



**Efecto de las actividades antropogénicas sobre el humedal El Burro durante la última  
década en la ciudad de Bogotá**

Juan David Becerra Jaimes

Stefany Paola Gañan Vargas

Álvaro Enrique Martínez Ríos

Universidad EAN

Especialización en Gerencia de Proyectos

Especialización en Gerencia de Procesos y Calidad

Seminario de Investigación

MSc. Lina María Chacón

Bogotá

02/06/2025

## Resumen

Este documento analiza el impacto de las actividades humanas en el humedal El Burro en Bogotá, comparando factores biofísicos actuales con referencias teóricas de años anteriores. A través de metodologías de evaluación de impacto ambiental, busca evidenciar el deterioro ecológico causado por la urbanización y la disposición inadecuada de residuos. Se empleó un análisis estadístico descriptivo, incluyendo el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA), la percepción comunitaria sobre el deterioro ambiental y la aplicación del método Arboleda para evaluar los impactos de las actividades antropogénicas. Los hallazgos reflejan un deterioro significativo del humedal, atribuible a la falta de planificación urbana y la insuficiente aplicación de regulaciones y planes de manejo ambiental por parte del Distrito. Estos resultados resaltan la necesidad de fortalecer la gestión y conservación del ecosistema para mitigar su degradación.

*Palabras clave:* Humedal, Factores biofísicos, Actividad humana, Impacto ambiental, Evaluación de impacto, Ecosistemas, Deterioro Ambiental.

## **Antecedentes**

Los humedales son sistemas necesarios para la regulación del ciclo del agua, la conservación de diferentes ecosistemas de biodiversidad y la mejora de la calidad del aire en las zonas urbanas, en Bogotá estos espacios cuentan con protección legal bajo el plan de ordenamiento territorial (POT) y la secretaria de Distrital de ambiente (SDA), no obstante, en ciudades como Bogotá el crecimiento urbano, el aumento demográfico y la expansión urbana sin control ha generado interferencia humana en los humedales y sus alrededores generando contaminación y mala gestión de los recursos naturales provocando una reducción significativa de estos ecosistemas (Pinilla et al., 2024). Ejemplo de ello es el humedal El Burro, situado en la localidad de Kennedy en Bogotá, humedal cuya área inicial era de 71.54 hectáreas (1950), sin embargo, por actividades de construcción y urbanización se ha reducido a 18.8 hectáreas para el año 2020 de acuerdo con la Universidad Nacional de Colombia (Periódico UNAL, 2020).

A lo largo del tiempo, el humedal ha experimentado diversas afectaciones. Según el Departamento Administrativo de Medio Ambiente, en 1993 sufrió un deterioro significativo debido a la desecación, la fragmentación y el vertimiento de aguas residuales. Además, en el sector nororiental del humedal se instaló la planta de transferencia de residuos de Protecho, utilizada por los camiones recolectores para depositar desechos. Esta situación alteró la dinámica ecológica del área, ya que los lixiviados se infiltraron en el suelo, afectando la fauna y oscureciendo la laguna, hasta el punto de que el entorno fue percibido como un potrero. (Matta, 2021).

Entre el 2007 y 2015 se demanda la empresa de acueducto de Bogotá por realizar la recuperación únicamente de la mitad del humedal, por no haber delimitado la Zona de manejo y preservación ambiental, lo que permitió la urbanización durante los siguientes años (Consejo de Estado, 2007).

De acuerdo con el Ministerio de Relaciones Exteriores, Colombia forma parte de la Convención Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional desde 1998 a través de la Ley 357 de 1997. Esta convención señala que los humedales son vitales para la supervivencia humana y se encuentran entre los entornos más productivos del mundo; son cunas de diversidad biológica que proporciona agua y productividad de las que dependen innumerables especies de plantas y animales para sobrevivir (Ramsar, s.f. párr.1). El humedal El Burro forma parte del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá designado como un sitio de importancia internacional Ramsar mediante el Decreto Nacional 1468 de 2018. Debido a lo anterior de manera frecuente se requiere realizar evaluación frecuente de aspectos como; calidad y cantidad del recurso hídrico, biodiversidad, cobertura vegetal, composición del agua, naturalidad asociados a criterios biofísicos y de forma complementaria se analizan aspectos socioculturales como infraestructura, equipamientos, ordenamiento territorial y urbanismo (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024).

### **Problema de Investigación**

El humedal ha sido testigo del deterioro ambiental debido a todas las actividades antropogénicas. La construcción acelerada ha reducido de manera significativa su extensión, afectando la capacidad de filtración y asimilación del agua. El levantamiento de viviendas y vías en su entorno ha provocado el fraccionamiento de su ecosistema, deteriorando el hábitat de diferentes especies. A esto se adiciona la tala de la vegetación nativa, lo que ha facilitado la llegada de especies invasoras alterando el equilibrio del medio. A pesar de los planes de conservación del humedal y los intentos de recuperación, la falta de seguimiento y poca conciencia ambiental de la comunidad y la baja rigurosidad de los entes de control se ha dificultado la mejora y recuperación.

No obstante, como se mencionaba anteriormente las actividades antropogénicas han sido un factor relevante en los últimos años y a pesar de que Colombia es parte de la

Convención Ramsar que obliga a proteger y reconocer la importancia ecológica de los humedales, se ha evidenciado una falta de gestión efectiva sobre estos ecosistemas generado inicialmente por la falta de políticas públicas asociadas al control de crecimiento urbano y la expansión de infraestructura, el mal uso y deficiente generación de conciencia sobre su importancia, adicionalmente el ajustado presupuesto y a su vez el descuido normativo frente a las funciones y exigencias de los entes gubernamentales y distritales encargados de la conservación de este ecosistema ha ocasionado la pérdida de biodiversidad, el impacto a la calidad del agua, la reducción de capacidad de mitigación del cambio climático (García, 2023). Es posible que estas intervenciones sean la causa de las variaciones observadas en los factores evaluados en estos ecosistemas.

Finalmente, ante este panorama, es fundamental evaluar como las actividades humanas han impactado este ecosistema del humedal El Burro en la ciudad de Bogotá en la última década, por tal razón surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué evidencias de deterioro ecológico pueden atribuirse a las actividades antropogénicas en el humedal El Burro en la última década?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el impacto de las actividades humanas en el humedal El Burro en la ciudad de Bogotá durante la última década, con el propósito de documentar las evidencias de deterioro ecológico atribuibles a dichas actividades.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las actividades antropogénicas realizadas al rededor del humedal El Burro por medio de referentes gubernamentales y distritales para determinar el impacto de estas actividades sobre el humedal.

- Describir los factores biofísicos identificados en el Humedal El Burro por medio de referentes teóricos para definir los factores atribuibles a las actividades humanas.
- Identificar los efectos sociales generados a las comunidades cercanas al humedal El Burro, por medio de encuestas y estadísticas de la Alcaldía del sector para asociarlo a los cambios en los factores biofísicos del humedal.
- Comparar los datos de los factores biofísicos del humedal en la última década por medio de datos de los Planes de Manejo Ambiental para determinar si se ha generado afectación sobre este ecosistema por las actividades humanas.
- Valorar el impacto que las actividades antropogénicas han ocasionado sobre el humedal a través de una metodología de evaluación de impacto ambiental.

### **Justificación**

Esta investigación busca documentar de manera científica y sistemática la transformación que ha tenido a lo largo de los años el humedal El Burro en Bogotá por medio de información recolectada de referentes teóricos, datos de informes distritales en la última década y datos reunidos por el grupo de investigación de la situación actual, lo que permite construir una visión integral y rigurosa del estado del humedal. Además tiene como propósito aportar teóricamente un visión de la afectación ambiental generada sobre este ecosistema urbano y busca contribuir al entendimiento de los impactos que provocan las actividades antropogénicas, adicionalmente, se pretende validar y cuestionar tanto las evaluaciones de impacto ambiental realizadas por los actores de las actividades antropogénicas como lo son las constructoras o empresas de acueducto y aseo, así como las evaluaciones realizadas en los Planes de Manejo Ambiental ejecutados por la alcaldía; que permita identificar patrones generales aplicables a otros humedales que puedan tener condiciones similares. Así mismo, la investigación combina análisis de datos, buscando de manera concisa a través de una

metodología de evaluación de impacto ambiental, cuantificar dicho impacto, teniendo en cuenta que actualmente se emplean los métodos Arboleda, Leopold y Conesa para valorar el impacto ambiental en este tipo de ecosistemas, sin embargo, los planes de manejo ambiental lo evalúan a través del Índice de Calidad del Agua de corriente superficiales (ICA).

En síntesis, determinar los factores biofísicos del humedal con datos actuales permite realizar una comparación del cambio del ecosistema teniendo en cuenta las actividades antropogénicas y posibilita evaluar los impactos ambientales a través de una metodología que aporte con el diseño acertado de las acciones preventivas y de mitigación que se deberían implementar basado en el cumplimiento de las políticas públicas y medio ambientales, esto, teniendo en cuenta que los humedales forman parte de los ecosistemas clave para el equilibrio ecológico del entorno. Ahora bien, teniendo en cuenta las directrices planteadas por la Universidad EAN este trabajo se encuentra ubicado en el campo de la ciencia, tecnología e innovación, y las metodologías e instrumentos para la gestión ambiental son su línea de investigación.

### **Marco Teórico**

Los humedales son cuerpos de agua con diferentes ecosistemas que tienen como función controlar el entorno, la vida animal y vegetal asociada. De acuerdo con la convención Ramsar (2018), define los humedales en 5 principales que son; **marinos** (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral); **estuarinos** (incluidos deltas, marismas de marea y manglares); **lacustres** (humedales asociados con lagos); **ribereños** (humedales adyacentes a ríos y arroyos) y **palustres** (es decir, "pantanosos" - marismas, pantanos y ciénagas, párr. 5).

Ahora bien, en la actualidad cerca de la mitad de la humanidad está viviendo en las áreas urbanas, está previsto que para el 2050 la mitad de la población en las urbes alcance un 68%, debido a que las personas se están trasladando en busca de trabajo.

De otro lado los humedales urbanos logran hacer que las ciudades sean habitables.

**Diminución de inundaciones:** Los humedales tienen la capacidad de absorber el agua en las épocas lluviosas y se convierten en barreras de protección.

**“Reabastecen depósitos de agua potable** Los humedales depuran el agua que se filtra en los acuíferos, lo que ayuda a recargar esta importante fuente de agua” (Ramsar, 2018, p.1)

**Filtran los desechos:** El suelo abundante en vegetación de un humedal realiza la función de un filtro de diferentes desechos de las grandes urbes.

**Mejora de la calidad del aire:** Por la gran vegetación y cantidad de agua de los humedales, tienen la capacidad de producir aire húmedo que genera una atmosfera natural y fresca.

### **Características**

Las características distintivas de un humedal son las siguientes:

1. Hidrología: Existencia de agua tanto en la superficie como en el subsuelo de una manera constante o transitoria.
2. Suelos hidromórficos: Suelos con saturación de agua que producen condiciones anaeróbicas, afectando la composición química y biológica del terreno.
3. Vegetación hidrófila: Plantas que se adaptan a las condiciones de anegamiento, tales como juncos, carrizos y manglares.
4. Diversidad biológica: ofrecen una amplia diversidad de especies de flora y fauna, de las cuales son endémicas o están amenazadas de extinción.
5. Funciones ecológicas: funcionan como reservorios naturales de agua, áreas de reposición de acuíferos, controladores de inundaciones y depósitos de carbono.

## **A nivel mundial**

A escala global, los humedales se encuentran en medio de una crisis medioambiental a causa de la rápida desaparición de estos ecosistemas. Según la Convención de Ramsar (2018), desde 1970 se ha registrado una pérdida del 35% de los humedales a nivel mundial, lo que implica un ritmo de extinción tres veces superior al de los bosques. Esta circunstancia resulta alarmante, dado que los humedales desempeñan roles fundamentales para la sostenibilidad del planeta: retienen agua, atenúan inundaciones, filtran contaminantes, acumulan carbono y actúan como refugio para una amplia variedad de especies.

Uno de los factores clave que contribuyen a su deterioro es el crecimiento urbano sin una planificación ambiental apropiada. Numerosas urbes se han edificado en antiguas áreas de humedales, convirtiendo el paisaje natural en concreto y asfalto, lo que disminuye la habilidad de estos ecosistemas para controlar el clima y el agua (Davidson, 2014). Asimismo, la agricultura intensiva, la polución de desechos domésticos e industriales y el cambio climático aceleran su degradación.

La circunstancia es grave incluso en naciones con regulaciones de protección. Por ejemplo, en América Latina, numerosos humedales se encuentran bajo riesgo debido a proyectos de infraestructura y a actividades económicas que desestiman su importancia ecológica. Aunque hay mecanismos de protección como el listado de Sitios Ramsar, su eficacia se basa en la puesta en marcha de políticas públicas robustas, educación en medio ambiente e involucramiento de la comunidad.

La desaparición de los humedales no solo supone un peligro para la biodiversidad, sino también para las comunidades humanas que se apoyan en ellas. Por lo tanto, su preservación debe transformarse en una prioridad a nivel mundial. Como indican Junk et al. (2013), salvaguardar los humedales implica salvaguardar la salud del planeta y de las generaciones venideras.

## **Medidas de protección aplicadas en el mundo**

Las acciones para salvaguardar los humedales urbanos a escala global han ganado importancia en las últimas décadas, en respuesta al rápido deterioro de estos ecosistemas y al aumento de la presión del crecimiento urbano. La Convención de Ramsar, establecida en 1971, es una de las acciones más relevantes, ya que dicta pautas para el manejo lógico y la preservación de los humedales, reconociendo su relevancia ecológica, económica, cultural y científica. Esta convención fomenta el establecimiento de lugares Ramsar y la puesta en marcha de políticas públicas en los países miembros que incorporen estos ecosistemas en la planificación territorial (Ramsar, 2018, p. 2).

A escala regional, varias naciones han establecido marcos de regulación específicos. Por ejemplo, en Chile, la Ley 21.202 establece la salvaguarda de los humedales urbanos, considerándolas jurídicamente como un recurso ecológico de las ciudades (Carrasco Quiroga & Alfaro González, 2023). Esta ley se ha complementado con directrices técnicas y métodos de delimitación y caracterización impulsados por el Ministerio del Medio Ambiente, con el objetivo de garantizar una protección eficaz (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2022). En Colombia, la Política Nacional para Humedales Interiores define normas de administración sostenible que también son aplicables a los humedales urbanos, con el objetivo de coordinar a diferentes entidades institucionales y comunitarias (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 2002)

En el ámbito global, entidades como WWF (World Wildlife Fund for Nature) han promovido la preservación de humedales a través de programas de recuperación ecológica, reforestación, erradicación de especies invasoras y mejora de la conectividad ecológica. Igualmente, la educación en medio ambiente y la implicación de los ciudadanos han jugado un papel crucial en la protección y conservación de estos lugares. En numerosas urbes, se han promovido acciones comunitarias de supervisión, asimilación cultural y acceso a actividades

recreativas sustentables, que promueven una relación más íntima y respetuosa con estos ecosistemas (UNESCO, 2018).

### **Convención Ramsar**

La Perspectiva Mundial sobre los Humedales publicada en 2018 informó que, (Convención de Ramsar, 2018a). A pesar de que los humedales cubren 1.200 millones de hectáreas a nivel mundial, han perdido un 35% de su área desde 1970 debido a factores como drenaje, contaminación y cambio climático. A pesar de esta reducción, los humedales siguen ofreciendo valiosos servicios ecosistémicos, como la mitigación del cambio climático y la seguridad alimentaria. La COP26 subrayó la importancia de proteger estos ecosistemas para enfrentar y mitigar los efectos del cambio climático. (Ramsar, 2024).

### **Conservación de humedales**

La protección de los humedales es fundamental para afrontar y adaptarse al cambio climático. En entornos urbanos, estos ecosistemas ofrecen servicios como la regulación de inundaciones, la recarga de acuíferos, la estabilización de costas y la protección contra marejadas. Además, contribuyen a limpiar el agua, promueven el turismo y poseen un gran valor por su biodiversidad. En Bogotá, los humedales desempeñan un papel crucial en la mitigación del cambio climático, en la conservación de la biodiversidad, en el control de inundaciones y deslizamientos, y en el refugio para aves migratorias. (Bautista-Trejo et al., 2023).

### **Humedales en Bogotá**

De acuerdo con la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, en la ciudad existen 15 humedales, de los cuales 11 cuentan con la certificación RAMSAR, la máxima distinción ambiental a nivel mundial, otorgada en reconocimiento a los esfuerzos en la conservación de la biodiversidad en estos espacios, que son considerados áreas protegidas del Distrito. Los nombres de estos

humedales son los siguientes: Humedal Torca, Guaymaral, Humedal La Conejera, Humedal Córdoba, Humedal Tibabuyes o Juan Amarillo, Humedal Jaboque, Humedal Santa María del Lago, Humedal El Burro, Humedal La Vaca, Humedal Capellanía, Humedal Tibanica, Humedal El Tunjo, Humedal La Isla, y Humedal Meandro del Say. (SDA, s. f., párr.3).

### **Normas aplicables, leyes y entes regulatorios**

El Convenio de Ramsar, adoptado en 1971, es el principal tratado internacional para la conservación y uso sostenible de los humedales, ratificado por más de 170 países. Promueve la creación de Sitios Ramsar, que son áreas de importancia internacional, ofreciendo beneficios sociales, económicos y ambientales. En Bogotá, la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) gestiona las áreas protegidas y elabora los Planes de Manejo Ambiental, que deben ser aprobados por el alcalde Mayor según el Decreto 190 de 2004, para asegurar la protección y manejo sostenible de los humedales.

La siguiente tabla se muestra la normatividad que existe actualmente sobre los humedales:

**Tabla 1.**

*Normatividad actual aplicable al humedal*

<b>NORMATIVIDAD (NÚMERO Y FECHA)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Convención RAMSAR, 1971 Comunidad Internacional	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas
Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 1992 Comunidad Internacional	Convenio de la Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992)
Constitución Política de Colombia, 1991 Congreso de Colombia	Art. 58 / Art. 79 / Artículo 80 / Art. 366.

<b>NORMATIVIDAD (NÚMERO Y FECHA)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Decreto-Ley 2811 de 1974 Congreso de Colombia	Art. 8 / Art.9 / Art.137 / Art 329
Decreto 1541 de 1978 Ministerio de Agricultura	Parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974 / Ley 23 de 1973.
Decreto 1594 de 1984 Ministerio de Agricultura	Título 1 de la Ley 09 de 1979, Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la parte III - Libro I - del Decreto 2811 de 1974
Ley 99 de 1993 Congreso de Colombia	Se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones Art.1 /Art.116
Ley 165 de 1994 Congreso de Colombia	Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
Ley 357 de 1997 Congreso de Colombia	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar.
Resolución 157 de 2004 MAVDT	Uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la convención RAMSAR.
Resolución 196 de 2006 MAVDT	"Se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia.
Acuerdo 79 de 2003 Código de policía de Bogotá D.C.	Artículo 75 / Artículo 76
Resolución 4383 de 2008 SDA	Se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del humedal Burro.
02927 de 2023 PMA RDH Burro	Actualización del Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Distrital de Humedal El Burro y se toman otras determinaciones

*Nota.* Adaptado de Normatividad Humedales (Secretaría Distrital de Ambiente, s. f.)

### **Humedal El Burro**

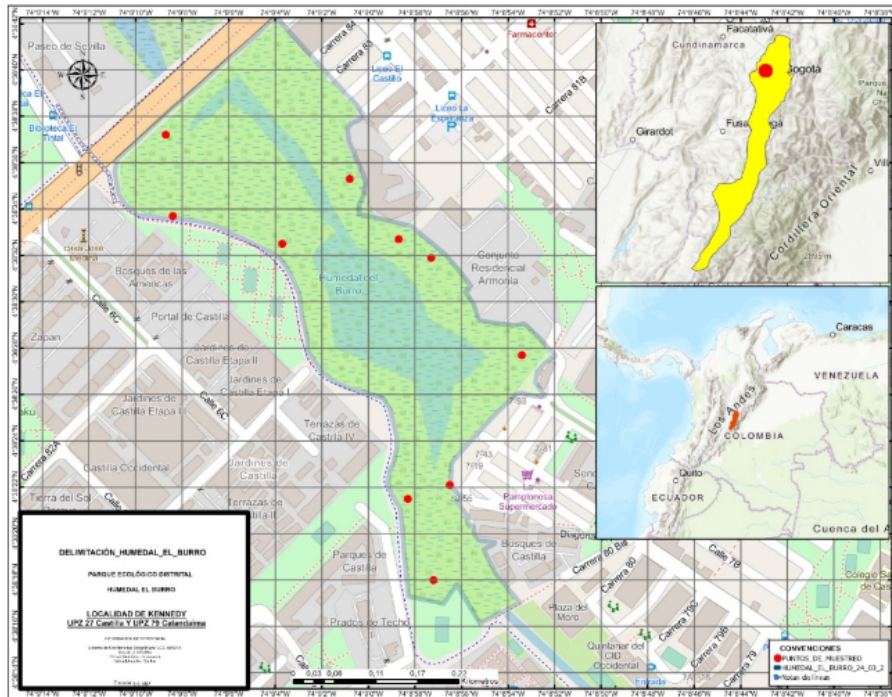
El humedal se encuentra ubicado en el suroccidente de la ciudad de Bogotá (figura 1).

El humedal El Burro está entre la Av. El Tintal, la Av. Ciudad de Cali, la Av. Castilla y la Av. Las

Américas; Los barrios aledaños al humedal son: Tíntala, el Tintal, Nueva Castilla, Valladolid, Castilla, Catania, Pio XII y Nuevo Techo.

**Figura 1.**

*Ubicación de los humedales en la localidad de Kennedy*



*Nota.* Tomado de (Moreno, 2024 p.10).

Según análisis indicados en la investigación de Matta El territorio que hoy ocupa Bogotá estaba originalmente formado por ríos y quebradas provenientes de los cerros orientales que alimentaban los humedales antes de desembocar en el río Bogotá. Con el crecimiento de la ciudad, estas quebradas comenzaron a ser utilizadas para el consumo diario y la disposición de aguas servidas, y con el tiempo, muchas fueron canalizadas. A medida que la ciudad se expandió hacia el occidente, los humedales fueron desecados para ganar terreno para la urbanización, sacrificando los ecosistemas naturales en favor del desarrollo urbano (Matta García, W.2024).

Actualmente, el cuerpo de agua del humedal se divide en varias zonas, siendo la más contaminada aquella que se distingue por el fuerte olor que emite al acercarse, así como por su color turbio. Esta agua presenta alta turbidez y la presencia de residuos sólidos flotantes. En cuanto a la zonificación geotécnica del área, esta forma parte de una zona de estimación de grado de amenaza debido a la presencia de fuentes de materiales de construcción, lo que podría generar inestabilidad en obras civiles. Además, el suelo en esta área es de tipo aluvial, caracterizado por su textura fina. En cuanto a la calidad del aire, se puede evaluar mediante los olores que se perciben en diversas zonas del recorrido, concluyendo que los malos olores son más intensos en las áreas afectadas por la contaminación en el cuerpo de agua.

### **Características biofísicas de los humedales**

De acuerdo con el diseño de los Planes de Manejo Ambiental asociados a evaluación de criterios biofísicos están directamente asociados a revisión de componente hídrico, mediante la aproximación del valor de disponibilidad de agua para para la conservación de componentes, procesos y servicios ecosistémicos. El agua superficial hace referencia a la capa de agua que se encuentra en la superficie del suelo, provenientes de fuentes como lluvias, filtraciones subterráneas, áreas de drenaje, vertimientos de alcantarillado entre otras, e importante tener en cuenta que en Colombia varia este factor teniendo en cuenta la variabilidad climática de acuerdo con fenómenos climáticos como El Niño o La Niña.

La calidad del agua representa el factor clave para evaluar el estado de un ecosistema acuático, ya que abarca sus propiedades químicas, físicas y biológicas. Se trata de un parámetro que determina la condición del agua en función de los requerimientos de ciertas especies vivas, así como de las necesidades humanas o cualquier propósito específico. (World Health Organization, 2024)

Este indicador es determinado a partir de los siguiente parámetros o criterios biofísicos evaluados en los Planes de Manejo Ambiental para los ecosistemas hídricos. A continuación, se describen a detalle.

1. Porcentaje de Saturación de Oxígeno (% SAT O<sub>2</sub>): Este parámetro mide la cantidad de oxígeno disuelto en el agua en relación con la cantidad máxima que el agua puede contener a una temperatura específica. Se expresa como un porcentaje. Un nivel alto de saturación de oxígeno generalmente indica buena calidad del agua, ya que es esencial para la vida acuática. Por otro lado, niveles bajos pueden ser señal de contaminación orgánica o procesos anaeróbicos, factores como la temperatura, la presión atmosférica y la presencia de materia orgánica influyen en este parámetro (CORTOLIMA, 2009).
2. pH: El pH indica el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o solución. Este parámetro es medido en una escala de 0 a 14, el cual el valor 7 corresponde a grado neutro, es decir que la solución no es ácida ni alcalina, un valor menor a 7 indica que la sustancia es ácida, y por lo contrario un valor mayor a 7 corresponde a una sustancia alcalina (NIH, s. f.).
3. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): Es un parámetro que se define como la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias para estabilizar la materia orgánica biodegradable contenida en el agua bajo condiciones aerobias. Esta medida permite conocer la fuerza contaminante del agua (Norouzian, 1984).
4. Demanda química de oxígeno (DQO): Este parámetro indica la cantidad de oxígeno utilizado por las sustancias presentes en el agua que pueden ser oxidadas bajo ciertas condiciones; representa la medida del material oxidable, sin distinguir si es biodegradable o no. La descarga de aguas residuales, ya sean domésticas o industriales, eleva la concentración de materia orgánica en el agua, lo que aumenta la demanda química de oxígeno (DQO) y reduce la cantidad de oxígeno disuelto (Norouzian, 1984).

5. Sólidos suspendidos totales: Este parámetro es calculado con base en el material residual tras el proceso de evaporación y secado a 105 °C. Altas concentraciones de sólidos pueden interferir en la penetración de la luz, reducir los niveles de oxígeno disuelto y afectar el desarrollo de los organismos acuáticos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).
6. Conductividad eléctrica: La conductividad se refiere a la habilidad de una solución para transmitir corriente eléctrica. Este factor está determinado por la cantidad de iones presentes, su concentración total, movilidad, valencia y distribución relativa. Su valor es un indicador del nivel de mineralización del agua y de su capacidad productiva. Un aumento en la conductividad del agua puede influir en la eficiencia productiva del ecosistema y alterar la manera en que se distribuyen las especies dentro del mismo (Wetzel, 1981).
7. Fosforo total: El fosforo total es una medida de concentración del fosforo total disponible, lo cual permite determinar la calidad del cuerpo de agua. El fosforo se encuentra en agua como fosfatos, clasificados en ortofosfatos, fosfatos condensados y fosfatos orgánicos. El fosfato favorece la eutroficación (proceso que ocasiona el crecimiento excesivo de macrófitos acuáticos y/o fitoplancton) lo que genera el incremento de materias orgánicas y bacterias que disminuyen el oxígeno disuelto del agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).
8. Nitrógeno total en agua: Es un parámetro que recopila las formas en que el nitrógeno se encuentra en el agua. Todas las formas de nitrógeno son inofensivas para los organismos acuáticos excepto el amoníaco no ionizado y el nitrilo, los cuales pueden ser tóxicos para los peces. Sin embargo, el nitrato y nitritos pueden ser empleados como fertilizantes si cuentan con el oxígeno disponible para oxidarse y no se genera un exceso (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

## **Impacto Ambiental**

El impacto ambiental se refiere a la modificación del entorno provocada por la ejecución de un proyecto, una acción o un cambio dentro de un ecosistema. Esta alteración puede medirse y presentar distintos efectos, ya sean beneficiosos o perjudiciales, de gran magnitud o mínimos, con repercusiones inmediatas o a largo plazo. (Paredes & Uribe, 2019).

Es importante saber que un impacto ambiental agrupa un conjunto de factores para esta investigación se debe recalcar que se tendrán en cuenta los siguientes factores: físicos, químicos y sociales, teniendo en cuenta que es a través de los parámetros cuantificables sobre el cual se va a determinar los efectos y consecuencias de las actividades antropogénicas.

### **Metodologías de evaluación de impacto ambiental**

La evaluación del impacto ambiental (por sus siglas EIA) es una evaluación de impacto de todas aquellas actividades que involucran el medio ambiente, asociado a impactos de la vegetación, ecología, biodiversidad, suelo, agua y aire. Una EIA está diseñada para identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales y definir acciones previas para prevenir o mitigar el impacto negativo o contribuir positivamente al ecosistema impactado (IISD, 2024).

A continuación, se presentan las principales metodologías empleadas para la evaluación del impacto ambiental.

#### *1. Método Conesa*

La metodología Conesa es un método analítico que permite evaluar el impacto ambiental en un área previsiblemente afectada, así como comprender la estimación de la incidencia de la actividad realizada sobre el ecosistema que afecten la vida humana, la flora, la fauna, vegetación, suelo, agua, aire, estructura y función del ecosistema. (Conesa, 2005).

Los principales pasos de la metodología es inicialmente analizar las actividades ejecutadas y el entorno sobre el cual fueron realizadas, identificar las relaciones causa-efecto entre las acciones de la actividad y los factores del medio, diseñar una matriz de importancia,

valorar el impacto ambiental de forma cuantitativa, y finalmente definir medidas correctoras, precautorias o compensatorias del programa ambiental correspondiente (Conesa, 2005).

### *2. Método de Leopold*

El método Leopold, fue desarrollada como respuesta a la Ley de Política Ambiental de Estados Unidos impuesta en 1969. Esta metodología busca establecer un sistema para analizar diversos impactos asociados a las actividades ejecutadas de manera cualitativa, este método se desarrolla en forma de matriz, conformada por importancia y magnitud de acuerdo con el tipo de impacto y peso del factor ambiental respectivamente.

Los principales pasos para el desarrollo de la metodología, es iniciar con la descripción de las acciones que pueden generar impactos ambientales, describir las características y condiciones del medio ambiente previo a las acciones, evaluar cada impacto en la matriz por las acciones sobre el ecosistema y por último generar recomendaciones (Leopold et al., 1971).

### *3. Método Arboleda*

El método Arboleda fue desarrollado en 1994, es una metodología que permite identificar y evaluar impactos ambientales generados por proyectos, obras o actividades, por medio de herramientas gráficas como diagramas y matrices, que integra diversos criterios por medio de valores numéricos para calificar los impactos.

Los principales pasos para la aplicación de la metodología es dividir el proyecto o actividades en componentes específicos, posteriormente se emplean diagramas o matrices para determinar los posible impactos ambientales, para luego aplicar criterios determinado por la metodología como lo son clase, duración, magnitud, evolución y probabilidad para calificar cada impacto, finalmente se realiza una integración de los criterios a través de una formula con el objetivo de obtener un índice que clasifique la importancia del impacto evaluado (Arboleda, 1994).

## Evaluación de impacto sobre los humedales

En Colombia se estableció el Índice de Calidad del Agua de corriente superficiales (ICA) con el fin de dar cumplimiento a la Política Nacional para la Gestión Integrada de Recursos Hídrico (PNGIRH) que establece ocho principios y seis objetivos específicos, que buscan garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico asociado a la conservación de los ecosistemas que regular la oferta hídrica (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Este indicador de calidad de agua refleja las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de corriente de agua, con el fin de reconocer los impactos negativos, en un punto específico en un tiempo determinado. El ICA corresponde a una expresión numérica simplificada surgida de la sumatoria aritmética equiponderada de los valores obtenidos de 6 variables fisicoquímicas básicas (Min Ambiente, 2020).

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \left( \sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ijt} \right)$$

Donde:

$ICA_{njt}$  Corresponde al Índice de Calidad del Agua en el punto de medición j, en el tiempo t, basado en la evaluación de n variables.

$W$  Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable calidad i.

$I_{ijt}$  Valor calculado de la variable en el punto de medición.

$n$  Número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador.

Una vez obtenido el cálculo del indicador se clasifica el valor obtenido en la relación de valores y calificación en la Clasificación de la calidad del agua según valores ICA del IDEAM donde se establece si el indicador está en estado bueno, aceptable, regular, malo o muy malo

para valores entre 0.91-1, 0.71-0.90, 0.51-0.70, 0.26-0.50, 0-0.25 respectivamente (Min Ambiente, 2020).

## **Metodología**

### **Enfoque, Alcance y Diseño de la Investigación**

La presente investigación tiene como propósito analizar el impacto de las actividades antropogénicas sobre el humedal El Burro en Bogotá, centrándose en los cambios ocurridos durante la última década. Para responder a la pregunta de investigación, se adopta un enfoque mixto, el cual permite integrar datos cuantitativos y cualitativos con el fin de obtener una visión más completa del fenómeno estudiado.

Desde la perspectiva cuantitativa, se recolectarán datos a través de evaluaciones de calidad del agua, las cuales facilitarán la evaluación del estado presente del ecosistema hídrico en relación con documentos históricos. Esta táctica ayuda a crear vínculos entre los factores ambientales y las acciones humanas que influyen en la degradación del humedal. Como señalan Hernández, Fernández y Baptista (2014), la combinación de enfoques suele integrarse en distintas etapas del estudio, desde el planteamiento del problema hasta el análisis de resultados, con el fin de enriquecer la interpretación de los datos (p. 542).

En cuanto al componente cualitativo, se tratará mediante encuestas realizadas a los habitantes de las áreas cercanas al humedal, lo que facilitará el entendimiento de las percepciones y vivencias respecto a las transformaciones ambientales y sociales del ecosistema. Este tipo de enfoque facilita ordenar y seleccionar la información recopilada, en función de su relevancia teórica y contextual (Pizarro, 2000), permitiendo comprender la problemática desde la perspectiva comunitaria.

El alcance de la investigación es correlacional, ya que se busca identificar relaciones entre las actividades humanas desarrolladas en el entorno del humedal y los impactos

observables en sus condiciones biofísicas. Aunque no se pretende establecer relaciones causales, sí se analizarán patrones de comportamiento e impacto a partir de la comparación entre datos actuales y pasados.

En cuanto al diseño metodológico, este será no experimental y de tipo transversal, dado que no se manipularán variables ni se realizarán intervenciones sobre el ecosistema. Se centrará en la observación y estudio de datos en un momento concreto del tiempo, lo que es adecuado para valorar la condición presente del humedal y su evolución a lo largo de los últimos diez años. Como describe Veiga (2008), los estudios descriptivos cuantitativos permiten recolectar información definida para someterla a análisis estadístico y describir el comportamiento de una población específica (p. 14).

### **Definición de variables**

Las variables que se usarán en esta investigación para la evaluación del impacto de las actividades humanas en el humedal El Burro en la ciudad de Bogotá durante la última década son las siguientes.

**Tabla 2**

*Definición de variables*

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>
<b>Afectación sobre el ecosistema</b>	Modificaciones negativas o positivas que alteran el equilibrio natural del humedal, causados por actividades humanas o contaminación alrededor del ecosistema.	Las modificaciones sobre el humedal son medidas a través del Índice de Calidad del Agua (ICA), indicador que recopila las condiciones fisicoquímicas del agua del humedal. El ICA corresponde a un sumatoria equiponderada de los valores obtenidos de las 5 variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
		fisicoquímicas (Oxígeno disuelto, sólidos suspendidos (SST), demanda química del oxígeno (DQO), Conductividad eléctrica (CE), pH).
<b>Impacto ambiental</b>	Efecto medible y evaluable en cuanto a magnitud, extensión e intensidad que genera una modificación significativa sobre el ecosistema alterando su estado original.	El impacto ambiental obtiene mediante la aplicación de la metodología Arboleda para la identificación y evaluación de los impactos ambientales causados sobre el ecosistema.
<b>Efectos sociales</b>	Consecuencias que surgen de alguna acción afectando personas o comunidades en aspectos económicas, de salud o culturales.	Los cambios observables y medibles sobre las personas o comunidades serán cuantificados mediante datos obtenidos a partir de una encuesta realizada a la población cercana al humedal y su percepción sobre la evolución del humedal.

*Nota.* Elaboración propia.

### **Población y muestra**

La población de este estudio está conformada por los habitantes de los sectores colindantes al humedal El Burro, ubicado en la localidad de Kennedy en Bogotá. Esta zona alberga una población aproximada de 80.000 personas, distribuidas en barrios como Castilla, Valladolid, El Tintal, Nuevo Techo, entre otros, quienes directa o indirectamente interactúan con el ecosistema a través de prácticas cotidianas, ocupación del suelo, disposición de residuos, o acciones comunitarias y ambientales.

La muestra fue calculada utilizando la herramienta de SurveyMonkey para determinar un tamaño estadísticamente representativo. Considerando una población de 80.000 habitantes, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, se obtuvo como resultado una muestra mínima de 383 personas. Esta cantidad permite obtener resultados válidos para el análisis, conservando un equilibrio entre precisión y factibilidad en la recolección de datos (SurveyMonkey, s.f, p.1).

$$n = \frac{\frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2 \cdot N} \right)}$$

*Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra.*

*Nota.* Adaptado de Calculadora de tamaño de muestra (s.f.), por SurveyMonkey. Fuente: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

Donde:  $n$ : Tamaño de la muestra,  $N$ : Tamaño de la población,  $Z$ : Valor z para el nivel de confianza,  $p$ : Proporción esperada de la población,  $e$ : Margen de error aceptado.

El método de muestreo aplicado fue no probabilístico de tipo intencional, seleccionando a los encuestados por su cercanía al humedal, su experiencia como residentes de largo plazo. Entre los participantes se incluyeron líderes de juntas de acción comunal, habitantes que llevan más de diez años en el territorio, estudiantes, comerciantes, y miembros de organizaciones ambientales del sector.

La selección de esta muestra busca garantizar una perspectiva integral, que considere tanto la percepción ciudadana como la observación técnica del entorno, con el propósito de identificar patrones de impacto ambiental generados por las actividades

humanas en el humedal El Burro, y aportar evidencia útil para el diseño de estrategias de manejo sostenible.

### **Selección de métodos e instrumentos para recolección de información**

Para el desarrollo de esta investigación se optó por un enfoque metodológico mixto, que combina técnicas tanto cuantitativas como cualitativas, con el propósito de obtener una comprensión más integral del impacto de las actividades antropogénicas sobre el humedal El Burro. Esta elección responde a la necesidad de contrastar datos objetivos sobre factores biofísicos con percepciones y experiencias de la comunidad aledaña.

Desde la perspectiva cuantitativa, se aplicó una encuesta estructurada a una muestra representativa de 383 personas, calculada con base en un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, considerando una población total aproximada de 80.000 habitantes en los barrios circundantes al humedal. El cuestionario, compuesto por preguntas cerradas y de opción múltiple, fue diseñado para recopilar información sobre la percepción ambiental de los encuestados, su interacción cotidiana con el ecosistema, y su conocimiento sobre las afectaciones visibles en el entorno.

Asimismo, se llevaron a cabo observaciones directas en campo, registrando aspectos visuales relacionados con el estado del agua, la vegetación, la fauna y la presencia de residuos sólidos en distintas zonas del humedal.

Finalmente, se utilizaron registros secundarios provenientes de fuentes oficiales como los Planes de Manejo Ambiental, informes de la Secretaría Distrital de Ambiente y bases de datos académicas. Esta triangulación metodológica busca mejorar la confiabilidad y validez de los hallazgos, proporcionando un marco robusto para el análisis y la formulación de recomendaciones técnicas y sociales orientadas a la conservación del humedal.

## **Técnica de análisis de datos**

Como se ha mencionado previamente, el estudio recopiló los valores correspondientes de los parámetros fisicoquímicos y el ICA del agua del Humedal El Burro en Bogotá de los últimos años y por medio de un análisis estadístico descriptivo con el fin de organizar, analizar e interpretar el conjunto de datos con los que se cuenta se determinó la evolución de los parámetros a lo largo del tiempo, lo cual permitió identificar si se ha generado afectación o no sobre el ecosistema estudiado.

Adicionalmente, se aplicó la misma técnica para los datos cuantitativos obtenidos de la encuesta con el fin de resumir y visualizar la información recopilada sobre la percepción actual del estado del humedal y los posibles impactos sociales y a la salud sobre la población que allí habita.

Esta técnica de análisis de datos permite presentar los resultados por medio de tablas o gráficos para exponer los datos de manera clara y frente a ello plantear una hipótesis asociada a la variación de datos para los parámetros fisicoquímicos en el tiempo y para la encuesta las variables sociales comparadas con lo evaluado en el PMA del Humedal El Burro (Puentes, 2024).

Adicionalmente, para valorar el impacto de las actividades antropogénicas en el humedal, se aplicó el método Arboleda, el cual permite la evaluación de impacto ambiental basada en la recopilación y análisis de datos cualitativos. Se examinaron los indicadores biofísicos por medio de mediciones y encuestas asociadas al factor social. A partir de esta información, se identificaron las alteraciones generadas por las actividades humanas, permitiendo una interpretación objetiva de los efectos sobre la calidad del agua del humedal y su posible alteración al ecosistema.

## Análisis y discusión de los resultados

### 1. Actividades antropogénicas cercanas al Humedal

A continuación, se presenta un análisis sobre la creciente transformación del Humedal El Burro como consecuencia de diversas actividades humanas. La expansión urbana, el desarrollo de infraestructura vial, la contaminación hídrica y la introducción de especies invasoras se destacan entre las principales intervenciones que han alterado su equilibrio ecológico. Estas acciones, denominadas actividades antropogénicas, han generado impactos significativos en la biodiversidad, la calidad del agua y la conectividad del ecosistema, comprometiendo su capacidad de regulación ambiental dentro del entorno urbano.

**Localización:** Localidad de Kennedy, Bogotá D.C., Colombia

**Área actual:** Aprox. 18,8 hectáreas

**Principales amenazas:** Urbanización, contaminación, fragmentación ecológica

**Tabla 3**

*Resumen actividades antropogénicas*

<b>ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Urbanización cercana al humedal</b>	El humedal ha sufrido una pérdida alarmante del 89 % de su extensión original en los últimos 70 años, principalmente por la urbanización. En 1950 contaba con 71,54 hectáreas, pero hoy solo conserva 18,8. (El Observatorio Ambiental de Bogotá 2019).
<b>Presencias de contaminantes sólidos y aguas residuales</b>	Aumento considerable de basuras arrojadas por la comunidad o arrastrados por el viento y la lluvia. El humedal recibe vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales provenientes de barrios aledaños adicional a esto El Canal Castilla transporta una considerable

<b>ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
	<p>cantidad de residuos sólidos a lo largo de su trayecto, los cuales descarga al llegar al humedal. Esta descarga se realiza a través de una alcantarilla en forma de cajón con dos compartimientos, los cuales, en algunas ocasiones, se obstruyen debido a la acumulación de desechos arrastrados por el canal. (Secretaría de Ambiente Bogotá, 2023).</p>
<b>Obstrucción de llegada de aves por la presencia de edificios.</b>	<p>La construcción de edificaciones aledañas, muchas de gran altura — algunas con más de 23 pisos—, ha obstaculizado el tránsito de aves endémicas del humedal, contribuyendo a la pérdida progresiva de fauna en el ecosistema. (Jardín Botánico (s.f)).</p>
<b>Contaminación atmosférica y auditiva por el paso de la Avenida Ciudad de Cali.</b>	<p>El humedal El Burro se encuentra fragmentado por la Avenida Ciudad de Cali, lo que impide su recorrido continuo y afecta negativamente la conectividad ecológica del ecosistema. Además, por esta vía circulan vehículos de carga pesada, automóviles particulares y rutas del SITP, a lo que se suma un proyecto de ampliación del sistema Transmilenio. Esta combinación de factores contribuye al deterioro progresivo del humedal y al aumento de su contaminación. Esto también genera un aumento en el ruido emisiones contaminantes y vibraciones que alteran el comportamiento de especies sensibles. (Secretaría de Ambiente Bogotá, 2023)</p>

ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA	DESCRIPCIÓN
<p><b>Vegetación dominada por la especie invasora Pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>).</b></p>	 <p>Se evidencia una notable reducción del espejo de agua en el costado occidental del humedal, causada por la invasión del pasto kikuyo. Esta situación está relacionada con los altos niveles de contaminación presentes en el ecosistema, en parte debido a la proximidad de construcciones urbanas. Asimismo, se ha observado una disminución de la fauna local en esta zona. El pasto kikuyo no solo desplaza a otras especies vegetales, incluidos pequeños árboles, sino que también altera la estructura del ecosistema. Además, libera toxinas naturales que inhiben el crecimiento de otras plantas, dificultando la regeneración de la vegetación nativa.</p>
<p><b>Áreas reforestadas con especies exóticas como: <i>Acacia negra</i> (<i>Acacia melanoxylon</i>),</b></p>	<p>La colmatación de los bordes y la contaminación del agua son dos de los principales factores que favorecen la invasión de especies en los humedales de Bogotá. Estas especies invasoras forman parches de diversos tamaños —grandes, medianos y pequeños—, que pueden expandirse hacia los hábitats de borde y las franjas acuáticas. En ocasiones, se presentan mezclas con otras especies como <i>Acacia</i></p>

<b>ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Acacia amarilla (Acacia decurrens)</b>	melanoxylon y Albizia lophantha. En el caso del humedal El Burro, se ha registrado un parche invasor con una extensión máxima de 288 metros cuadrados. (Díaz Espinosa, 2022)
<b>Alteración del régimen hídrico</b>	Las obras de infraestructura vial y el sellamiento del suelo han modificado los flujos hídricos naturales del humedal. El drenaje artificial y la impermeabilización dificultan la recarga natural de agua, alterando su balance hídrico y reduciendo su capacidad de regulación ambiental. (Secretaría de Ambiente Bogotá, 2023)
<b>Presión recreativa no regulada</b>	Al estar edificaciones urbanas tan cerca al humedal genera el ingreso no autorizado al mismo sin rutas ecológicas, lo que ocasiona daño del suelo, fauna y acumulación de residuos.

*Nota.* Elaboración propia.

## **2. Factores biofísicos en el Humedal**

Los factores biofísicos analizan la disponibilidad de agua en los humedales para evaluar la conservación del ecosistema, sus procesos naturales y los servicios que brinda.

A continuación, se presentan los factores biofísicos de acuerdo con referentes teóricos y legislación colombiana.

**Tabla 4.**

*Descripción de factores biofísicos*

<b>FACTOR BIOFÍSICO</b>	<b>DEFINICIÓN IDEAM</b>	<b>DEFINICIÓN TEORICA</b>
<b>Oxígeno disuelto (OD)</b>	Esta característica desempeña una función esencial en el ámbito biológico, ya que determina si ciertas especies acuáticas pueden estar presentes o no en	El oxígeno disuelto es un componente clave en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia es fundamental para numerosos procesos biológicos,

<b>FACTOR BIOFÍSICO</b>	<b>DEFINICIÓN IDEAM</b>	<b>DEFINICIÓN TEORICA</b>
	un determinado entorno. (IDEAM, 2023)	especialmente la respiración de los organismos que los habitan. Su nivel influye directamente en la dinámica y organización de la biota dentro del sistema. (Landaverde-Clará & Romeero-Hueso, 2008)
<b>Sólidos suspendidos totales (SST)</b>	La existencia de partículas en suspensión dentro de los cuerpos de agua refleja una alteración en las condiciones hidrológicas de la corriente. Este fenómeno puede estar vinculado a procesos de erosión, descargas industriales, extracción de materiales y acumulación de escombros, influyendo directamente en el nivel de turbiedad del agua. (IDEAM, 2023)	Los sólidos suspendidos totales corresponden a partículas sólidas que permanecen en suspensión dentro del agua sin asentarse. Su presencia puede impactar los ecosistemas acuáticos, ya que pueden contener sustancias tóxicas y provocar turbidez, limitando la entrada de luz solar en el medio acuático. Como consecuencia, se reduce el desarrollo del plancton fotosintético, fundamental para el equilibrio de la cadena alimenticia en estos sistemas. (Fernández et al., 2022)
<b>Demanda química del oxígeno (DQO)</b>	Indica la existencia de compuestos químicos que pueden sufrir procesos de oxidación cuando se exponen a ambientes con alta acidez y elevadas temperaturas, incluyendo tanto materia	Esta variable evalúa la capacidad del agua para utilizar agentes oxidantes en reacciones químicas, dado que los procesos biológicos dependen de diversos factores, incluyendo la presencia

<b>FACTOR BIOFÍSICO</b>	<b>DEFINICIÓN IDEAM</b>	<b>DEFINICIÓN TEORICA</b>
	orgánica, biodegradable o no, como sustancias inorgánicas. (IDEAM, 2023)	de materia orgánica. (Roldán & Ramírez, 2008)
<b>Conductividad eléctrica (CE)</b>	Esta variable está vinculada a la existencia de sales disueltas, cuya separación da lugar a cationes y aniones con la capacidad de modificar la conducción de energía eléctrica, evidenciando procesos de mineralización. (IDEAM, 2023)	La conductividad representa la capacidad del agua para conducir electricidad, determinada por la concentración de iones disueltos y la temperatura. (Romero, 2009)
<b>pH</b>	Evalúa el grado de acidez o alcalinidad en los cuerpos de agua, ya que variaciones extremas pueden alterar los procesos de osmorregulación en la flora y fauna acuáticas, impactando su equilibrio biológico. (IDEAM, 2023)	El pH representa la concentración de iones de hidrógeno en el agua, determinando si su naturaleza es ácida, neutra o básica. En entornos acuáticos naturales, su influencia es clave en las interacciones ecosistémicas de diversas comunidades, ya que ciertas especies son particularmente sensibles a ligeras modificaciones de este parámetro, lo que puede impactar procesos biológicos fundamentales dentro del ecosistema. (Vélez et al., s.f, pág. 17)
<b>Nitrógeno total / Fósforo total (NT/PT)</b>	Evalúa el grado de deterioro causado por la actividad humana. Representa una aplicación del concepto de saprobiedad en	La productividad primaria está directamente vinculada a la presencia de compuestos nitrogenados y fosforados,

<b>FACTOR BIOFÍSICO</b>	<b>DEFINICIÓN IDEAM</b>	<b>DEFINICIÓN TEORICA</b>
	<p>cuerpos de agua de flujo lento, midiendo su capacidad para procesar materia orgánica. Además, refleja el equilibrio de nutrientes necesario para mantener la productividad acuícola en las áreas inundables de los ríos neotropicales. (IDEAM, 2023)</p>	<p>considerados esenciales como fuente de nutrientes en los ecosistemas acuáticos. En cuerpos de agua naturales, sus concentraciones suelen ser bajas, originándose principalmente a partir de materia orgánica, vegetación y aportes atmosféricos. Por otro lado, los compuestos fosfatados están relacionados con la lixiviación natural del suelo, así como con la contaminación generada por fertilizantes, desechos orgánicos, productos de limpieza y vertimientos residuales, los cuales contribuyen al aumento de estos elementos en el agua. (Bolaños et al., 2017)</p>

*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla anterior se presentan los principales factores biofísicos que permiten identificar alteraciones causadas por actividades humanas. El oxígeno disuelto indica la presencia de organismos acuáticos y refleja una buena calidad del agua. Los sólidos suspendidos afectan la turbidez y pueden alterar los ecosistemas. La demanda química de oxígeno (DQO) mide la materia orgánica e inorgánica derivada de contaminantes. La conductividad eléctrica señala la concentración de iones disueltos, lo que puede revelar contaminación. El pH influye en la viabilidad de la flora y fauna acuáticas. Finalmente, la

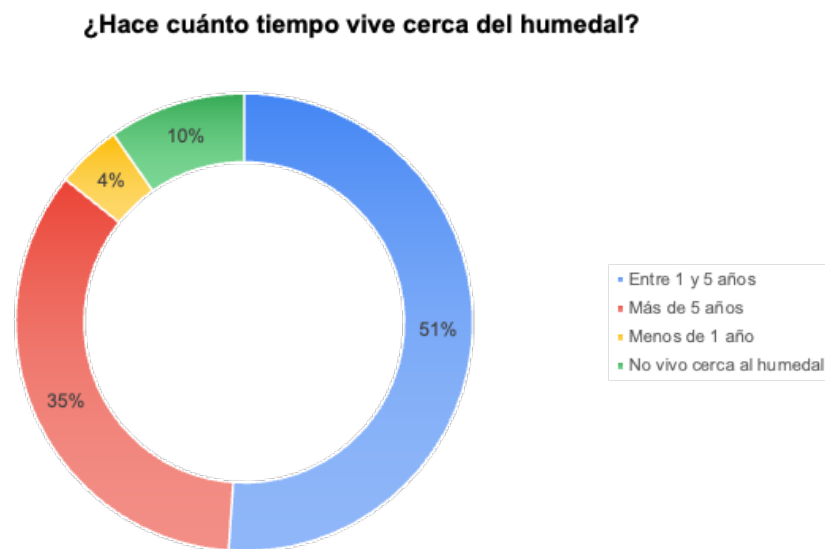
concentración de nitrógeno y fósforo totales permite evaluar la contaminación orgánica, generalmente vinculada a vertimientos de aguas residuales y productos químicos.

### 3. Efectos sociales sobre la comunidad

Con el objetivo de identificar los efectos sociales sobre la comunidad se realizó una encuesta a 413 personas con 10 preguntas asociadas a la percepción ecológica y ambiental en el humedal El Burro, a continuación, se analizan 3 de ellas. El resultado total de las encuestas será incluido en el anexo del documento.

#### Figura 1

*¿Hace cuánto tiempo vive cerca del humedal?*



*Nota. Autoría Propia*

De los 413 encuestados, el 90% manifestó vivir cerca del humedal El Burro, siendo la mayoría residentes entre 1 y 5 años (51%), seguidos por quienes han vivido allí por más de 5 años (35%) y un 4% que lleva menos de un año. Un 10% indicó no vivir cerca del humedal. Estos resultados sugieren que la mayoría de los participantes cuenta con una permanencia

suficiente para percibir posibles transformaciones en el entorno, lo cual aporta validez a sus respuestas sobre los cambios biofísicos del humedal y sus efectos sociales.

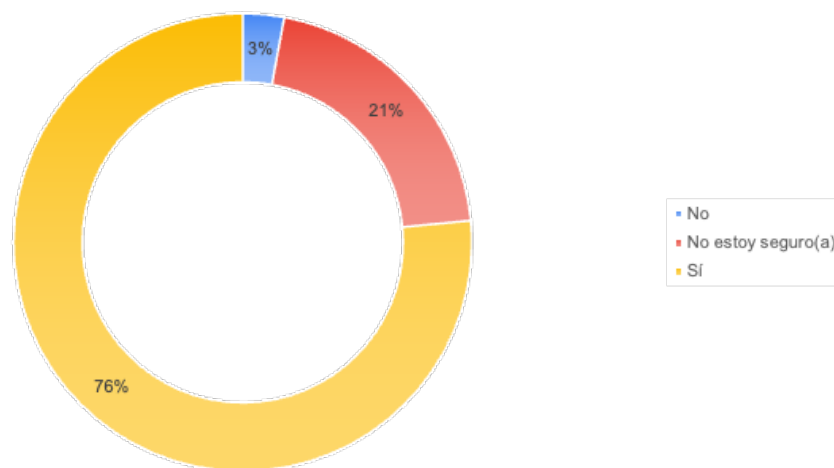
La alta proporción de residentes con más de un año de permanencia (86%) indica que la muestra tiene experiencia suficiente para percibir cambios en el entorno del humedal. El grupo más numeroso es el de personas que viven entre 1 y 5 años, lo que sugiere una población que puede tener un recuerdo reciente y activo del estado del humedal.

Aunque solo el 4% lleva menos de un año, su inclusión aporta una visión más reciente, posiblemente sin puntos de comparación. Finalmente, el 10% que no vive cerca del humedal puede representar personas que aún interactúan con el ecosistema (trabajo, estudio, visitas) o simplemente participaron fuera del criterio principal. Su percepción debe ser analizada con precaución o separada para ciertos análisis.

## Figura 2

*¿Ha notado algún cambio en el humedal en los últimos años?*

**¿Ha notado algún cambio en el humedal en los últimos años?**

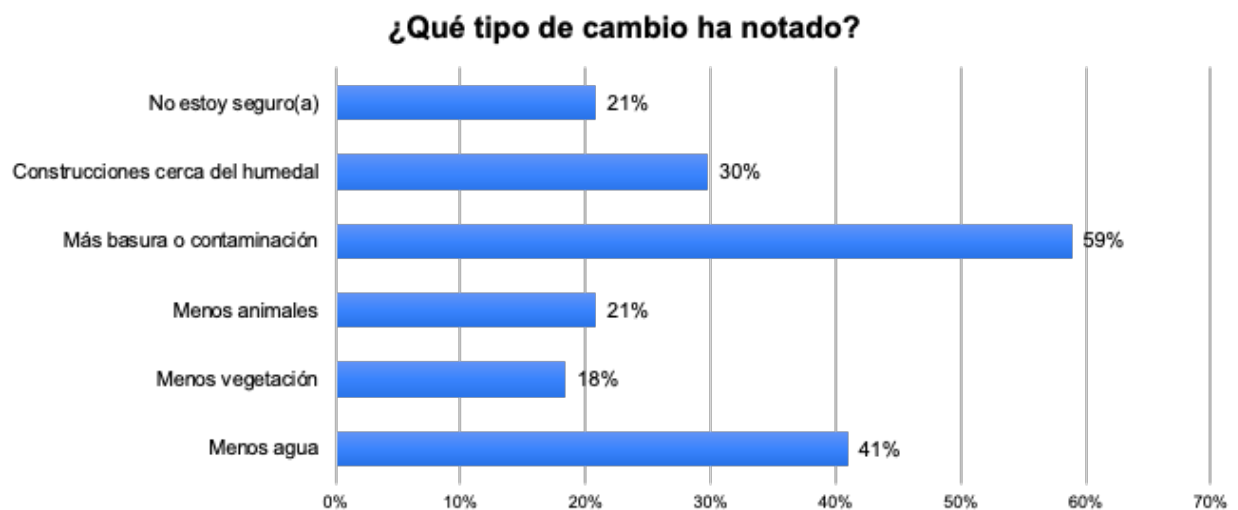


*Nota. Autoría Propia*

De los encuestados, un 76% afirmó haber notado cambios en el humedal El Burro en los últimos años, mientras que el 21% no está seguro y solo un 3% respondió que no ha percibido cambios. Esta amplia mayoría que sí identifica transformaciones en el humedal indica una percepción generalizada de deterioro o modificación del ecosistema, lo que respalda la necesidad de profundizar en el tipo de cambios observados y su impacto en la vida cotidiana de los habitantes. La baja proporción de respuestas negativas refuerza la idea de que los cambios son visibles y posiblemente significativos.

### Figura 3

*¿Qué tipo de cambio ha notado?*



*Nota. Autoría Propia*

Los cambios más reportados por los encuestados fueron más basura o contaminación (59%) y menos agua (41%), seguidos por construcciones cerca del humedal (30%) y no estar seguro(a) (21%). En menor proporción se mencionaron menos animales (21%) y menos vegetación (18%).

Los resultados indican que la percepción de deterioro ambiental está centrada principalmente en la contaminación y la pérdida de recursos hídricos, lo cual evidencia un

fuerte impacto visual y funcional del humedal El Burro sobre la comunidad. La presencia de construcciones urbanas es también significativa, lo que sugiere una creciente presión urbana en el entorno natural. El 21% que manifiesta no estar seguro puede interpretarse como un grupo que necesita mayor sensibilización o que percibe los cambios como menos evidentes. Por otro lado, la baja proporción de respuestas sobre pérdida de fauna y vegetación podría reflejar que estos impactos son menos notorios para la comunidad o están siendo desplazados por problemas más visibles como la basura o el agua. Este panorama resalta la necesidad de acciones enfocadas en el control de residuos, recuperación hídrica y planificación urbana sostenible, así como el fortalecimiento de la educación ambiental para que la comunidad pueda identificar de forma más clara los cambios ecológicos que afectan su entorno.

Finalmente, los hallazgos del sondeo realizado a la comunidad aledaña al humedal El Burro muestran una percepción amplia de degradación ambiental, corroborada por los estudios biofísicos efectuados, en particular en relación con la calidad del agua. Un 76% de los participantes en la encuesta indicó haber observado variaciones en el humedal, siendo las más habituales el incremento de residuos o contaminación (59%) y la reducción del recurso de agua (41%).

Estos resultados coinciden con la muestra de agua tomada en el humedal, la cual reflejó una disminución significativa en la calidad del agua, afectada por altos niveles de residuos y carga orgánica. Este deterioro está estrechamente vinculado con las actividades antropogénicas desarrolladas en los alrededores del humedal, como el vertimiento de aguas residuales, la disposición inadecuada de basuras y la expansión de construcciones, que también fueron identificadas por el 30% de los encuestados.

Más de la mitad de los participantes (56%) considera que estos cambios han afectado directamente su calidad de vida, especialmente por el aumento de malos olores (59%), la

proliferación de insectos y plagas (34%) y la pérdida de espacios para recreación (30%). A pesar de este escenario, el 58% de la comunidad continúa utilizando el humedal y un 60% está dispuesto a involucrarse en acciones para su conservación, lo que evidencia una relación activa y un potencial significativo de movilización ciudadana. En suma, los hallazgos muestran una conexión evidente entre las presiones humanas en el ecosistema, la degradación de sus condiciones biofísicas y el efecto perjudicial en el bienestar social, destacando la importancia de medidas integradas de preservación, regulación urbana y educación en medio ambiente.

#### **4. Datos de factores biofísicos en la última la década**

Con el fin de analizar los factores biofísicos y teniendo en cuenta la información recopilada de los últimos años, se realizó el análisis en uno de los cinco puntos de monitoreo de la Secretaría Distrital de Ambiente, a continuación, se describe el punto.

**Tabla 5.**

*Punto de monitoreo analizado*

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
<b>BUR-Sec4AntEst</b>	4°38'45.90"	74°09'14.49"	2071491.51	4872047.69

*Nota.* Elaboración Propia

Adicionalmente, se realiza una corta descripción de lo observado durante la toma de muestras.

**Tabla 6.**

*Descripción punto de monitoreo analizado*

PUNTO	DESCRIPCIÓN
	<p>El punto se encuentra rodeado de vegetación herbácea, acuática flotante y emergente. Agua turbia gris, con olor a material orgánico en descomposición.</p> <p>Durante la toma de muestras se presentó un día muy lluvioso.</p>

*Nota.* Elaboración Propia

Una vez realizado el muestreo, se realizó el análisis de agua a través del laboratorio CIAN en Bogotá a través de los métodos estandarizados por el American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation una vez obtenidos los resultados de los factores biofísicos actuales, y de acuerdo con la base de datos del Informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en las reservas distritales de humedal (RDH) otorgado por la Secretaria de Ambiente se realizó una comparación de los datos obtenidos a partir del 2017. Ante esto se identificó que únicamente se contaban con los datos de los siguientes factores biofísicos: Oxígeno disuelto (OD), solidos suspendidos totales (SST), conductividad eléctrica (C.E.), pH y nitrógeno y fósforo (NT/PT) totales.

A continuación, se presentan los datos mencionados.

**Tabla 7.**

*Historial de factores biofísicos 2017-2025*

<b>AÑO</b>	<b>FECHA DE MONITOREO</b>	<b>NOMBRE DEL PUNTO</b>	<b>OD</b>	<b>SST</b>	<b>C.E.</b>	<b>pH</b>	<b>NT/ PT</b>
<b>2017</b>	1905-07-09	BUR-Sec4AntEst	2,34	28	398	7,01	15,30
<b>2019</b>	1905-07-09	BUR-Sec4AntEst	3,15	30	316	7,21	5,80
<b>2021</b>	2021-10-28	BUR-Sec4AntEst	3,47	48	349	7,98	8,70
<b>2022</b>	2022-09-29	BUR-Sec4AntEst	2,97	32	382	7,45	9,20
<b>2023</b>	2023-07-07	BUR-Sec4AntEst	0,74	53	501	7,26	17,10
<b>2024</b>	2024-07-04	BUR-Sec4AntEst	0,30	802	391	7,53	6,20
<b>2025</b>	2025-05-03	BUR-Sec4AntEst	1,50	250	457	6,91	10,10

*Nota.* Elaboración Propia. Adaptado de Informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en las reservas distritales de humedal (RDH). (SDA, 2024)

A continuación, se realiza un análisis factor por factor de acuerdo con el cambio en el transcurso de los años.

**Tabla 8.**

*Análisis de variaciones factores biofísicos*

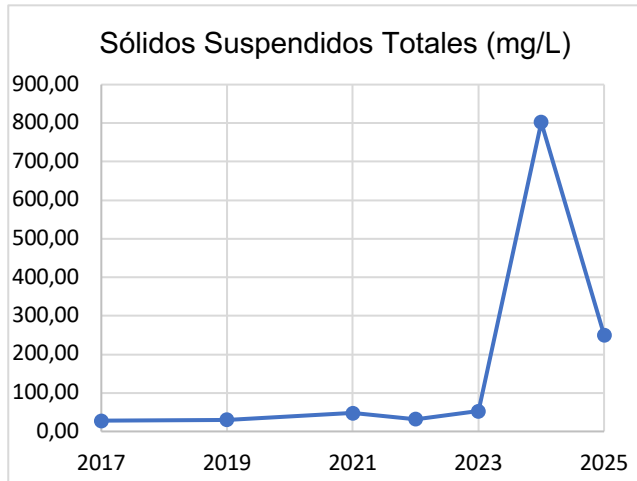
<b>GRÁFICA</b>	<b>ANÁLISIS</b>												
<p>Oxígeno disuelto</p> <table border="1"><thead><tr><th>Año</th><th>OD (mg/L)</th></tr></thead><tbody><tr><td>2017</td><td>2,34</td></tr><tr><td>2019</td><td>3,15</td></tr><tr><td>2021</td><td>3,47</td></tr><tr><td>2023</td><td>0,74</td></tr><tr><td>2025</td><td>1,50</td></tr></tbody></table>	Año	OD (mg/L)	2017	2,34	2019	3,15	2021	3,47	2023	0,74	2025	1,50	<p>Se identifica que entre los años 2017, 2019, 2021 y 2022 se cumplió con el valor mínimo mayor o igual a 2 mg/L de acuerdo con la Resolución 3964 de 2019 de la SDA que establece los objetivos de calidad en los humedales en Bogotá. Sin embargo, los años 2023, 2024 y 2025 no se cuenta con el límite máximo permisible, teniendo en cuenta que valores inferiores a 2</p>
Año	OD (mg/L)												
2017	2,34												
2019	3,15												
2021	3,47												
2023	0,74												
2025	1,50												

---

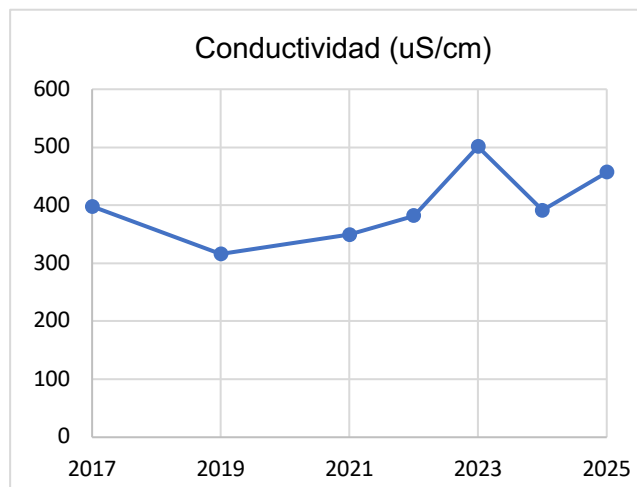
**GRÁFICA****ANÁLISIS**

---

pueden generar hipoxia afectando la biodiversidad y calidad el ecosistema. (SDA, 2019. Art 2.)



De acuerdo Resolución 3964 de 2019 de la SDA se establece que el valor debe estar entre 50 y 100 mg/L, por lo tanto, el año con mayor afectación se refleja en el 2024 el cual se alcanzó un valor de 800 mg/L lo que refleja una alta concentración de SST lo que puede afectar la penetración de luz solar, reducir el oxígeno disuelto y aumentar la turbidez del agua con afectación a los organismos acuáticos, en el año 2025 se obtuvo un valor de 250 mg/L el cual disminuyo comparado con el 2024, sin embargo sigue siendo un valor que supera el límite establecido por la SDA.

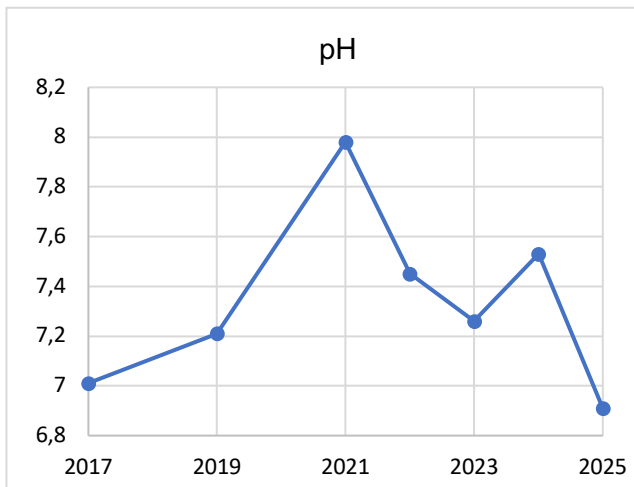


Este parámetro no cuenta con límite mínimos ni máximos en Resolución 3964 de 2019 de la SDA, sin embargo, de acuerdo con Rodier (2009), los valores entre 300 y 500 uS/cm indica una mineralización media acentuada, lo cual indica que contiene una cantidad significativa de sales y minerales por transformación de la materia orgánica en el cuerpo de agua.

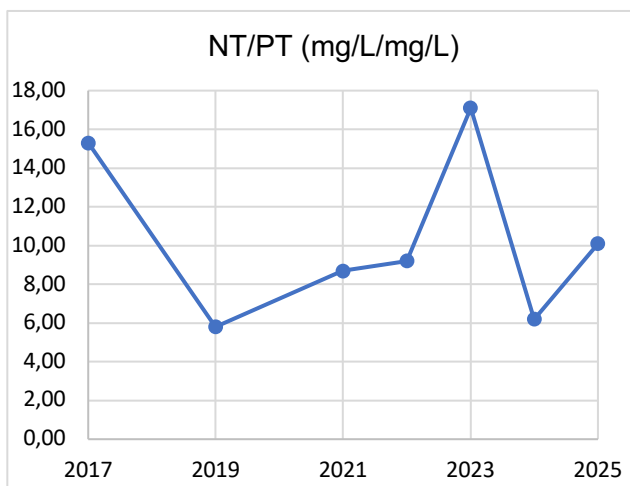
---

**GRÁFICA****ANÁLISIS**

---



La gráfica refleja que los valores se han mantenido en un pH entre 6.91 y 8, es decir que se encuentra dentro del rango de neutro. Adicionalmente la resolución 3964 de 2019 de la SDA establece que un rango del parámetro entre 6-8 de pH.



La gráfica refleja gran variación entre el año 2017 y 2023 presentando un valor entre 15 y 18 de NT/PT, un nivel tan alto puede afectar la eutrofización es decir crecimiento descontrolado de algas, contaminación del agua y proliferación de especies invasoras.

---

*Nota.* Elaboración Propia

Finalmente, con la anterior información se procede a realizar el cálculo del Indicador de Calidad del Agua (ICA). De acuerdo con la Hoja metodológica del Índice de Calidad del Agua del Instituto de Hidrología, Metrología y Estudios Ambientales (IDEAM) es necesario realizar un cálculo para cada variable para obtener un subíndice en una escala entre 0 a 1. A continuación se evidencia el cálculo realizado para cada factor biofísico.

**Tabla 9.**

*Ecuaciones cálculos Subíndices factores biofísicos*

<b>FACTOR BIOFÍSICO</b>	<b>ECUACIÓN</b>	
Oxígeno disuelto (OD)	$I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 * S_{OD})$	Donde: $S_{OD}$ = Oxígeno disuelto (mg/L)
Sólidos suspendidos totales (SST)	$I_{SST} = 1 - (-0,02 + 0,003 * SST)$	Donde: SST = Sólidos suspendidos totales (mg/L) Si $SST \leq 4,5$ entonces $I_{SST} = 1$ Si $SST \geq 320$ entonces $I_{SST} = 0$
Conductividad eléctrica (C.E.)	$I_{C.E.} = 1 - 10^{(-3.26+1.34\text{Log}10C.E.)}$	Cuando $I_{C.E.} < 0$ , entonces $I_{C.E.} = 0$
pH	<p>Si <math>pH &lt; 4</math>, entonces <math>I_{pH} = 0.1</math></p> <p>Si <math>4 \leq pH \leq 7</math>, entonces <math>I_{pH} = 0,02628419 * e^{(pH*0.520025)}</math></p> <p>Si <math>7 &lt; pH \leq 8</math>, entonces <math>I_{pH} = 1</math></p> <p>Si <math>8 &lt; pH \leq 11</math>, entonces <math>I_{pH} = 1 * e^{[(pH-8)*-5187742]}</math></p> <p>Si <math>pH &gt; 11</math>, entonces <math>I_{pH} = 0.1</math></p>	
Nitrógeno total y fosforo total (NT/PT)	<p>Si <math>15 \leq \frac{NT}{PT} \leq 20</math>, entonces <math>I_{\frac{NT}{PT}} = 0,8</math></p> <p>Si <math>10 &lt; \frac{NT}{PT} &lt; 15</math>, entonces <math>I_{\frac{NT}{PT}} = 0,6</math></p> <p>Si <math>5 &lt; \frac{NT}{PT} \leq 10</math>, entonces <math>I_{\frac{NT}{PT}} = 0,35</math></p> <p>Si <math>\frac{NT}{PT} \leq 5, o \frac{NT}{PT} &gt; 20</math>, entonces <math>I_{\frac{NT}{PT}} = 0,15</math></p>	

*Nota.* Elaboración Propia

A continuación, se muestra la tabla con los valores correspondientes a los factores biofísicos y sus correspondientes subíndices.

**Tabla 10.***Comparación de Valor de factores biofísicos vs Subíndices*

<b>AÑO</b>	<b>OD</b>	$I_{OD}$	<b>SST</b>	$I_{SST}$	<b>C.E.</b>	$I_{C.E.}$	<b>pH</b>	$I_{pH}$	<b>NT/PT</b>	$I_{\frac{NT}{PT}}$
2017	2,34	0,02	28	0,94	398	1,00	7,01	1	15,30	0,80
2019	3,15	0,03	30	0,93	316	1,00	7,21	1	5,80	0,35
2021	3,47	0,03	48	0,88	349	1,00	7,98	1	8,70	0,60
2022	2,97	0,03	32	0,92	382	1,00	7,45	1	9,20	0,60
2023	0,74	0,01	53	0,86	501	1,00	7,26	1	17,10	0,80
2024	0,30	0,00	802	0,00	391	1,00	7,53	1	6,20	0,35
2025	1,50	0,02	250	0,27	457	1,00	6,91	0,96	10,1	0,6

*Nota.* Elaboración Propia

Una vez se realizó el cálculo de cada uno de los subíndices se procede a aplicar la ecuación del ICA. Teniendo en cuenta que se cuentan con 5 variables se aplica la siguiente ecuación:

$$ICA = I_{OD} * 0.2 + I_{SST} * 0.2 + I_{C.E.} * 0.2 + I_{pH} * 0.2 + I_{\frac{NT}{PT}} * 0.2$$

A continuación, se presentan los resultados del ICA por año y su respectiva calificación de acuerdo con los valores optativos definidos por el IDEAM.

**Tabla 11.***Cálculo ICA*

<b>AÑO</b>	<b>VALOR ICA</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
2017	0,75	ACEPTABLE
2019	0,66	REGULAR
2021	0,70	REGULAR
2022	0,71	ACEPTABLE

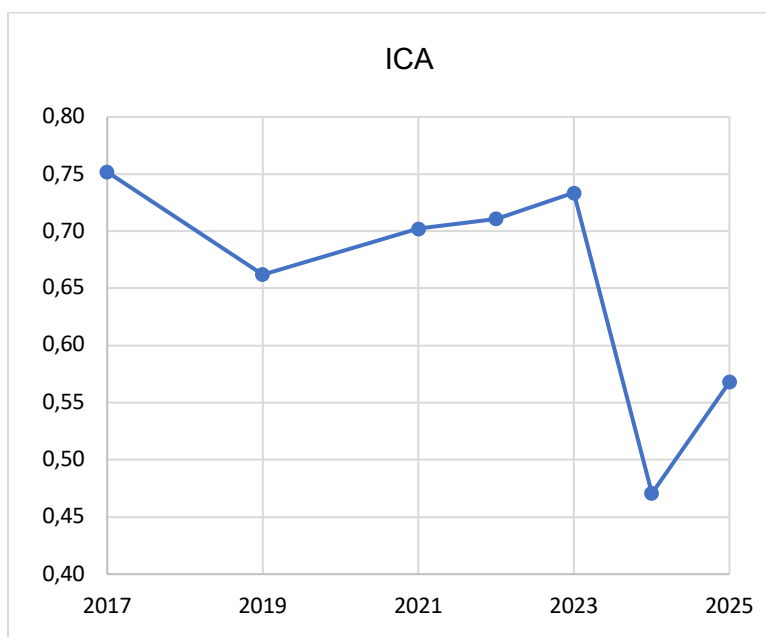
AÑO	VALOR ICA	CALIFICACIÓN
2023	0,73	ACEPTABLE
2024	0,47	MALO
<b>2025</b>	0,57	REGULAR

Nota. Elaboración Propia

Finalmente se presenta una gráfica en la cual se evidencia el cambio del ICA entre los años 2017 y 2025.

## Figura 2

Cambio del ICA ente 2017 y 2025.



Nota. Elaboración Propia

Entre 2017 y 2019, la calidad del agua en el humedal se deterioró, pasando de una calificación “aceptable” (0,75) en 2017 a “regular” (6,66) en 2019. En 2020 no hubo registro de medición, pero el ICA evidenció una mejora gradual entre 2021 y 2023, alcanzando nuevamente una calificación “aceptable” en 2022 y 2023. Sin embargo, en 2024 se registró un

fuerte deterioro, bajando de 0,73 a 0,47, lo que indica una degradación significativa. En 2025 se observó una leve recuperación (0,57), aunque aún clasificada como “regular”.

Las actividades antropogénicas cercanas al humedal han influido en su deterioro. Destacan los proyectos residenciales “Paseo de Sevilla” (2021-2023) y “Castilla Imperial”, cuya construcción comenzó en 2019 pero fue pausada por la pandemia, retomándose en 2021 y finalizando su primera etapa en 2024. La segunda etapa inició en 2024 y se estima su entrega en 2026. Ambos conjuntos, ubicados sobre el Corredor Ecológico de Ronda del Canal Castilla, generan partículas y sólidos que pueden afectar el humedal (SDA, 2019, párr.7), si bien las Constructoras Marval e IC deben dar cumplimiento a requisitos legales otorgados por la SDA, es inminente la generación de partículas y sólidos que a través del aire y la lluvia pueden ser llevados al humedal. Además, la construcción informal realizada por propietarios sin regulación contribuye al problema. Según el Jardín Botánico de Bogotá, la contaminación atmosférica y auditiva por las edificaciones y la Av. Ciudad de Cali, junto con residuos sólidos y escombros provenientes de barrios cercanos, son los principales factores de tensión socioambiental. (Jardín Botánico de Bogotá, s.f., párr. 6)

##### **5. Evaluación de impacto ambiental**

Con el objetivo de valorar el impacto de las actividades antropogénicas se implementó la Metodología de Impacto Ambiental Arboleda, la cual define unos criterios de valoración y rangos de calificación para evaluar la actividad requerida de acuerdo con el entorno. A continuación, se presenta la descripción de estos criterios y calificaciones.

**Tabla 12.**

*Criterios y calificación Método Arboleda*

<b>CRÍTERIO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>RANGO DE CALIFICACIÓN</b>
<b>CLASE</b>	Cambio ambiental producido por una determinada acción ambiental.	Positivo (+) Negativo (-)
<b>PRESENCIA</b>	Posibilidad que tiene el impacto de presentarse.	Cierta 1 Muy probable $0.7 < 0,99$ Probable $0.3 < 0,69$ Poco probable $0.1 < 0,29$ Muy probable $0.0 < 0,09$
<b>DURACIÓN</b>	Tiempo de vida del impacto, desde el momento de su manifestación, hasta la duración final de la afectación ambiental.	Muy larga o permanente 1 Larga $0.7 < 0,99$ Media $0.4 < 0,69$ Corta $0.1 < 0,39$ Muy corta $0.0 < 0,09$
<b>EVOLUCIÓN</b>	Rapidez con que el impacto se manifiesta o afecta el entorno, desde el inicio de las afectaciones hasta el máximo cambio.	Muy rápida $0.8 < 1$ Rápida $0.6 < 0,79$ Media $0.4 < 0,59$ Lenta $0.2 < 0,39$ Muy lenta $0.0 < 0,19$
<b>MAGNITUD</b>	Dimensión de la afectación o modificación del factor ambiental analizado.	Muy alta $0.8 < 1$ Alta $0.6 < 0,79$ Media $0.4 < 0,59$ Baja $0.2 < 0,39$ Muy baja $0.0 < 0,19$

*Nota.* Adaptado de *Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. Crónica Forestal y del Medio Ambiente (Arboleda, 1998)

Para esta metodología es necesario definir el entorno afectado y los impactos ambientales asociados a dicho entorno, en este estudio se tomaron las principales actividades antropogénicas, una vez seleccionadas y valoradas de acuerdo con los criterios antes mencionados se aplica la siguiente ecuación para determinar la calificación ambiental del impacto.

$$Ca = Clase [(Presencia * 7 * Evolución * Magnitud) + (3 * Duración)]$$

Una vez calculado el valor de calificación ambiental del impacto, se debe clasificar de acuerdo con la importancia del impacto ambiental de acuerdo con lo establecido por Arboleda.

**Tabla 13.**

*Criterios y calificación Método Arboleda*

CRITÉRIO	DEFINICIÓN	RANGO DE CALIFICACIÓN
<b>CLASE (C)</b>	Cambio ambiental producido por una determinada acción ambiental.	Positivo (+) Negativo (-)
<b>PRESENCIA (P)</b>	Posibilidad que tiene el impacto de presentarse.	Cierta 1 Muy probable 0.7 < 0,99 Probable 0.3 < 0,69 Poco probable 0.1 < 0,29 Muy probable 0.0 < 0,09
<b>DURACIÓN (D)</b>	Tiempo de vida del impacto, desde el momento de su manifestación, hasta la duración final de la afectación ambiental.	Muy larga o permanente 1 Larga 0.7 < 0,99 Media 0.4 < 0,69 Corta 0.1 < 0,39 Muy corta 0.0 < 0,09
<b>EVOLUCIÓN (E)</b>	Rapidez con que el impacto se manifiesta o afecta el entorno,	Muy rápida 0.8 < 1 Rápida 0.6 < 0,79

CRITERIO	DEFINICIÓN	RANGO DE CALIFICACIÓN
<b>MAGNITUD (M)</b>	desde el inicio de las afectaciones hasta el máximo cambio.	Media 0.4 < 0,59
		Lenta 0.2 < 0,39
		Muy lenta 0.0 < 0,19
	Dimensión de la afectación o modificación del factor ambiental analizado.	Muy alta 0.8 < 1
		Alta 0.6 < 0,79
		Media 0.4 < 0,59
		Baja 0.2 < 0,39
		Muy baja 0.0 < 0,19

*Nota.* Adaptado de *Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. Crónica Forestal y del Medio Ambiente (Arboleda, 1998)

**Tabla 14.**

*Criterios y calificación Método Arboleda*

CALIFICACIÓN AMBIENTAL	IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
> 2.5 y ≤ 5.0	Moderadamente significativo
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo o relevante
> 7.5	Muy significativo o grave

*Nota.* Adaptado de *Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. Crónica Forestal y del Medio Ambiente (Arboleda, 1998)

A continuación, se presenta el análisis realizado por medio del método Arboleda.

**Tabla 15.**

*Evaluación de Impacto Ambiental*

ENTORNO	IMPACTOS AMBIENTALES	CRÍTERIOS DE EVALUACIÓN					CALIFICACIÓN AMBIENTAL	
		(C)	(P)	(E)	(D)	(M)	-	+
Entorno acuático	Vertimiento de aguas residuales y /o conexiones erradas de aguas negras.	N (-)	1	1	0,15	1	7,45	-
	Presencia de residuos sólidos en franja acuática.	N (-)	0,5	0,8	0,2	1	3,10	-
	Contaminación por disposición de basuras, escombros y ruido.	N (-)	0,7	0,7	0,5	0,8	3,79	-
	Construcciones alrededor del humedal.	N (-)	1	0,8	0,6	0,8	6,28	-
Entorno social	Contaminación auditiva por la Av. Ciudad de Cali.	N (-)	1	0,6	1	0,6	5,52	-
	Emisión de malos olores.	N (-)	0,6	0,9	0,3	0,7	3,19	-
	Presencia de vectores-plagas.	N (-)	0,5	0,8	0,5	0,8	2,99	-

*Nota.* Elaboración Propia

De acuerdo con el anterior análisis se puede identificar que los impactos ambientales más significativos en el humedal están relacionados con la contaminación del agua por vertimiento de aguas residuales y conexiones erradas, así como con la urbanización cercana,

que altera su equilibrio ecológico y genera residuos contaminantes. La contaminación auditiva causada por la Av. Ciudad de Cali también afecta la fauna y la calidad de vida de los habitantes. Por otro lado, aunque los impactos moderadamente significativos como la presencia de residuos sólidos, basuras, escombros, malos olores y vectores-plagas son menos severos, siguen contribuyendo al deterioro ambiental. El análisis indica que la gestión adecuada de residuos, el control en las construcciones y la regulación del ruido son fundamentales para minimizar estos efectos y proteger el ecosistema del humedal.

### **Conclusiones**

1. Durante la investigación se identificó que el monitoreo y toma de muestras de los parámetros de calidad del agua por parte de la Secretaria Distrital de Ambiente es realizado anualmente, adicionalmente de acuerdo con la Resolución 3964 de 2019 la cual establece los objetivos de calidad para los Parques Ecológicos Distritales de Humedales en Bogotá D.C. en el párrafo segundo se indica que: “el monitoreo de los parámetros en los puntos y con la periodicidad necesaria para que, en cinco años, se obtengan datos validos” (SDA, 2019. Art 2.) esto permite tomar la medidas con ambigüedad lo cual se identificó durante la investigación que no es representable para definir de manera precisa el estado real de la calidad del agua del humedal El Burro y con esta regulación de los humedales en general.
2. El método de identificación y evaluación de impactos de Arboleda, si bien es una herramienta útil para proyectos, obras o actividades constructivas con el fin de facilitar la toma de decisiones se debe tener en cuenta que es una herramienta basado en valores subjetivos (Arboleda, 2015), dado que el método entrega un rango de valores y por disposición de quien lo realiza otorga el valor, por lo tanto es importante que empresas como Constructoras o proyectos de obras civiles entre otros cuenten con supervisión o

herramientas que permitan determinar de manera más acertada y objetiva el valor asociado a cada criterio de evaluación.

3. Los resultados de las encuestas realizadas evidencian que una parte significativa de los residentes cercanos al humedal ha notado una disminución en la cantidad de agua, pérdida de vegetación y fauna, y un aumento en la contaminación, lo cual se relaciona directamente con los datos obtenidos en las pruebas de calidad del agua que indican un deterioro en los parámetros fisicoquímicos del ecosistema. Esta coincidencia demuestra que la percepción de la comunidad puede actuar como un indicador temprano de alteración ambiental en espacios urbanos. Según Arce y Rodríguez (2019), la participación comunitaria y su visión sobre los humedales urbanos es clave para fortalecer su protección, ya que los habitantes observan cotidianamente los cambios sutiles que pueden pasar desapercibidos en los monitoreos técnicos ocasionales. Además, este deterioro refleja un patrón común en los humedales urbanos de Bogotá, que han sido afectados por el crecimiento urbano desorganizado y la falta de planeación ambiental, tal como lo señala el Instituto de Estudios Ambientales (IDEAM, 2021), que advierte que más del 60% de los humedales urbanos del país presentan algún nivel de alteración significativa.
4. El análisis conjunto de los datos cualitativos (encuestas) y cuantitativos (parámetros del agua) demuestra una clara correlación entre el avance de las actividades humanas y el deterioro del humedal. Construcciones ilegales, disposición inadecuada de residuos y el crecimiento urbano no regulado han intensificado la presión sobre el ecosistema, provocando alteraciones significativas en su estructura y funcionamiento. De acuerdo con Ramsar (2018), las actividades antropogénicas no reguladas son una de las principales causas de pérdida de humedales en el mundo, especialmente en zonas urbanas donde el suelo tiene un alto valor económico.

5. Las actividades antropogénicas han generado un profundo impacto en el equilibrio ecológico del Humedal El Burro. La urbanización acelerada, la fragmentación causada por la infraestructura vial, la contaminación por aguas residuales y la introducción de especies invasoras han transformado negativamente su estructura y funcionalidad natural. Estas acciones han reducido drásticamente su extensión original, deteriorado la calidad del agua y afectado la biodiversidad, especialmente las aves endémicas que dependen del humedal como hábitat.
6. El caso del Humedal El Burro evidencia la falta de planificación ambiental integrada en los procesos de desarrollo urbano. La construcción de vías y viviendas en sus alrededores, sin considerar su función ecológica, ha generado impactos negativos irreversibles. Frente a este escenario, es indispensable implementar estrategias de restauración ecológica, control de especies invasoras y participación comunitaria, junto con una política pública que priorice la conservación de los humedales como parte esencial del sistema ambiental urbano.

## Anexos

### Encuestas

#### Figura 4

¿Cree que estos cambios han afectado su calidad de vida?



*Nota. Autoría Propia*

El 56% de los encuestados considera que los cambios en el humedal han afectado su calidad de vida, mientras que un 20% respondió “tal vez”, un 22% “no sabe / no responde”, y solo un 2% aseguró que no han tenido ningún efecto.

El hecho de que más de la mitad (56%) de los participantes reconozca un impacto directo en su calidad de vida evidencia una fuerte percepción de deterioro ambiental con repercusiones personales y cotidianas. Este dato adquiere mayor relevancia si se cruza con las respuestas anteriores, como el aumento de malos olores, plagas y pérdida de espacios recreativos. La categoría “tal vez” (20%) refleja una población que aún no ha establecido una conexión clara entre los cambios biofísicos y su bienestar, lo cual representa una oportunidad

para fortalecer la educación ambiental y la conciencia comunitaria. El bajo porcentaje de personas que no reconocen ningún efecto (2%) refuerza la idea de que el deterioro ambiental del humedal no pasa desapercibido para quienes habitan su entorno. En conjunto, estos resultados destacan la necesidad de implementar acciones integrales que combinen restauración ecológica con intervenciones sociales para mitigar los impactos percibidos por la comunidad.

### Figura 5

*¿De qué manera lo han afectado?*



*Nota. Autoría Propia*

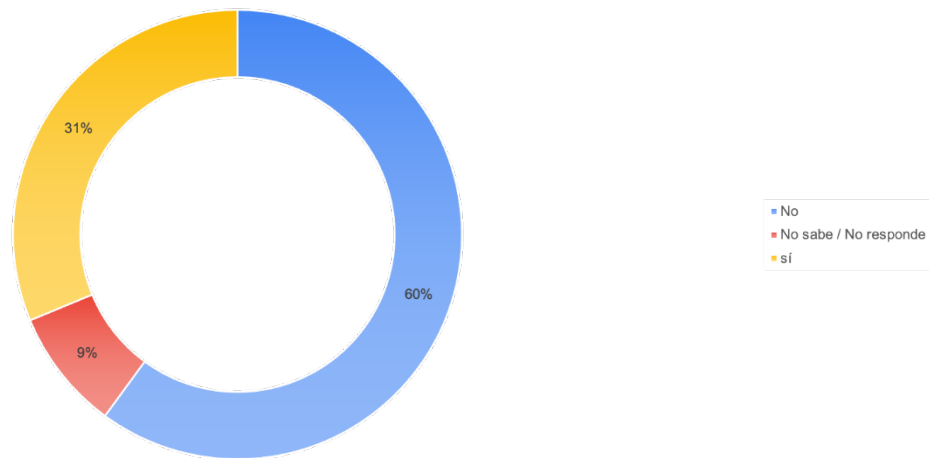
El impacto más reportado por los encuestados fue el aumento de malos olores (59%), seguido por la mayor presencia de insectos o plagas (34%) y la pérdida de espacios para recreación (30%). Otros efectos mencionados incluyen la afectación a la salud (27%), ninguna afectación (23%) y en menor proporción, el mayor riesgo de inundaciones (5%).

Los resultados muestran que los cambios en el humedal El Burro están generando impactos ambientales y sociales tangibles. El mal olor, percibido por más de la mitad de los participantes, representa una molestia constante que afecta tanto la convivencia como el bienestar general. La proliferación de insectos y plagas, junto con la pérdida de espacios recreativos, sugiere una alteración en los usos tradicionales del entorno, limitando la interacción social y el esparcimiento comunitario. La afectación a la salud, presente en más de una cuarta parte de las respuestas, plantea alertas importantes sobre posibles consecuencias sanitarias, mientras que la baja percepción de riesgo de inundación (5%) puede indicar una falta de conocimiento sobre los servicios ecosistémicos del humedal o que este riesgo aún no ha sido evidente para la mayoría. La existencia de un 23% que no percibe ninguna afectación también indica que la experiencia del impacto no es homogénea, posiblemente por ubicación geográfica, hábitos de uso o nivel de información. Este panorama refuerza la necesidad de adoptar medidas de manejo integral que consideren tanto la restauración ambiental como las necesidades y percepciones de la comunidad.

## Figura 6

*¿Ha tenido enfermedades relacionadas con el ambiente en los últimos años (alergias, infecciones respiratorias, etc.)?*

**¿Ha tenido enfermedades relacionadas con el ambiente en los últimos años (alergias, infecciones respiratorias, etc.)?**



*Nota. Autoría Propia*

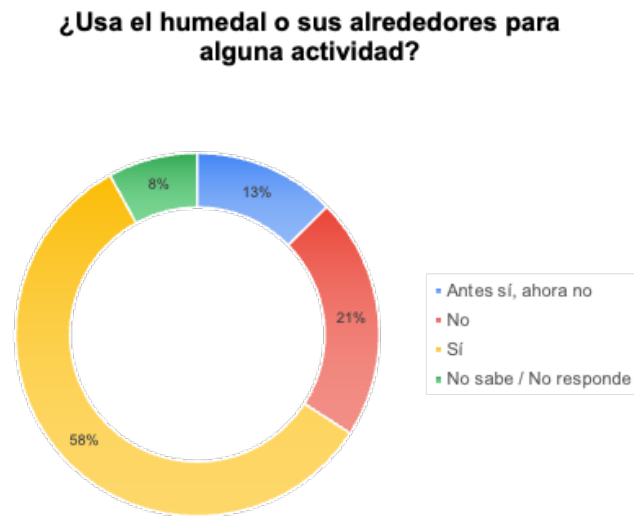
El 60% de los encuestados manifestó no haber tenido enfermedades ambientales recientes, mientras que un 31% respondió que sí ha sufrido alguna enfermedad relacionada con el ambiente, y un 9% no sabe o no respondió.

Aunque la mayoría de los encuestados no reporta enfermedades relacionadas con el ambiente, el 31% que sí lo hace representa una proporción significativa, lo cual sugiere que existe una relación potencial entre el deterioro ambiental del humedal y la salud pública local. Este dato cobra relevancia si se contrasta con las respuestas sobre malos olores, plagas y contaminación, que podrían ser factores asociados a alergias o enfermedades respiratorias. Además, el 9% que no sabe o no responde podría reflejar desinformación o falta de acceso a diagnóstico médico, lo que indica una necesidad de fortalecer la educación ambiental y el

monitoreo en salud comunitaria. Estos hallazgos refuerzan la urgencia de integrar la dimensión de salud en las estrategias de conservación y gestión del humedal.

### Figura 7

*¿Usa el humedal o sus alrededores para alguna actividad?*



*Nota. Autoría Propia*

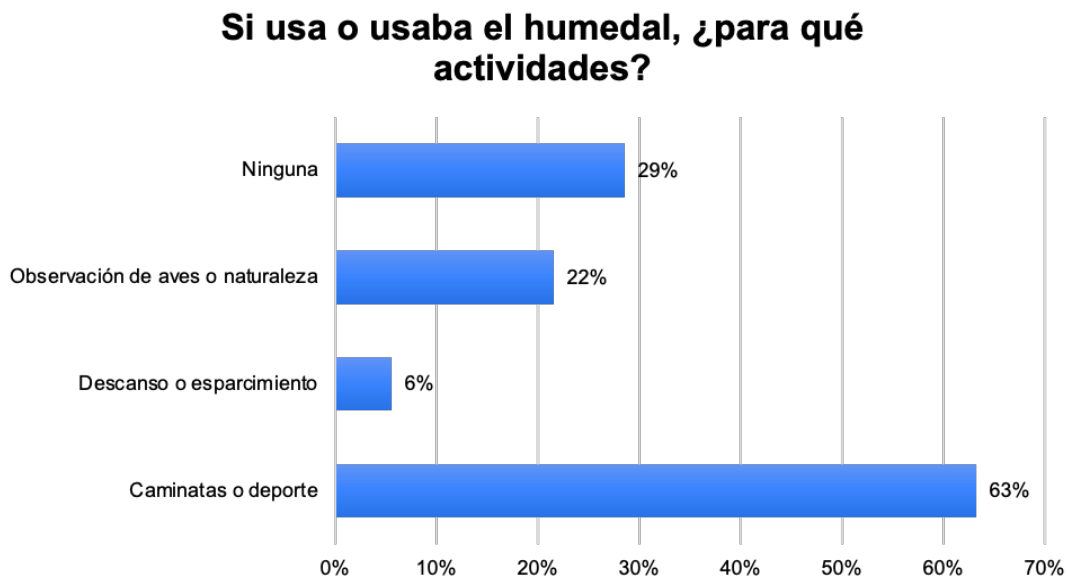
El 58% de los encuestados afirmó que actualmente utiliza el humedal o sus alrededores, mientras que el 21% no lo hace. Un 13% declaró haberlo usado antes pero ya no, y un 8% no sabe o no responde.

El alto porcentaje de personas que aún utilizan el humedal (58%) indica que este ecosistema sigue siendo un espacio funcional y significativo para la comunidad, posiblemente como lugar de recreación, esparcimiento o contacto con la naturaleza. Sin embargo, el 13% que ha dejado de usarlo podría estar reflejando una pérdida en la calidad

ambiental o en las condiciones de seguridad, lo que reduce su valor social. El 21% que nunca lo ha usado podría deberse a factores como barreras de acceso, desconocimiento o desinterés, lo cual representa una oportunidad para fomentar su integración como espacio público. En general, estos datos evidencian que el humedal tiene un papel activo en la vida cotidiana de la mayoría, lo que justifica su protección y restauración como parte de una estrategia que beneficie tanto al ecosistema como a la cohesión social del entorno.

### Figura 8

*Si usa o usaba el humedal, ¿para qué actividades?*



*Nota. Autoría Propia*

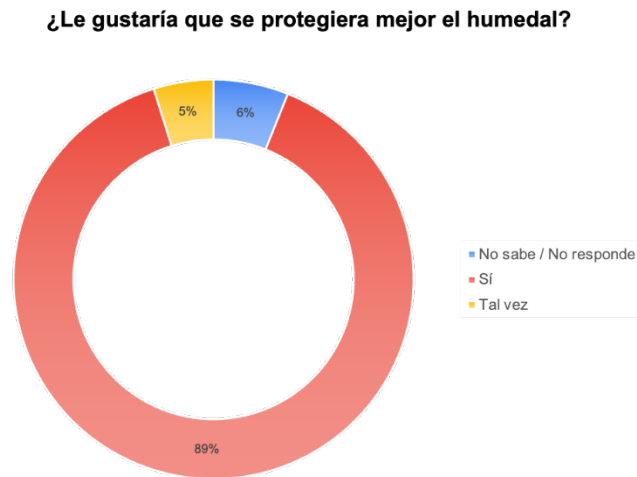
De quienes indicaron que utilizan o utilizaban el humedal El Burro, la actividad más frecuente fue caminatas o deporte (63%), seguida por la observación de aves o naturaleza

(22%). En menor medida se reportaron actividades de descanso o esparcimiento (6%), mientras que un 29% afirmó no realizar ninguna actividad específica en el humedal.

Este resultado muestra que el humedal no solo cumple una función ecológica, sino también una función sociocultural y recreativa importante para la comunidad. La alta proporción de personas que lo utilizan para caminatas o deporte (63%) indica que el humedal actúa como espacio de movilidad y bienestar físico, lo cual es especialmente valioso en contextos urbanos densamente poblados como la localidad de Kennedy. La observación de aves y naturaleza (22%) refuerza el valor del humedal como aula ambiental viva y espacio de conexión con la biodiversidad. No obstante, el 29% que declara no realizar ninguna actividad en el área puede reflejar barreras de acceso, inseguridad, deterioro ambiental o falta de apropiación, factores que deben abordarse para potenciar el valor social del humedal. En conjunto, este análisis subraya la necesidad de recuperar y conservar este ecosistema no solo por razones ecológicas, sino también para garantizar su uso sostenible como espacio público natural, con beneficios directos para la salud física, mental y la cohesión social de la comunidad vecina.

## Figura 9

*¿Le gustaría que se protegiera mejor el humedal?*



*Nota. Autoría Propia*

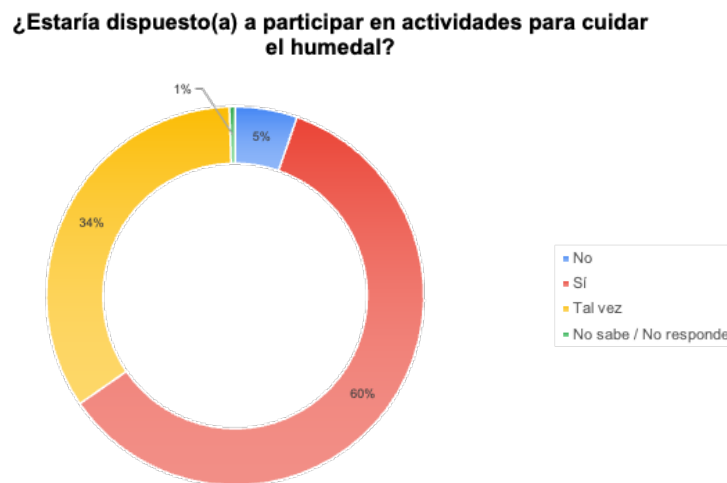
El 89% de los encuestados manifestó que sí le gustaría que el humedal El Burro fuera mejor protegido. Un 5% respondió “tal vez”, mientras que un 6% no sabe o no respondió.

Este resultado muestra una clara voluntad colectiva en favor de la protección y conservación del humedal. El hecho de que casi 9 de cada 10 personas expresen este deseo revela una comunidad consciente del valor ambiental y social de este ecosistema, y posiblemente preocupada por su deterioro. Esta actitud positiva es coherente con otros hallazgos de la encuesta, como el alto uso del humedal para caminatas y deporte (63%) y la disposición a participar en su cuidado (60%). La baja proporción de indiferencia o incertidumbre (11% entre “tal vez” y “no sabe”) sugiere que hay una base sólida para

desarrollar procesos de educación ambiental, participación comunitaria y gobernanza ecológica. En conclusión, existe un respaldo ciudadano significativo que debería ser aprovechado por instituciones públicas y organizaciones ambientales para impulsar estrategias de restauración, control urbano y apropiación territorial en torno al humedal El Burro.

### Figura 10

*¿Estaría dispuesto(a) a participar en actividades para cuidar el humedal?*



*Nota. Autoría Propia*

El 60% de los encuestados respondió que sí estaría dispuesto a participar en actividades para cuidar el humedal, mientras que un 34% respondió “tal vez”, un 5% dijo que no, y solo el 1% no sabe o no respondió.

Estos resultados revelan un alto nivel de disposición comunitaria hacia el cuidado del humedal El Burro, lo cual representa una gran oportunidad para implementar estrategias de

participación ciudadana, voluntariado y educación ambiental. El 60% de afirmaciones positivas indica una comunidad potencialmente activa y comprometida con su entorno. Además, el 34% que respondió “tal vez” puede representar un grupo movilizable con la estrategia adecuada, especialmente si se les informa y se les facilita su participación. La baja proporción de personas que rechazan la idea o no responden (6% en total) sugiere que el rechazo directo es mínimo, y, por tanto, existe un entorno favorable para fomentar el empoderamiento ambiental local. Activar este capital social podría ser clave para la sostenibilidad de cualquier plan de restauración o conservación del humedal.

## Lista de referencias

- Acosta, E. L. & Quintana, K. D. (2022). *Diseño curricular desde el enfoque CTSA para la sensibilización de una situación ambiental del Humedal El Burro*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/17370>.
- Arboleda, J. (2015). *Curso de evaluación de impacto ambiental: Identificación y evaluación de impactos ambientales*. Medellín: El autor.
- Arboleda, J. (1994) *Una propuesta para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. Crónica Forestal y del Medio Ambiente. Ed 9. pág. 71-81.
- Bautista-Trejo, R., Ramírez-Hernández, M., Gómez-Garduño, J. O., Valverde-Nieto, J. G., Cayetano-Rosas, H., Piñón-Santoyo, N., Cabañas-Pérez, J. P. C. J. P., & Ramirez-Albores, J. E. (2023). Aves del Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo Sierra Hermosa, Estado de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 10(3). <https://doi.org/10.19136/era.a10n3.3747>
- Bolaños-Alfaro, J. D., Cordero-Castro, G., & Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*, 30(4), 27. doi:10.18845/tm.v30i4.3408
- Carrasco Quiroga, E., & Alfaro González, M. (2023). *Humedales urbanos: Regulación, implementación y jurisprudencia*. Santiago, Chile: DER Ediciones.
- Caro Zaldívar, R. R. (2022). Expansión urbana y sostenibilidad de humedales naturales. Caso: Humedales de Villa, Chorrillos, Lima, Perú 2010–2020. *Revista Cátedra Villarreal*, 10(1), 26–37. <https://doi.org/10.24039/cv20221011356>

Conesa, V. (2005). *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (2.<sup>a</sup> ed.).

MUNDI-PRENSA.

<https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archi vo1.5036.pdf>

Consejo de Estado. (2007). *Fallo AP-992 de 2007*. Secretaría Jurídica Distrital.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=32348>

Convención de Ramsar sobre los Humedales. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*.

Secretaría de la Convención de Ramsar.

Convención de Ramsar. (2018). *¿Qué son los humedales urbanos?* (Ficha informativa No.

10.1). Secretaría de la Convención de Ramsar.

[https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/info10\\_urban\\_wetlands\\_sp.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/info10_urban_wetlands_sp.pdf)

Convención de Ramsar. (2018). *Resolución XIII.16: Urbanización sostenible, cambio climático y*

*humedales*. Ramsar COP13. <https://www.ramsar.org/es/documento/resolucion-xiii16-urbanizacion-sostenible-cambio-climatico-y-humedales>

Cortés Ballén, L. A. (2018). Aproximación al paisaje de los humedales urbanos de Bogotá dentro de la estructura ecológica principal de la ciudad. *Cuadernos de Geografía:*

*Revista Colombiana de Geografía*, 27(1), 118–130.

<https://doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.60584>

CORTOLIMA. (2009). *Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca Hidrográfica Mayor*.

[https://cortolima.gov.co/images/POMCA/POMCA\\_rio\\_lagunilla/FASE2/SUBSISTEMA\\_FI\\_SICBIOTICO/1.7\\_CALIDAD\\_DE\\_AGUAS.pdf](https://cortolima.gov.co/images/POMCA/POMCA_rio_lagunilla/FASE2/SUBSISTEMA_FI_SICBIOTICO/1.7_CALIDAD_DE_AGUAS.pdf)

Courouble, M., Gardner, R. C., et al. (2021). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Edición especial 2021*. Secretaría de la Convención de Ramsar.

[https://static1.squarespace.com/static/5b256c78e17ba335ea89fe1f/t/61b8a951c302f4685dd2944d/1639491927838/Ramsar+GWO\\_Special+Edition+2021%E2%80%93SPANISH\\_WEB.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5b256c78e17ba335ea89fe1f/t/61b8a951c302f4685dd2944d/1639491927838/Ramsar+GWO_Special+Edition+2021%E2%80%93SPANISH_WEB.pdf)

Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine And Freshwater Research*, 65(10), 934.

<https://doi.org/10.1071/mf14173>

Fernández del Castillo, A., Garibay, M. V., Senés-Guerrero, C., Orozco-Nunnelly, D. A., de Anda, J., & Gradilla-Hernández, M. S. (2022). A review of the sustainability of anaerobic reactors combined with constructed wetlands for decentralized wastewater treatment. *Journal of Cleaner Production*, 371(133428), 133428.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133428>

García, M. (2023). Día mundial de los humedales: Retos para Colombia en el marco de la COP 14 Ramsar - Derecho del Medio Ambiente. *Derecho del Medio Ambiente*. Universidad Externado de Colombia. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/dia-mundial-de-los-humedales-retos-para-colombia-en-el-marco-de-la-cop-14-ramsar/>

Gardner, R. C., Finlayson, C. M., et al. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas*. Secretaría de la Convención de Ramsar.  
[https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo\\_s.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo_s.pdf)

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.) [versión de Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/ Investigacion.pdf>

IDEAM (2023). Hoja metodológica del Índice de calidad del agua (Versión 1.2). 12 p.  
[https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM\\_ICA.pdf](https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM_ICA.pdf)

IISD. (2024). *EIA – ¿Qué es? ¿Por qué? ¿Como?* International Institute for Sustainable Development. <https://www.iisd.org/learning/eia/es/eia-essentials/what-why-when/>

Jardín Botánico de Bogotá. (s.f.). PEDH El Burro - Tensionantes socioambientales.  
<https://jbb.gov.co/generacion-de-conocimiento/pedh-el-burro/#Biodiversidad>

Jeffries, E. (2018). *Salvar los sistemas que sostienen nuestras vidas: Cómo colabora WWF con la Convención Ramsar para proteger los humedales del mundo*. WWF.  
[https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/salvar\\_los\\_sistemas\\_que\\_sostienen\\_nuestras\\_vidas\\_1.pdf](https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/salvar_los_sistemas_que_sostienen_nuestras_vidas_1.pdf)

Junk, W. J., An, S., Finlayson, C. M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S. A., Mitsch, W. J., & Robarts, R. D. (2012b). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic Sciences*, 75(1), 151-167.  
<https://doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z>

- Landaverde-Clará, L. R., & Romeero-Hueso, L. P. (2008). *Determinación de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas según ICA en diferentes pozos de San Salvador y Zonas Extendidas* (Vol. Tesis de Pregrado). (F. d. Farmacia, Ed.) San Salvador: Universidad de El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3014/1/16100228.pdf>
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. *U.S. Geological Survey Circular/U.S. Geological Survey Circular*. <https://doi.org/10.3133/cir645>
- Matta García, W. (2024). *Imaginarios de ecosistemas urbanos y su transformación: Humedal El Burro, Bogotá, Colombia, 1950-2019*. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Artes. Centro de Divulgación y Medios.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2022). *Guía de delimitación y caracterización de humedales urbanos de Chile*. Proyecto GEF Humedales Costeros. <https://humedaleschile.mma.gob.cl/guia-de-delimitacion/>
- Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. (2002). *Política nacional para humedales interiores de Colombia*. Bogotá, Colombia: MinAmbiente/IDEAM. <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC049327>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recursos Hídrico*. ISBN 978-958-8491-35-6. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Hoja metodológica Promedio de fosforo total*. IDEAM. [https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM\\_FT.pdf](https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM_FT.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Hoja metodológica Promedio de nitrógeno total*. IDEAM.  
[https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM\\_NT.pdf](https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM_NT.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Hoja metodológica Promedio de Sólidos Suspendidos Totales (PSST)*. IDEAM.  
[https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM\\_SST.pdf](https://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM_SST.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. (s.f.). *¿Qué son los humedales y por qué es importante conservarlos?*  
<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/ecosistemas/humedales>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2018). *Humedales urbanos son clave para la sostenibilidad ambiental*. <https://www.minambiente.gov.co/humedales-urbanos-son-clave-para-la-sostenibilidad-ambiental/>

Moreno, L. F. (2024). *Redes de interacción flora-sírfidos en los humedales El Burro y Techo de la ciudad de Bogotá*. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.14625/37655>

NIH. (s. f.). *Diccionario NCI*. Instituto Nacional del Cáncer NIH.  
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ph>

Norouzian, M. (1984). Demanda bioquímica de oxígeno - conceptos y metodología. *Instituto de Ingeniería UNAM, D-22*. <http://www2.iingen.unam.mx/es-mx/difusion/CongresoSMBB/SMBB/Libros/D-22.pdf>

Paredes Ceballos, M. Y., Uribe Villamil, L. F., Rosales Paredes, V. F. (2019). *Manual de impacto ambiental*. Ediciones de la U. <https://www-ebooks7-24-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/?il=9182>

Periódico UNAL. (2020). *Humedal El Burro, fraccionado por la construcción*. <https://periodico.unal.edu.co/articulos/humedal-el-burro-fraccionado-por-la-construccion/>

Pinilla, M., Pulido, L. D., & Cardona, C. M. (2024). Evaluación económica de servicios del humedal El Burro, Bogotá, Colombia. *Sociedad y Economía*, 51, e10812872. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i51.12872>

Pizarro, J. (2000). El análisis de estudios cualitativo. *Atención Primaria*, 25(1), 42–46. [https://doi.org/10.1016/s0212-6567\(00\)78463-0](https://doi.org/10.1016/s0212-6567(00)78463-0)

Puentes, G. (2024). Investigar y publicar. 3. *Cómo realizar un análisis estadístico de una investigación*. *Revista Colombiana De Gastroenterología*, 39(3), 296–301. <https://doi.org/10.22516/25007440.1265>

Ramirez, A. (2009). Análisis de los conflictos ambientales en interfases urbano-rurales. Generalidades desde dos territorios de Bogotá. Corporación Construyendo Habitat. Ed 6. Vol.3. pág. 71-96.

Ramsar. (2024). Aprovechar el uso racional, la protección y la restauración de los humedales para lograr resultados en materia de cambio climático. En [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org). [https://www.ramsar.org/sites/default/files/2023-11/Brief%20on%20the%20Ramsar%20Convention%20on%20Wetlands%20for%20UNFCCC%20COP28\\_s\\_0.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/2023-11/Brief%20on%20the%20Ramsar%20Convention%20on%20Wetlands%20for%20UNFCCC%20COP28_s_0.pdf)

Ramsar. (s/f). *The importance of wetlands*. Ramsar.org. Recuperado el 5 de marzo de 2025, de <https://www.ramsar.org/about/our-mission/importance-wetlands>

Rodier, J. (2009). *Análisis del agua* (Vol. 9na Edición). Madrid: AMW Ediciones.

Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Rojas Quezada, C., Jorquera Guajardo, F., & Steiner, S. (2022). Acceder caminando a los humedales urbanos: una oportunidad de recreación y bienestar. *Revista Urbano*, 25(46), 56–67. <https://doi.org/10.22320/07183607.2022.25.46.05>

Rojas Quezada, C. (2023). *Humedales urbanos: Cartas de la academia a la política pública*. Santiago, Chile: Editorial Dostercios.

Rojas, C., Sepúlveda-Zúñiga, E., Barbosa, O., Rojas, O., & Martínez, C. (2015). Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitana. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61, 181–204. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022015000200010>

Romero, J. (2009). *Calidad del agua* (Vol. 3ra Edición). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2024). *Plan de Manejo Ambiental del Humedal El Burro: Bogotá 2023*. Observatorio Ambiental de Bogotá. [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=15021](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=15021)

Secretaria Distrital de Ambiente. (2019). *Resolución 01059 de 2019*. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=15021](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=15021)

Secretaría Distrital de Ambiente. (2019). *Resolución 3964 de 2019 Secretaría Distrital de Ambiente*. Régimen legal de Bogotá D.C.

[https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlm\\_download&p=15021](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=15021)

Secretaría Distrital de Ambiente. (2019). *¿Sabes cuántos humedales tiene Bogotá y qué beneficios le trae a la ciudad?* ambientebogota.gov.co.

[https://ambientebogota.gov.co/search?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=https%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fsearch%3Fp\\_auth%3DfEicIM8B%26p\\_p\\_id%3D3%26p\\_p\\_lifecycle%3D1%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_state\\_rcv%3D1&\\_101\\_assetEntryId=778461&\\_101\\_type=content&\\_101\\_urlTitle=sabes-cuantos-humedales-tiene-bogota-y-que-beneficios-le-trae-a-la-ciudad-&inheritRedirect=true](https://ambientebogota.gov.co/search?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=https%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fsearch%3Fp_auth%3DfEicIM8B%26p_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D1%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_state_rcv%3D1&_101_assetEntryId=778461&_101_type=content&_101_urlTitle=sabes-cuantos-humedales-tiene-bogota-y-que-beneficios-le-trae-a-la-ciudad-&inheritRedirect=true)

Secretaría Distrital de Ambiente. (s. f.). *Normatividad Humedales*. ambientebogota.gov.co.

<https://www.ambientebogota.gov.co/normatividad2>

Sierra, R. (2021). Retos para la conservación de humedales en América Latina. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 25(2), 45–57.

UNESCO. (2018). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265922\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265922_spa)

World Health Organization. (2024). *Guías para la calidad del agua de consumo humano:*

*Pequeños sistemas de abastecimiento de agua - Resumen de orientación*. World Health

Organization. <https://www.who.int/es/publications/m/item/guidelines-for-drinking-water-quality--small-water-supplies---executive-summary>

Veiga de Cabo, Jorge, Fuente Díez, Elena de la, & Zimmermann Verdejo, Marta. (2008).

Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. Medicina y Seguridad del Trabajo, 54(210), 81-88.

El Observatorio Ambiental de Bogotá. (2019). El humedal El Burro perdió el 89% de su ecosistema por la urbanización de Bogotá. <https://oab.ambientebogota.gov.co/el-humedal-el-burro-perdio-el-89-de-su-ecosistema-por-la-urbanizacion-de-bogota/>

Secretaria de Ambiente Bogotá. (2023). ACTUALIZACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DEL BURRO. In <https://www.ambientebogota.gov.co/humedal-el-burro>.

Jardín Botánico (s.f). PEDH El Burro [https://jbb.gov.co/generacion-de-conocimiento/pedh-el-burro/#Tensionantes\\_socioambientales](https://jbb.gov.co/generacion-de-conocimiento/pedh-el-burro/#Tensionantes_socioambientales)

Díaz Espinosa, A. (2022). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. In <https://oab.ambientebogota.gov.co/> (011 de 2010). Universidad Nacional. [https://oab.ambientebogota.gov.co/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2018/11/CatlogodeplantasInvasorasdelosHumedalesdebogota.pdf](https://oab.ambientebogota.gov.co/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/11/CatlogodeplantasInvasorasdelosHumedalesdebogota.pdf)