabilitación de franjas acuáticas, la lucha contra las especies exóticas y la regulación de actividades de bajo impacto (ecoturismo, investigación científica y educación ambiental). En este sentido, el conjunto de herramientas y cartografía sirve para sustentar la parte técnica de la protección normativa, permitiendo que el manejo del humedal El Tunjo se realice de manera científica y planificada.

Propuesta de lineamientos de sostenibilidad urbana para el humedal El Tunjo

En respuesta al tercer objetivo específico de esta investigación, el presente apartado formula los lineamientos de sostenibilidad urbana para el humedal El Tunjo. Su construcción se deriva de los resultados de los dos objetivos previos: la identificación y valoración de los servicios ecosistémicos del humedal y la verificación del marco normativo y de gestión. Según el índice de condición de humedales, el estado ecológico de este humedal fue considerado medio, lo que significa que su ecosistema posee funciones ambientales importantes; sin embargo, presenta un deterioro por las presiones antrópicas a las que está siendo sometido, como la contaminación hidrográfica, fragmentación, mal uso del suelo, colonización de especies invasoras y alteración de su ciclo hidrológico.

Para estructurar la propuesta se consideró cómo otras investigaciones de caso habían estructurado sus lineamientos. Así, la investigación de Nieto (2023) sobre la planificación ambiental para humedales y las investigaciones de López (2020) y Narváez-Tafur (2015) sobre la sostenibilidad urbana agrupan sus lineamientos de acuerdo a las dimensiones de sostenibilidad o por componentes ambientales, mientras que en el nivel internacional las experiencias en el manejo de humedales bajo la perspectiva de una comunidad comunitaria y de resiliencia climática utilizan el mismo criterio (Ndungu et al., 2020; Nguyen et al., 2018). Con base en esto, los lineamientos se estructuran por componentes ambientales —hídrico, suelo, aire y clima, biótico— y un eje transversal sobre gobernanza, participación e integración territorial. Cada uno se orienta a un determinado estímulo, contribuye a la mejora de un servicio ecosistémico y actúa en la mitigación y adaptación a las afectaciones del cambio climático desde las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad urbana (Aguilera, 2021).

El marco de trabajo se codifica según su componente correspondiente (H para hidrología, S para suelo, A para aire y climatología, B para biótico y G para gobernabilidad) con el objeto de poder citarlo y,

además, integrarlo en los procesos de planeación y ordenación territorial como un determinante ambiental.

La Figura 8 presenta de manera sintética la estructura de los lineamientos propuestos y la relación entre los diferentes componentes considerados en la investigación.

Figura 8. Estructura de los lineamientos de sostenibilidad urbana propuestos para el humedal El Tunjo



Fuente: Elaboración propia

Lineamientos del componente hídrico (agua)

El diagnóstico evidenció el deterioro de la calidad del agua del humedal por el aporte de aguas residuales provenientes del río Tunjuelo. La caracterización fisicoquímica del Plan de Manejo Ambiental reportó coliformes fecales de 1.610 NMP/100 mL en el punto Tunjo P2 —donde superan la mitad de los coliformes totales (3.010 NMP/100 mL)— y de 200 NMP/100 mL en el punto Tunjo P1, valores que indican contaminación fecal y advierten sobre la posible presencia de microorganismos patógenos (Consorcio J.A., 2017). A escala nacional, las aguas residuales domésticas sin tratamiento constituyen la principal causa del deterioro del recurso hídrico (Roldán-Pérez et al., 2019).

LH-1. Controlar y reducir los vertimientos de aguas residuales domésticas sobre la ronda del río Tunjuelo, mediante la identificación de descargas irregulares y su reconexión al sistema de alcantarillado, en coordinación con la empresa de acueducto y la autoridad ambiental (Roldán-Pérez et al., 2019).

LH-2. Implementar sistemas de tratamiento basados en la naturaleza, como humedales contruidos de flujo subsuperficial, para depurar la esorrentía y las descargas difusas antes de su ingreso a los espejos de agua (Kadlec y Wallace, 2009; Vymazal, 2010).

LH-3. Establecer un programa de monitoreo periódico de la calidad del agua con parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos (coliformes totales y fecales, DBO5, DQO y nutrientes), tomando como línea base la caracterización del Plan de Manejo Ambiental (Consortio J.A., 2017).

LH-4. Recuperar la dinámica hídrica y la capacidad de regulación del humedal, protegiendo los seis espejos de agua y la zona de manejo y preservación ambiental, para sostener la regulación hídrica y la amortiguación de inundaciones (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020a)-

LH-5. Articular las acciones anteriores con la gestión integral del recurso hídrico y la adaptación al cambio climático, reconociendo la función del humedal dentro del ciclo hidrológico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2001; Narváez-Tafur, 2015).

Lineamientos del componente suelo

El humedal enfrenta presiones por la ocupación inadecuada del suelo, los asentamientos sobre la ronda hídrica, la disposición de escombros y residuos, y la fragmentación de su entorno. Estas dinámicas reducen el área efectiva del ecosistema y comprometen su función dentro de la estructura ecológica del territorio.

LS-1. Delimitar y respetar la zona de manejo y preservación ambiental del humedal, evitando nuevas ocupaciones y usos incompatibles con la vocación ambiental del suelo, conforme al régimen de usos definido en el ordenamiento territorial (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004).

LS-2. Controlar la disposición de escombros y residuos sólidos en las áreas aledañas, con vigilancia permanente y recuperación de los puntos críticos identificados en el diagnóstico.

LS-3. Recuperar y estabilizar las franjas de ronda mediante la restauración de coberturas vegetales nativas, reduciendo los procesos erosivos y la presión por el uso del suelo en humedales periurbanos (Torres et al., 2019).

LS-4. Incorporar el humedal y su área de influencia como suelo de protección dentro de la Estructura Ecológica Principal, garantizando su tratamiento como determinante ambiental en la planificación urbana (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020b).

Lineamientos del componente aire y clima

El humedal aporta a la mitigación del cambio climático mediante la captura de carbono y la regulación microclimática. El diagnóstico estimó una cobertura vegetal con capacidad de captura de CO₂ y un arbolado significativo en el sector, lo que respalda su papel como sumidero de carbono y como infraestructura verde frente a los efectos del calentamiento urbano.

LA-1. Conservar e incrementar la cobertura vegetal y el arbolado del humedal y su entorno, fortaleciendo la captura de CO₂ y su función como sumidero de carbono (Bergkamp y Orlando, 1999; Consorcio J.A., 2017).

LA-2. Aprovechar el humedal como infraestructura verde para la regulación microclimática y la mitigación de las islas de calor urbano en el sur de Bogotá (González y Álvarez, 2020; Laforteza et al., 2009).

LA-3. Incorporar el humedal como medida de mitigación y adaptación dentro de las estrategias locales frente al cambio climático, monitoreando su aporte en términos de carbono y de resiliencia climática (Bergkamp y Orlando, 1999).

Lineamientos del componente biótico (biodiversidad)

El humedal alberga una biodiversidad relevante, con 70 especies de plantas terrestres y 41 especies de aves, de las cuales 20 son migratorias, lo que sustenta servicios ecosistémicos de polinización, dispersión de semillas y control de plagas (Consortio J.A., 2017). No obstante, la proliferación de especies invasoras y la fragmentación amenazan la integridad de este componente y la conectividad ecológica del ecosistema.

En el componente de flora se registran 70 especies de plantas terrestres distribuidas en 37 familias, de acuerdo con la caracterización presentada en el Plan de Manejo Ambiental del humedal El Tunjo (Consortio J.A., 2017). En cuanto a la fauna, se reportan aves, anfibios, macroinvertebrados y otras especies de interés ecológico. La biota cumple un papel importante en el funcionamiento del humedal, ya que sostiene procesos como la polinización, el control biológico y la conservación de hábitats. Su protección contribuye además a mantener servicios ecosistémicos relacionados con la regulación climática, la educación ambiental y la conservación de la biodiversidad.

LB-1. Implementar un programa de control y manejo de especies invasoras, vegetales y de fauna, para reducir su proliferación y proteger las poblaciones nativas (Consortio J.A., 2017).

LB-2. Restaurar ecológicamente las coberturas vegetales nativas y los hábitats para la fauna, en especial para las aves residentes y migratorias, consolidando el humedal como corredor ecológico (Secretaría General de la Organización de las Naciones Unidas, 1993; Velásquez y Salazar, 2022).

LB-3. Fortalecer la conectividad ecológica del humedal con otros elementos de la Estructura Ecológica Principal del sur de la ciudad, manteniendo los procesos ecológicos y los flujos de especies (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020b).

LB-4. Integrar la conservación de la biodiversidad con la prestación de servicios ecosistémicos en la planificación urbana, reconociendo su valor para el bienestar de las comunidades (Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2017).

Lineamientos de gobernanza, participación y articulación territorial

Aunque el humedal cuenta con declaratoria de protección, Plan de Manejo Ambiental y articulación con el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, el diagnóstico evidenció brechas persistentes entre la formulación normativa y su implementación efectiva. Por ello, este eje transversal busca cerrar dicha brecha y garantizar que los lineamientos se traduzcan en acciones de gestión, control y seguimiento.

LG-1. Fortalecer la coordinación interinstitucional entre las entidades responsables del territorio, el recurso hídrico y la estructura ecológica, para cerrar la brecha entre la norma y su implementación (López, 2020).

LG-2. Incorporar los lineamientos como determinantes ambientales en los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial, garantizando su carácter vinculante para la gestión del humedal (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004; Secretaría Distrital de Ambiente, 2020a).

LG-3. Consolidar procesos permanentes de participación comunitaria y educación ambiental con las poblaciones aledañas, fomentando la apropiación social del humedal como factor clave para su conservación (Ndungu et al., 2020).

LG-4. Establecer un sistema de monitoreo y evaluación continua basado en indicadores como el Índice de Condición de Humedales, que permita la gestión adaptativa y la toma de decisiones basada en evidencia (Department of Environment, Land, Water and Planning, 2022).

LG-5. Alinear la gestión del humedal con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con las metas de ciudad sostenible y resiliente, posicionándolo como eje prioritario de las estrategias locales de resiliencia climática (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2019; Aguilera, 2021).

Síntesis de la propuesta

De esta forma, los lineamientos propuestos representan un esquema integral que busca integrar la variable ambiental con la social y la económica en materia de sostenibilidad urbana. La segmentación por componentes, combinada con el eje de gestión, asegura que cada una de las presiones detectadas en el análisis tenga su respuesta correspondiente y, además, garantiza que el humedal sea considerado como infraestructura ecológica del territorio y no como un remanente urbano. Es decir, que los lineamientos formulados no solo buscan garantizar la conservación del ecosistema, sino que también se presentan como variables ambientales relevantes en la planeación como una acción de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

Acorde con lo anterior, El Tunjo también puede actuar como un elemento articulador entre el espacio público, el tejido urbano y la estructura ecológica, siempre que esta relación se desarrolle bajo criterios de conservación y usos compatibles con su condición de área protegida.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que la conservación del humedal El Tunjo sí requiere la formulación e implementación de lineamientos integrales de sostenibilidad urbana, orientados a la restauración ecológica, la mejora de la calidad del agua, el control de especies invasoras, el monitoreo permanente, la participación comunitaria y la articulación con los instrumentos de ordenamiento territorial. De esta manera, los resultados obtenidos permiten responder la pregunta de investigación y respaldan el supuesto planteado. El humedal El Tunjo tiene una importancia estratégica en la sostenibilidad urbana del sur de Bogotá porque es capaz de realizar importantes funciones ecosistémicas como la regulación hídrica, la preservación de la biodiversidad, la conectividad ecológica, la educación ambiental y contribuir a la adaptación al cambio climático.

Según se pudo constatar con el diagnóstico, la condición del humedal se encuentra en un nivel medio desde el punto de vista ecológico; esto implica que posee funciones ambientales relevantes, pero al mismo tiempo que está sufriendo cierta degradación por parte de factores antrópicos tales como la contaminación, la fragmentación, la inadecuada ocupación de sus espacios y la modificación de su régimen hidrológico.

A pesar de disponer de mecanismos normativos y de manejo tales como la protección, el Plan de Manejo Ambiental, y la vinculación entre este último y el POT de Bogotá, la investigación demuestra que todavía existe un vacío en la efectiva aplicación de las acciones de conservación. Por lo tanto, la presencia solamente del marco normativo no es suficiente para lograr tal efecto.

El concepto de sostenibilidad urbana para el humedal El Tunjo se tiene que interpretar a partir de una perspectiva integral, donde el ecosistema se debe integrar como un elemento estructural del territorio. Es por esto que los lineamientos propuestos han debido tener en cuenta elementos de restauración ecológica, gestión ambiental, educación y apropiación social, junto con elementos técnicos

de monitoreo y planeación, de manera de poder asegurar la capacidad de mitigación al cambio climático del humedal.

Por consiguiente, es evidente que las investigaciones han demostrado que el humedal El Tunjo no puede considerarse como una especie de residuo en Bogotá; en cambio, se trata de un elemento vital e indispensable para el equilibrio del desarrollo sostenible de esta ciudad. La preservación de este humedal significa un medio para prevenir y adaptarse al cambio climático, y para transformar Bogotá en una ciudad resiliente.

Recomendaciones

A partir de los hallazgos obtenidos en la investigación sobre el humedal El Tunjo, se recomienda fortalecer la articulación entre las estrategias de conservación ecológica y los instrumentos de planeación territorial de Bogotá, de manera que la protección del humedal no se limite al ámbito normativo, sino que se traduzca en acciones efectivas de gestión, control y seguimiento. En este sentido, se sugiere priorizar programas integrales de restauración ecológica orientados a recuperar la estructura y funcionalidad del humedal, especialmente en aquellas zonas más afectadas por la urbanización, la contaminación hídrica y la ocupación inadecuada del suelo. Estas acciones deben contemplar criterios de sostenibilidad urbana y adaptación al cambio climático.

También se recomienda fortalecer la relación del humedal con el espacio público y el entorno construido de manera compatible con su protección ambiental. Esto puede lograrse mediante conexiones peatonales y ambientales en su entorno, procesos de educación y apropiación comunitaria, y una mejor articulación con los equipamientos y espacios públicos cercanos. De esta manera, el humedal puede consolidarse como un elemento de encuentro entre la estructura ecológica y la ciudad, sin comprometer las áreas destinadas a conservación y restauración.

Se recomienda, además consolidar sistemas permanentes de monitoreo ambiental que permitan evaluar periódicamente la condición ecológica del humedal, mediante indicadores técnicos como el Índice de Condición de Humedales (IWC), así como otros instrumentos de seguimiento que faciliten la toma de decisiones oportunas y basadas en evidencia.

De igual manera, es importante fortalecer los mecanismos de gobernanza ambiental mediante una mayor coordinación interinstitucional entre las entidades encargadas de la gestión del territorio, el recurso hídrico y la protección de la estructura ecológica principal. Esta articulación resulta fundamental para superar las brechas existentes entre la formulación normativa y su implementación real.

Se recomienda promover procesos continuos de participación comunitaria y educación ambiental con las poblaciones aledañas, reconociendo que la apropiación social del humedal es un factor clave para su conservación. La vinculación activa de la comunidad puede contribuir a reducir prácticas inadecuadas, fomentar el cuidado del ecosistema y fortalecer la corresponsabilidad en su manejo.

Por otra parte, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en la valoración económica, social y ambiental de los servicios ecosistémicos que presta el humedal El Tunjo, con el fin de ampliar la comprensión de su importancia dentro de la dinámica urbana y respaldar con mayor solidez la formulación de políticas públicas de protección. Finalmente, se recomienda incorporar el humedal El Tunjo como un eje prioritario dentro de las estrategias locales de resiliencia climática, reconociendo su papel en la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y la mitigación de impactos ambientales en el sur de Bogotá.

Lista de Referencia o Bibliografía

- Aguilera, A. (2021). La sostenibilidad urbana y el derecho a la ciudad: ¿nexo ineludible? *Revista Palabra*, 21(1), 186–204. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.21-num.1-2021-3495>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2004). Decreto 190 de 2004. [Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003].
- Andrade, g., Chaves, M., Corzo, G., & Tapia, C. (2018). *Transiciones socioecológicas hacia la estabilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano. Primera aproximación*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo "Nuestro futuro común"*.
<https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=es&v=pdf>
- Bergkamp, G., & Orlando, B. (1999). *Los humedales ante el cambio climático. Examen de la colaboración entre la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán 1971) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de
<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/dn1999-9papers.pdf>
- Blog Seguros Bolívar. (2025). *Cambio climático: ¿qué es y cuáles son sus consecuencias?*
<https://www.segurosbolivar.com/blog/sostenibilidad/cambio-climatico-que-es-y-cuales-son-sus-consecuencias/>
- Brugmann, J. (1992). Global environmental response through a local ecosystems management network. *Ekistics*, 59(352-353), 78-85. .

Bustamante, M., & Ochoa, E. (2014). *Guía práctica para la valoración de servicios ecosistémicos*.

https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/guia_practica_valoracion_servicios_ecosistemas.pdf

Cerma & Arriaxa. (2019). *¿Que es la sostenibilidad urbana?*

<https://cermayarriaxa.com/noticias/sostenibilidad-urbana-que-es> Comisión Conjunta CAR-SDA.

(2023). *Plan de Manejo Ambiental PMA Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá*.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales*. Repositorio oficial de CEPAL – documento 40155

Conesa, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.

Consorcio J.A. (2017). *Plan de Manejo Ambiental del Humedal Tunjo*.

https://oab.ambientebogota.gov.co/?p=15053&post_type=dlm_download

Convencion de Ramsar sobre los Humedales. (2018). *Ampliar la conservación, el uso racional y la restauración de los humedales para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wetlands_sdgs_s.pdf

Convención de Ramsar. (2015). Cuarto Plan Estratégico para 2016 - 2024. [Adoptado por la 12ª Reunión de la Conferencia].

Costanza, R., & Daly, H. (1992). Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*. *Conservation Biology*, 6(1), 37-46.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*(387),

<https://doi.org/10.1038/387253a0>.

Department of Environment, Land, Water and Planning. (2022). *Index of Wetland Condition Assessment*

Procedure. <https://iwc.vic.gov.au/docs/IWC%20Assessment%20Procedure%20-%20August%20%202022.pdf>

Escobar, J. (2018). *Humedales Ramsar en Colombia*. Obtenido de

<https://humedalesbogota.com/2018/01/25/humedales-ramsar-colombia/>

Fundación Aquae. (2021). *Qué es un ecosistema y cómo afecta a la biodiversidad*.

<https://www.fundacionaquae.org/wiki/la-importancia-los-ecosistemas-la-biodiversidad/>

Fundación Global Nature. (2022). *Floray Fauna que debes conocer antes de visitar un humedal*.

https://liferenaturwat.com/wp-content/uploads/2023/09/FGN_guia_renaturwat_2023_BAJA.pdf

González, C., & Álvarez, J. (2020). Influencia de los humedales urbanos en la moderación térmica en Lima metropolitana. *Revista Peruana de Ciencias Ambientales*, 6(1), 21–35.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2021). *Humedales: un tesoro anfibio que sobrevive en el 26 por ciento de Colombia*.

<https://www.humboldt.org.co/noticias/humedales-un-tesoro-anfibio-que-sobrevive-en-el-26-por-ciento-de-colombia>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2023). *Informe anual del Banco de Germoplasma*. Instituto Humboldt .

Junta Directiva de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio . (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Informe de síntesis*. Obtenido de

<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>

Kadlec, R., & Knight, R. (1996). *Tratamiento de los Humedales*. Lewis Publishers.

Kadlec, R., & Wallace, S. (2009). *Treatment Wetlands*. CRC Press .

Laforteza, R., Carrus, G., Sanesi, G., & Davies, C. (2009). Benefits and well-being perceived by people visiting green spaces in periods of heat stress. *Urban Forestry & Urban Greening*, 8(2), 97-108.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.02.003>.

Lezama, J., & Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*, 12(49), 153-176.

López, D., & García, N. (2021). Wild edible fruits of Colombia: Diversity and use prospects. *Biota Colombiana*, 22(2), 16-55. <https://doi.org/10.21068/c2021.v22n02a02>.

López, O. (2020). *La sustentabilidad urbana: una aproximación a la gestión ambiental en la ciudad*. Universidad del Valle.

Márquez, K. (2019). *Servicios Ecosistémicos*. Obtenido de

<https://view.genially.com/5dab4fcd044e880fcb6e89b1/presentation-servicios-ecosistemicos>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2001). *Política Nacional para humedales interiores de Colombia. Estrategias para su conservaciones y uso racional*. Obtenido de
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Política-Nacional-de-Humedales.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2012). *Política Nacional para la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Política-Nacional-de-Gestión-Integral-de-la-Biodiver.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2021). *Gestión sostenible de humedales: Caso del Humedal de Puerto López, Meta*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (s.f). *Contrato de acceso a recursos genéticos y sus productos derivados*. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/contrato-acceso-a-recursos-geneticos-y-sus-productos-derivados/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2017). *Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental urbana*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf

Narváez-Tafur, G. (2015). Hacia la sostenibilidad urbana y ambiental. *Bitácora*, 2, 11-14.

National Geographic. (2022). *¿Qué es un ecosistema?* Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/08/que-es-un-ecosistema>

National Science Foundation. (2000). *Towards a comprehensive geographical perspective of urban sustainability*. Obtenido de <https://cupr.rutgers.edu/wp-content/uploads/2014/08/sustain.pdf>

Ndungu, S., Otieno, C., & Mwangi, J. (2020). *Wetlands and water security in Kenya: Community-based approaches for sustainable management*. Nairobi: Kenya Wetlands Forum.

Nguyen, H., Tran, P., & Le, V. (2018). *Wetlands and flood management in the Mekong Delta: A sustainable approach to climate resilience*. Mekong Research Institute.

Nieto, J. (2023). *Los servicios ecosistémicos de humedales en la ruta de la planificación ambiental: estudio de caso Puerto López, Meta (1989 – 2018). [Tesis de Maestría]*. Universidad La Gran Colombia.

Oficina de Normas Internacionales y Asuntos Legales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1971). *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*.

Organización de las Naciones Unidas. (2019). *Informe técnico sobre proyecciones de urbanización*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *¿Qué es un ecosistema?* Obtenido de <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1611441/>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f). *17 objetivos para transformar nuestro mundo*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Organización Meteorológica Mundial. (s.f). *Estado del clima*. <https://public.wmo.int/es/site/frontline-of-climate-action/state-of-climate>

Parvin, M., Shadhin, M., Dulal, M., & Rahman, M. (2024).

Harnessing Cattail Biomass for Sustainable Fibers and Engineered Bioproducts: A Review. Global Challenges, 9(1), <https://doi.org/10.1002/gch2.202400183>.

Patterson, J. (1999). *Wetlands and climate change. Feasibility investigation of giving credit for conserving wetlands as carbon sinks*. Wetlands International Special Publication.

Portal Ramsar. (s.f). *La importancia de los humedales*. Obtenido de <https://www.ramsar.org/es/acerca-de/nuestra-mision/la-importancia-de-los-humedales>

Rabello, E., Roston, D., da Silva, A., & Pereda, I. (2023). *Biogas from aquatic plants: A bioenergetics incentive for constructed wetlands usage. Heliyon, 9(2)*, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12537>.

- Rodríguez, H. (2023). *Así se ven los humedales desde el espacio*. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/asi-se-ven-los-humedales-desde-el-espacio_10101
- Rodríguez, P., & Cubillos, A. (2012). Elementos para la valoración integral de los recursos naturales: un puente entre la economía ambiental y la economía ecológica. *Gestion y Ambiente*, 15(1), 77-90.
- Rodríguez-Calderón, A., Muñoz, J., Moreno, D., & Celis, M. (2019). Describing and diffusing the ethnobotanical knowledge of Bogotá D. C. through an online tool focused on common names of plants. *Acta Botanica Brasilic*, 33(2), 303-314. 10.1590/0102-33062018abb0337.
- Roldán-Pérez, G., Campuzano, C., Chalarca, D., Molina, F., Rodríguez, D., Benjumea-Hoyos, C., . . . Ríos-Pulgarín, M. (2019). La calidad del agua en Colombia. En R. I. Ciencias, *Calidad del Agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades* (págs. 202-237). Red Interamericana de Academias de Ciencias.
- Rossi, D., & Bianchi, M. (2023). Bio-based building materials and their applications: A review. *Construction and Building Materials*.
- Sahagian, D., & Melack, J. (1998). *Distribución global de humedales y caracterización funcional: gases traza y el ciclo hidrológico*. IGBP report 46.
- Sánchez, M. (2021). *Los humedales, los grandes aliados contra el cambio climático*. Obtenido de <https://www.restauraciondeecosistemas.com/los-humedales-los-grandes-aliados-contrael-cambio-climatico/>
- Sánchez, P., Guzmán, L., & Peña, J. (2021). Mechanical properties of *Typha domingensis* natural-fibre composites for low-cost housing. *Journal of Natural Fibers*, 1231 – 1243.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar*. Obtenido de <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-sp.pdf>

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2016). *Introducción a la convención sobre los humedales*.

https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf

Secretaría de la Convención sobre los Humedales. (2021). *Perspectiva mundial sobre los humedales*.

Obtenido de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo_2021_s.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente. (2020a). *Plan de Manejo Ambiental del Humedal El Tunjo*. Obtenido de

https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=15053

Secretaría Distrital de Ambiente. (2020b). *La Estructura Ecológica Principal debe ser el eje articulador de*

las ciudades sostenibles. https://www.ambientebogota.gov.co/todas-las-investigaciones?_101_assetEntryId=1162722&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_type=content&_101_urlTitle=la-estructura-ecologica-principal-debe-ser-el-eje-articulador-de-las-ciudades-sostenibles&p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized

Secretaría Distrital de Ambiente. (2021). *Colombia entre los 84 países más vulnerables al cambio*

climático: ND-GAIN. Obtenido de <https://oab.ambientebogota.gov.co/colombia-entre-los-84-paises-mas-vulnerables-al-cambio-climatico-nd-gain>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2024). Informe de gestión 2023: Reserva Distrital Complejo de

Humedales El Tunjo (Versión 2). *Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad*. PDF oficial – Informe de Gestión 2023 El Tunjo

Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f.a). *Humedales de Bogotá*. Obtenido de

<https://www.ambientebogota.gov.co/humedales>

Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f.b). *Humedal El Tunjo*. Obtenido de

<https://www.ambientebogota.gov.co/humedal-el-tunjo>

Secretaría General de la Organización de las Naciones Unidas. (1993). Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Servicio de Información sobre Sitios Ramsar. (2019). *Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá*. Obtenido de <https://rsis.ramsar.org/es/ris/2404>

Tansley, A. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3), 284-307, <https://doi.org/10.2307/1930070>.

Terrado, M., Sabater, S., Chaplin-Kramer, B., Mandle, L., Ziv, G., & Acuña, V. (2016). Model development for the assessment of terrestrial and aquatic habitat quality in conservation planning. Science of the total environment. *Science of The Total Environment*, 540, 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.064>.

Tjallingii, S. (1995). *Ecopolis: Strategies for Ecologically Sound Urban Development*. Backhuys Publishers.

Torres, J., Rodríguez, M., & Gómez, P. (2019). *Evaluación del impacto humano en los humedales periurbanos de la Sabana de Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia.

Velásquez, J., & Salazar, E. (2022). Manejo sostenible de totorales en la cuenca del río Guaviare. *Boletín de Ecología Aplicada*, 35-48.

Visorgeo. (2025). Mapa en línea - humedal El Tunjo. *Secretaría de Ambiente*. Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/humedal-el-tunjo>

Vymazal, J. (2010). Constructed wetlands for wastewater treatment. *Water*, 2(3), 530-549. <https://doi.org/10.3390/w2030530>.

ANEXOS

Anexo A. Matriz de análisis documental

Documento / fuente	Año	Aspecto revisado	Aporte a la investigación
Plan de Manejo Ambiental del Humedal El Tunjo – Consorcio J.A.	2017	Caracterización ambiental, servicios ecosistémicos, biodiversidad, calidad del agua y objetivos de conservación.	Permitió establecer una línea base para reconocer las condiciones ambientales del humedal y sus principales servicios ecosistémicos.
Resolución SDA 3561	2019	Adopción del Plan de Manejo Ambiental, zonificación, régimen de usos y seguimiento.	Permitió revisar el marco de gestión y las obligaciones relacionadas con la conservación y manejo del humedal.
Informes de gestión de la Secretaría Distrital de Ambiente	2020–2023	Restauración, mantenimiento, monitoreo, educación ambiental y problemáticas identificadas.	Permitieron reconocer la evolución reciente de las acciones desarrolladas y las dificultades que aún persisten en el humedal.
Decreto 555 – Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá	2021	Estructura Ecológica Principal, Reservas Distritales de Humedal, usos y articulación territorial.	Permitió analizar la relación del humedal El Tunjo con la planeación y el ordenamiento territorial de Bogotá.
Index of Wetland Condition – IWC	2022	Variables y criterios para valorar la condición ecológica de los humedales.	Se utilizó como referente para organizar e interpretar la valoración de la condición ecológica del humedal El Tunjo.
Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital	2023	Gestión integral de los humedales urbanos reconocidos como sitio Ramsar.	Permitió complementar el análisis del humedal dentro de un contexto distrital y de conservación internacional.
Conesa – Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental	2009	Criterios para la identificación y valoración de impactos ambientales.	Se tomó como referente complementario para orientar el análisis de las presiones e impactos identificados en el área de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. Matriz de evaluación normativa del humedal El Tunjo

Instrumento	Aspecto revisado	Evidencia identificada	Estado observado	Medio de verificación
Acuerdo Distrital 577 de 2014	Declaratoria del humedal El Tunjo como área protegida e incorporación a la Estructura Ecológica Principal.	El humedal cuenta con reconocimiento y delimitación como área de especial importancia ecológica.	Adoptado	Acuerdo Distrital 577 de 2014.
Resolución SDA 3561 de 2019	Aprobación y adopción del Plan de Manejo Ambiental del humedal El Tunjo.	Se encuentra establecido el instrumento que orienta las acciones de conservación, restauración, manejo y seguimiento.	Adoptado y en implementación	Resolución SDA 3561 de 2019 e informes de gestión de la SDA.
Plan de Manejo Ambiental del humedal El Tunjo	Implementación de programas y acciones de restauración, manejo, monitoreo y participación.	Los informes revisados muestran acciones ejecutadas y otras que continúan en desarrollo.	Cumplimiento parcial / en implementación	Informes de gestión SDA 2020–2023.

Decreto 555 de 2021 – POT Bogotá	Incorporación del humedal dentro de la Estructura Ecológica Principal y definición de su régimen de usos.	El humedal es reconocido dentro de las Reservas Distritales de Humedal y se establecen condiciones para su protección.	Incorporado al ordenamiento territorial	Decreto 555 de 2021.
Marco Ramsar aplicable al complejo de humedales urbanos de Bogotá	Conservación y manejo del humedal como parte del complejo de importancia internacional.	El Tunjo hace parte del complejo de humedales reconocido bajo la figura Ramsar.	Vigente	Documentos Ramsar y PMA del Sitio Ramsar del Distrito Capital.

Fuente: Elaboración propia