

**Formulación de un modelo de monitoreo participativo para la gestión integral de la calidad
del agua del río Botello en el municipio de Facatativá, Cundinamarca**

César Humberto Téllez Gachancipá

Asesor

Raúl David Peralta Mendoza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

2026

Resumen

El presente proyecto aplicado tiene como objetivo formular un modelo de monitoreo participativo para la gestión integral de la calidad del agua del río Botello en el municipio de Facatativá, Cundinamarca. Dicho modelo busca fortalecer la participación comunitaria, promover la corresponsabilidad ambiental y generar información accesible que aporte a la toma de decisiones en torno a la protección de esta fuente hídrica. El proyecto se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, participativo e interdisciplinar, sustentado en la revisión documental, el análisis del contexto territorial y la integración de prácticas de monitoreo comunitario implementadas en Colombia y América Latina. Su propósito central es facilitar herramientas sencillas, replicables y socialmente apropiadas que permitan a los actores locales comunidad, organizaciones ambientales, instituciones educativas y autoridades municipales evaluar de manera sistemática aspectos básicos de la calidad del agua y del estado del ecosistema. La iniciativa se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aportando especialmente al ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) mediante la promoción del monitoreo comunitario; al ODS 13 (Acción por el clima) por su contribución a la adaptación basada en ecosistemas y la gestión del riesgo hídrico; y al ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres) al fomentar la conservación de la cobertura vegetal, la protección de rondas hídricas y la preservación de áreas estratégicas de montaña. El modelo propuesto pretende constituirse en una herramienta operativa que favorezca la gobernanza ambiental local, fortalezca el sentido de pertenencia de la comunidad hacia el río Botello y permita generar información continua que apoye la conservación y recuperación de este ecosistema estratégico del territorio facatativeño.

Palabras clave: monitoreo participativo, calidad del agua, gobernanza ambiental, río Botello, ciencia ciudadana, desarrollo sostenible

Abstract

This applied project aims to formulate a participatory monitoring model for the integrated management of the water quality of the Botello River in the municipality of Facatativá, Cundinamarca. The proposed model seeks to strengthen community participation, promote environmental co-responsibility, and generate accessible information to support decision-making for the protection of this important water source. The project is based on a qualitative, participatory, and interdisciplinary approach supported by documentary review, territorial context analysis, and the integration of community water monitoring experiences developed in Colombia and Latin America. Its main purpose is to provide simple, practical, and replicable tools that enable local stakeholders, environmental organizations, educational institutions, and municipal authorities to systematically assess basic aspects of water quality and ecosystem conditions. This initiative contributes to the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 6 (Clean Water and Sanitation), SDG 13 (Climate Action), and SDG 15 (Life on Land), by promoting citizen participation, ecosystem conservation, and environmental governance. The proposed model is intended to become an operational tool that strengthens local environmental governance, promotes community ownership of the Botello River, and supports the generation of continuous environmental information for the conservation and restoration of this strategic ecosystem in the municipality of Facatativá.

Keywords: participatory monitoring, water quality, environmental governance, botello river, facatativá, sustainable development

Tabla de Contenido

Introducción	10
Planteamiento del Problema	12
Contextualización del Problema.....	12
Problema Específico y Pregunta de Investigación	14
Marco Contextual.....	16
Contexto Territorial: Facatativá y su Sistema Hídrico	17
Descripción Específica del Río Botello	17
Contexto Comunitario y de Participación	18
Síntesis del Contexto: de lo Global a lo Local	18
Justificación	19
Objetivos	22
Objetivo General	22
Objetivos Específicos.....	22
Marco Teórico y Normativo.....	23
Antecedentes	23
Fundamentos Conceptuales.....	24
Monitoreo Participativo del Agua.....	24
Calidad del Agua	25
Gestión Integral del Recurso Hídrico	25
Gobernanza Ambiental	25
Ciencia Ciudadana.....	26
Fundamentos Teóricos.....	26
Enfoque de Gobernanza Colaborativa del Agua.....	26
Teoría de la Gestión Comunitaria de Recursos Naturales	27

Enfoque de Educación Ambiental y Apropiación Territorial	28
Marco Normativo	28
Metodología	31
Enfoque Metodológico	31
Enfoque Cualitativo	31
Carácter Participativo	31
Métodos y Técnicas	32
Revisión Documental	32
Diseño Metodológico	33
Alcances y Limitaciones	35
Alcances	35
Limitaciones	35
Caracterización del Contexto Territorial del Río Botello	36
Análisis Documental del Contexto Territorial	36
Caracterización de Actores	40
Identificación de Puntos Críticos	42
Identificación de Problemáticas	44
Plan del Modelo Participativo	47
Objetivo del Plan	47
Fases del Modelo Participativo	47
Preparación y Sensibilización	48
Capacitación y Apropiación Comunitaria	52
Conceptos Generales sobre la Calidad del Agua	54
Detección de las Presiones Ambientales	56
Manejo del Formato Simplificado de Monitoreo Participativo	58

Monitoreo Participativo en Campo	65
Sistematización, Socialización y Toma de Decisiones.....	68
Estrategias de Sostenibilidad del Plan.....	73
Integración al PRAE y Proyectos Comunitarios	73
Inclusión del Monitoreo en el Plan de Desarrollo Municipal.....	74
Fortalecimiento del Voluntariado Ambiental.....	74
Retroalimentación Continua	75
Uso de Herramientas Digitales Simples	75
Participación Interinstitucional.....	76
Referencias Bibliográficas	78
Apéndices.....	88

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Diseño metodológico de la investigación.....</i>	34
Tabla 2 <i>Componentes fundamentales del POT Facatativá en relación con el rio Botello</i>	36
Tabla 3 <i>Estudios previos e informes relevantes para el proyecto</i>	38
Tabla 4 <i>Aportes según el rol de cada actor.....</i>	41
Tabla 5 <i>Formato de desarrollo del encuentro formativo</i>	48
Tabla 6 <i>Componentes temáticos de las capacitaciones</i>	52
Tabla 7 <i>Indicadores cualitativos a evaluar</i>	53
Tabla 8 <i>Matriz de categorías para la sistematización de experiencias de monitoreo participativo ambiental.....</i>	57
Tabla 9 <i>Información secundaria del rio Botello</i>	59
Tabla 10 <i>Formato de monitoreo</i>	61

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Matriz de Mapeo de Actores del Río Botello</i>	40
Figura 2 <i>Mapa de Puntos Críticos del Río Botello</i>	43
Figura 3 <i>Diagrama Causa-Efecto de las Problemáticas Ambientales del Río Botello</i>	44
Figura 4 <i>Fases del Modelo Participativo</i>	47
Figura 5 <i>Estructura del Rol de la Comunidad en el Modelo</i>	51
Figura 6 <i>Presiones Ambientales del Río Botello</i>	56
Figura 7 <i>Puntos de Vigilancia</i>	66
Figura 8 <i>Flujograma de la Fase 4</i>	68
Figura 9 <i>Actores Principales</i>	72

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Glosario de Términos Técnicos</i>	87
--	----

Introducción

El Río Botello constituye uno de los ecosistemas hídricos más relevantes del municipio de Facatativá, dado que articula procesos ecológicos, productivos y sociales fundamentales para la región. No obstante, presenta presiones ambientales asociadas a vertimientos, pérdida de cobertura vegetal, expansión urbana y alteraciones en su dinámica natural, lo que incrementa la necesidad de implementar estrategias de monitoreo y conservación sostenibles (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2023).

A nivel global, el agua es reconocida como un recurso esencial para la vida, y su gestión responsable constituye uno de los compromisos centrales establecidos por las Naciones Unidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente en el ODS 6: *Agua limpia y saneamiento* (Organización de las Naciones Unidas ONU, 2015). En este marco, los modelos de monitoreo participativo del recurso hídrico han cobrado relevancia como mecanismos que integran a las comunidades locales en la observación, evaluación y toma de decisiones sobre el estado de los ecosistemas acuáticos.

Diversas experiencias internacionales —especialmente en América Latina— como las desarrolladas en Perú, Brasil y México, han demostrado que la participación comunitaria produce información más cercana a la realidad territorial, incrementa la frecuencia del seguimiento y fortalece la gobernanza ambiental (García & Torres, 2020; Lima et al., 2019).

En Colombia, proyectos implementados en cuencas como las de los ríos Magdalena, Bogotá y Cauca han mostrado resultados positivos al integrar actores institucionales, comunitarios y académicos en procesos de seguimiento del recurso hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, [MADS], 2022).

Bajo esta perspectiva holística que incluye los niveles global, nacional y local, el presente proyecto se orienta al diseño de un modelo de monitoreo participativo para el río Botello, fuente hídrica estratégica para Facatativá y sus veredas colindantes.

De manera global, la gestión del recurso hídrico es un asunto de particular interés dentro del concepto de desarrollo sostenible, con la importancia específica de la puesta en marcha de estrategias participativas para la conservación de los ecosistemas acuáticos. Del mismo modo, en el ámbito nacional, la preocupación por la gestión del agua ha conducido al diseño de políticas e instrumentos de gestión, entre ellos, el diseño de los Planes de Ordenamiento Territorial y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), orientados hacia la conservación, el uso sostenible y la recuperación de los cuerpos de agua.

A nivel regional y local, estas propuestas establecen las problemáticas asociadas a la cuenca del río Botello, la cual se ve sometida a presiones derivadas del crecimiento urbano, del aporte de aguas residuales, de las prácticas agropecuarias y de la disposición inadecuada de los residuos, lo que repercute en la calidad del recurso hídrico y en el suministro de los servicios ecosistémicos.

Planteamiento del Problema

Contextualización del Problema

La degradación de los recursos hídricos es uno de los desafíos ambientales más relevantes del siglo XXI, afectando tanto la disponibilidad como la calidad del agua en diversos territorios del mundo (UNESCO, 2023; WWAP, 2023). Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe advierten que millones de personas aún carecen de acceso a agua potable segura. Según datos de la CEPAL (2022), más del 70% de las aguas residuales en América Latina se vierten sin tratamiento adecuado, situación que incrementa la vulnerabilidad ambiental y sanitaria de comunidades rurales y urbanas.

En este escenario global, el monitoreo participativo del agua surge como una estrategia efectiva que permite involucrar a las comunidades locales en la evaluación del estado de las fuentes hídricas. De acuerdo con Fraisl et al. (2020) y Bonney et al. (2016), países como Canadá, Perú, México y Brasil han implementado modelos exitosos de ciencia ciudadana aplicada al agua, en los que la población, articulada con instituciones y expertos, participa en la observación, medición básica y reporte del estado de ríos, lagos y quebradas. Fraisl et al. (2020) y Boelens et al. (2018) documentan que estas experiencias han demostrado impactos positivos en la gobernanza del agua, la educación ambiental y la toma de decisiones.

En Colombia, instrumentos como la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) y diversos programas de educación ambiental han promovido la participación ciudadana en la gestión del agua. Sin embargo, según Rodríguez-Becerra y Espinoza (2021), persisten limitaciones técnicas, falta de continuidad institucional y escasa

articulación entre actores comunitarios y entidades gubernamentales, lo que ha impedido consolidar modelos operativos de monitoreo ciudadano en múltiples cuencas del país.

En el ámbito regional, la cuenca del río Bogotá se erige como uno de los sistemas hídricos más significativos de Cundinamarca, y una de las más vulneradas por procesos de urbanización, actividades agropecuarias, vertidos domésticos e industriales y cambios en el uso del suelo. La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) manifiesta que el monitoreo permanente de calidad del agua se considera una herramienta esencial para valorar el estado de los cuerpos hídricos, determinar las principales fuentes de contaminación y facilitar la toma de decisiones con miras a la recuperación y conservación de los recursos hídricos (CAR, 2023). De otro lado, el Boletín Semestral del Índice de Calidad del Agua (ICA) demuestra que la corporación lleva a cabo campañas de monitoreo permanente en sus diferentes subzonas hidrográficas de la jurisdicción en la que se encuentra la cuenca del río Bogotá, desde una perspectiva fisicoquímica y microbiológica con la finalidad de generar información técnica que permita valorar la condición ambiental de las fuentes hídricas y canalizar las acciones de gestión integral del recurso hídrico.

De la misma manera, el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá, establece que la planificación y la restauración del área geográfica del río Bogotá requiere articulación entre las autoridades ambientales, las administraciones municipales y las comunidades, fomentando procesos continuados de participación pública, educación ambiental y gobernanza del agua. Este plan también indica que la gestión sostenible del agua no depende solamente de la aplicación de instrumentos de control por las instituciones, sino de los mecanismos de articulación social, de generación de información de la comunidad y de apropiación social del territorio, para prevenir el deterioro del medio ambiente y preservar el

estado de los ecosistemas acuáticos existentes. La CAR ha promovido la conformación de los consejos de cuenca como espacios de participación que permiten fortalecer la corresponsabilidad de todos los actores dentro de la gestión del río Bogotá y sus afluentes (CAR, 2019).

Ahora bien en el ámbito local, el río Botello, afluente del río Bogotá y principal fuente hídrica del municipio de Facatativá, enfrenta un proceso creciente de deterioro ambiental. Investigaciones recientes realizadas por Dueñas (2021) y López y Rojas (2022) evidencian afectaciones en la calidad del agua, especialmente en la cuenca media, asociadas a vertimientos domésticos sin tratamiento; actividades agrícolas y agroindustriales; expansión urbana desordenada; disposición inadecuada de residuos sólidos; así como reducción de áreas de protección y deforestación en zonas ribereñas.

En ese sentido si existen esfuerzos institucionales por parte de la administración municipal y la CAR-Cundinamarca, estos no han logrado integrar de forma efectiva a la comunidad en procesos continuos de seguimiento y vigilancia ambiental. Esto ha generado una brecha de información, así como una limitada capacidad de respuesta temprana ante impactos sobre el río.

En consecuencia, se hace necesario estructurar un modelo de monitoreo participativo que articule el conocimiento técnico con el saber comunitario, promoviendo la corresponsabilidad ambiental y fortaleciendo la gestión integral del recurso hídrico en Facatativá.

Problema Específico y Pregunta de Investigación

Problema específico:

El municipio de Facatativá carece de un modelo estructurado de monitoreo participativo que permita evaluar, registrar y analizar de manera continua la calidad del agua del río Botello mediante la participación comunitaria y la articulación de actores locales.

Pregunta de investigación:

¿De qué manera un modelo de monitoreo participativo puede contribuir a la gestión integral de la calidad del agua del río Botello en el municipio de Facatativá, Cundinamarca?

Marco Contextual

La gestión del recurso hídrico se ha convertido en uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI. Organismos internacionales como la ONU, la OMS y la CEPAL han advertido que la degradación de las fuentes de agua afecta la disponibilidad, calidad y sostenibilidad del recurso en todos los continentes. En América Latina, más del 70% de las aguas residuales se descargan sin tratamiento, generando impactos significativos sobre ecosistemas y comunidades (CEPAL, 2022).

En respuesta a esta problemática, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) buscan promover acciones globales y locales para proteger el agua y los ecosistemas asociados. Este proyecto se articula principalmente con el ODS 6 sobre agua limpia y saneamiento, el ODS 13 relacionado con la acción por el clima, y el ODS 15 que promueve la vida de ecosistemas terrestres, contribuyendo así a la agenda global de sostenibilidad desde el ámbito local.

En distintos países, como Canadá, Perú, México y Brasil, el monitoreo participativo del agua se ha consolidado como una estrategia efectiva para integrar a las comunidades en la observación y gestión de sus fuentes hídricas. Según Fraisl et al. (2020) y Bonney et al. (2016), estos modelos han demostrado que la participación comunitaria mejora la vigilancia ambiental, complementa los sistemas institucionales de control, genera datos más cercanos a la realidad territorial y fortalece la gobernanza y toma de decisiones locales.

En Colombia, la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) y los procesos de participación en cuencas han impulsado ejercicios comunitarios de monitoreo. Sin embargo, de acuerdo con Rodríguez-Becerra y Espinoza (2021), estos aún presentan limitaciones técnicas y de articulación institucional que impiden su consolidación plena.

Contexto Territorial: Facatativá y su Sistema Hídrico

El municipio de Facatativá, localizado en la Sabana Occidente de Cundinamarca, cuenta con un sistema hídrico estratégico conformado por quebradas, nacederos y ríos que abastecen zonas rurales y urbanas. No obstante, fenómenos como la expansión urbana, los vertimientos domésticos, el uso inadecuado del suelo y la pérdida de cobertura vegetal han incrementado la presión sobre sus fuentes de agua, según evidencian estudios locales de la CAR-Cundinamarca (2020) y el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio (Alcaldía de Facatativá, 2019).

Dentro de este sistema se destaca el río Botello, un afluente clave para el abastecimiento y la regulación hídrica del territorio. El Botello hace parte de la cuenca media del río Bogotá y constituye un corredor ecológico de importancia regional, tal como lo documentan Dueñas (2021) y el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá (CAR, 2019).

Descripción Específica del Río Botello

El río Botello nace en el Cerro Peñas del Aserradero, ubicado en la vereda La Tribuna del municipio de Facatativá. Desde allí desciende atravesando sectores rurales y urbanos, hasta integrarse al sistema del río Bogotá. Diversos estudios han documentado su estado ambiental, entre ellos el trabajo de Dueñas Rodríguez (2021), quien identifica que la cuenca alta presenta un nivel de contaminación moderado, mientras que la cuenca media evidencia afectaciones más severas asociadas a vertimientos de aguas residuales domésticas, escasa cobertura vegetal y presión antrópica relacionada con la expansión urbana.

Estos resultados reflejan la necesidad urgente de fortalecer los mecanismos de monitoreo del recurso hídrico y de involucrar activamente a las comunidades locales en su gestión, tal como lo sugieren también López y Rojas (2022) en su caracterización de la calidad del agua en la cuenca.

Contexto Comunitario y de Participación

En Facatativá existen iniciativas escolares, ambientales y comunitarias que trabajan en torno al cuidado del agua, como lo documenta el Plan de Desarrollo Municipal (Alcaldía de Facatativá, 2020). Sin embargo, no se cuenta con un sistema articulado de monitoreo participativo que permita generar información básica y constante, fortalecer capacidades locales, integrar actores institucionales y comunitarios, y facilitar la toma de decisiones sobre conservación del río. La ausencia de una estrategia formal de monitoreo comunitario limita la capacidad de respuesta frente a los impactos ambientales y dificulta la apropiación territorial sobre el cuidado del río Botello.

Síntesis del Contexto: de lo Global a lo Local

El conjunto de factores mencionados: tendencias globales de degradación hídrica, experiencias regionales de participación, políticas nacionales, estado ambiental del río Botello y desafíos locales de gestión justifican la necesidad de diseñar un modelo de monitoreo participativo que responda a las particularidades sociales, ambientales y territoriales de Facatativá. Este marco contextual ofrece la base conceptual y situacional necesaria para comprender la relevancia del proyecto aplicado y el potencial transformador de un proceso comunitario de vigilancia del agua en el río Botello, alineándose con los principios de gobernanza hídrica propuestos por la OCDE (2015) y el enfoque de ciencia ciudadana aplicada a la gestión ambiental.

Justificación

El río Botello es una fuente hídrica estratégica para el municipio de Facatativá y sus veredas cercanas, sin embargo, enfrenta un proceso acelerado de degradación ambiental. Estudios recientes confirman contaminación severa en su cuenca media debido a vertimientos de aguas residuales sin tratamiento, descargas de actividades agropecuarias y pérdida progresiva de la cobertura vegetal protectora (Dueñas, 2021; Granados, 2021). Esta situación afecta directamente la calidad del agua, deteriora el ecosistema acuático y compromete los servicios ambientales que la cuenca ofrece a más de 5.000 habitantes de las zonas rurales y urbanas del municipio según datos del Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Facatativá, 2019) y el diagnóstico ambiental de la CAR-Cundinamarca (2020).

A pesar de la gravedad del problema, actualmente no existe en Facatativá un sistema estructurado de seguimiento comunitario que permita a los habitantes locales participar activamente en la observación y protección de su recurso hídrico. De acuerdo con Rodríguez-Becerra y Espinoza (2021), el monitoreo técnico realizado por entidades como la Corporación Autónoma Regional (CAR) es limitado en frecuencia y cobertura espacial, lo que genera vacíos de información sobre el estado real del río en diferentes tramos y épocas del año. Según Fraisl et al. (2020), esta ausencia de participación ciudadana en el monitoreo impide que la comunidad desarrolle capacidades de autogestión ambiental, se apropie del territorio y contribuya de manera efectiva a la toma de decisiones sobre la conservación del río Botello. En este contexto, la formulación de un modelo de monitoreo participativo representa una estrategia necesaria para cerrar esta brecha entre la institucionalidad y la comunidad.

La importancia de este proyecto trasciende el ámbito local y se conecta directamente con compromisos globales establecidos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Específicamente, el modelo de monitoreo participativo contribuye al ODS 6 sobre agua limpia y saneamiento al promover la vigilancia comunitaria de la calidad del agua y fortalecer la gestión de los recursos hídricos a nivel local. Asimismo, aporta al ODS 13 relacionado con la acción por el clima mediante la adaptación basada en ecosistemas y la reducción de la vulnerabilidad hídrica frente al cambio climático. Finalmente, se vincula con el ODS 15 sobre vida de ecosistemas terrestres al fomentar la protección de la zona hídrica, la conservación de la biodiversidad acuática y la restauración de áreas degradadas, tal como lo establecen las metas de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ONU, 2015). De esta manera, el proyecto articula las necesidades locales del río Botello con los compromisos ambientales que Colombia ha asumido en el marco de la Agenda 2030.

Desde el punto de vista académico y práctico, este proyecto representa una contribución significativa para el municipio de Facatativá y para el programa de Ingeniería Ambiental de la UNAD. El modelo propuesto facilitará herramientas metodológicas sencillas, de bajo costo y socialmente apropiadas que permitirán a líderes comunitarios, instituciones educativas y organizaciones locales realizar un seguimiento continuo de indicadores básicos de la calidad del agua siguiendo los principios de ciencia ciudadana propuestos por Bonney et al. (2016). Además, el proyecto promoverá la educación ambiental, el fortalecimiento de la gobernanza hídrica local y la corresponsabilidad entre actores institucionales y comunitarios en línea con los principios de gobernanza del agua de la OCDE (2015). Al generar información accesible y confiable sobre el estado del río, el modelo habilitará la formulación de estrategias de conservación más efectivas, basadas en las realidades territoriales y las capacidades locales. En síntesis, este trabajo aplicado busca empoderar a la comunidad facatativeña para que se convierta en protagonista activa de la

protección y recuperación del río Botello, uno de los activos ecológicos más importantes del municipio.

Objetivos

Objetivo General

Formular un modelo de monitoreo participativo para la gestión integral de la calidad del agua del río Botello en el municipio de Facatativá, Cundinamarca, mediante herramientas metodológicas que promuevan la gobernanza hídrica y la educación ambiental comunitaria.

Objetivos Específicos

Caracterizar el contexto territorial del río Botello y los actores relevantes para el desarrollo del monitoreo participativo.

Diseñar las fases, actividades y herramientas del modelo de monitoreo participativo adaptado a las condiciones locales del municipio.

Proponer estrategias de sostenibilidad y gobernanza para la implementación del modelo de monitoreo comunitario.

Marco Teórico y Normativo

Antecedentes

El monitoreo participativo del agua ha sido implementado exitosamente en diversos contextos internacionales y nacionales. A nivel global, países como Canadá, Estados Unidos y varios de la Unión Europea han desarrollado programas de ciencia ciudadana donde las comunidades locales contribuyen a la recolección de datos sobre calidad del agua, generando información útil para la gestión ambiental (Fraisl et al., 2020; Bonney et al., 2016).

En América Latina, experiencias en Perú, Brasil, México y Ecuador han demostrado que el monitoreo comunitario fortalece la gobernanza del agua, aumenta la frecuencia de observación y empodera a las comunidades locales para participar en decisiones sobre sus recursos hídricos según documentan García y Torres (2020) y Lima et al. (2019). Fraisl et al. (2020) evidencian que estas iniciativas complementan el monitoreo técnico institucional y generan apropiación territorial.

En Colombia, proyectos de monitoreo participativo se han desarrollado en cuencas como las de los ríos Magdalena, Bogotá, Cauca y San Francisco, con resultados positivos en la integración de actores comunitarios, institucionales y académicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). Estos programas han utilizado metodologías adaptadas al contexto local, priorizando indicadores de fácil medición y estrategias de capacitación comunitaria de acuerdo con los lineamientos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente, 2010).

Específicamente sobre el río Botello, se han realizado diversos estudios que evidencian su problemática ambiental. Dueñas (2021) evaluó la calidad fisicoquímica del agua encontrando contaminación moderada en la cuenca alta y severa en la cuenca media. Granados (2021) analizó

comunidades de macroinvertebrados acuáticos mediante el índice BMWP/Col, confirmando biológicamente los niveles de contaminación. González (2017) aplicó índices de calidad del agua (ICA e ICO) determinando que el río no es apto para consumo humano ni uso pecuario. Paiba y Monroy (2015) desarrollaron una modelación hidrodinámica identificando DBO₅, DQO y coliformes como variables críticas.

Sin embargo, ninguno de estos estudios propone un modelo de monitoreo participativo que integre a la comunidad en el seguimiento continuo de la calidad del agua. Este vacío metodológico justifica la necesidad de formular un modelo que empodere a los habitantes locales, genere información periódica y contribuya a la gestión integral del río Botello siguiendo las experiencias exitosas documentadas en la literatura internacional sobre ciencia ciudadana aplicada a recursos hídricos (Fraisl et al., 2020; Bonney et al., 2016).

Fundamentos Conceptuales

Monitoreo Participativo del Agua

El monitoreo participativo del agua se define como el proceso mediante el cual las comunidades locales, en articulación con instituciones y expertos, realizan la observación sistemática y la recolección de información sobre el estado de los recursos hídricos (Fraisl et al., 2020). De acuerdo con Fraisl et al. (2020), este enfoque reconoce que los habitantes cercanos a las fuentes hídricas poseen conocimiento territorial valioso y pueden contribuir a la generación de datos útiles para la toma de decisiones ambientales. Fraisl et al. (2020) sostienen que el monitoreo participativo no reemplaza el monitoreo técnico institucional, sino que lo complementa al aumentar la frecuencia de observación, ampliar la cobertura espacial y fortalecer la apropiación comunitaria del territorio.

Calidad del Agua

La calidad del agua se refiere al conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan la aptitud del recurso hídrico para diferentes usos: consumo humano, actividades productivas, recreación y conservación de ecosistemas (Organización Mundial de la Salud, 2021). La evaluación de la calidad puede realizarse mediante parámetros medibles en laboratorio como pH, oxígeno disuelto, DBO y coliformes, o mediante indicadores observables que permiten una valoración cualitativa del estado del recurso. Según la OMS (2021) y Fraisl et al. (2020), en el contexto del monitoreo comunitario, los indicadores observables como color, olor, presencia de residuos y estado de la vegetación ribereña resultan de mayor utilidad por su facilidad de registro y bajo costo.

Gestión Integral del Recurso Hídrico

La gestión integral del recurso hídrico (GIRH) es un enfoque sistémico que busca coordinar el desarrollo y manejo del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Global Water Partnership, 2012). Este enfoque reconoce las múltiples dimensiones del agua ambiental, social, económica y cultural y promueve la participación de diversos actores en la toma de decisiones sobre su conservación y uso conforme a los principios establecidos en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente de Dublín (1992) y ratificados en la Cumbre de Johannesburgo (2002).

Gobernanza Ambiental

La gobernanza ambiental se refiere al conjunto de procesos, normas, instituciones y actores que intervienen en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales. De acuerdo con la OCDE (2015), una gobernanza efectiva del agua implica la participación de

múltiples actores como gobierno, comunidad, academia y sector privado; la transparencia en la información; la rendición de cuentas; y la construcción de acuerdos que equilibren intereses diversos en torno al recurso hídrico según los principios establecidos por el PNUD (2011). En el caso del río Botello, fortalecer la gobernanza local significa crear espacios de participación donde la comunidad tenga voz en las decisiones que afectan su fuente hídrica.

Ciencia Ciudadana

La ciencia ciudadana consiste en la participación del público general en actividades de investigación científica, especialmente en la recolección, análisis y difusión de datos ambientales (Bonney et al., 2009; Dickinson et al., 2012). En el contexto del monitoreo del agua, la ciencia ciudadana permite involucrar a comunidades no especializadas en la generación de información útil para la gestión ambiental, fortaleciendo al mismo tiempo la educación ambiental y la conciencia colectiva sobre la importancia de la conservación tal como lo documentan Bonney et al. (2016) y Fraisl et al. (2020) en sus estudios sobre programas de monitoreo comunitario.

Fundamentos Teóricos

El diseño de este modelo de monitoreo participativo se fundamenta en tres perspectivas teóricas complementarias que explican la relevancia de la participación comunitaria en la gestión ambiental.

Enfoque de Gobernanza Colaborativa del Agua

La teoría de gobernanza colaborativa sostiene que la gestión efectiva de los recursos comunes, como el agua, requiere la participación de múltiples actores en procesos de decisión compartida (Emerson et al., 2012). Este enfoque supera la visión tradicional de gestión centralizada y reconoce que las comunidades locales poseen conocimientos, intereses legítimos y

capacidades que deben integrarse en los sistemas de manejo ambiental siguiendo los planteamientos de Ansell y Gash (2018) sobre gobernanza colaborativa.

La gobernanza colaborativa se caracteriza por la inclusión de actores diversos en espacios de diálogo; la construcción de acuerdos basados en intereses compartidos; la distribución de responsabilidades entre instituciones y comunidad; y el desarrollo de mecanismos de rendición de cuentas según establecen Emerson et al. (2012) en su marco integrado de gobernanza colaborativa. En el caso del río Botello, la gobernanza colaborativa se materializa mediante el empoderamiento de actores comunitarios para que participen en el monitoreo y conservación de su fuente hídrica, articulándose con las acciones que desarrollan la CAR, la alcaldía municipal y las instituciones educativas.

Teoría de la Gestión Comunitaria de Recursos Naturales

La gestión comunitaria de recursos naturales plantea que las comunidades pueden organizarse para manejar de manera sostenible los recursos de los cuales dependen, siempre que cuenten con información adecuada, reglas claras y mecanismos de participación efectiva (Ostrom, 2009). Este enfoque subraya la importancia de construir capacidades locales, fortalecer la organización social y generar sistemas de monitoreo que produzcan información accesible y útil para la toma de decisiones.

De acuerdo con Ostrom (2009), los sistemas de gestión comunitaria exitosos comparten características como límites claramente definidos; reglas adaptadas al contexto local; participación en la toma de decisiones; monitoreo efectivo; y sanciones graduales para quienes incumplen los acuerdos. El modelo propuesto para el río Botello se orienta precisamente a facilitar que la comunidad facatativeña desarrolle estas capacidades de autogestión ambiental, estableciendo un sistema de monitoreo que les permita observar, registrar y actuar frente a las

problemáticas de su fuente hídrica aplicando los principios de acción colectiva documentados por Ostrom en sus estudios sobre gobernanza de recursos comunes.

Enfoque de Educación Ambiental y Apropiación Territorial

La educación ambiental no se limita a la transmisión de conocimientos técnicos, sino que busca transformar actitudes, valores y prácticas en relación con el entorno natural (González-Gaudiano y Meira-Carteá, 2020). Según González-Gaudiano y Meira-Carteá (2020), el monitoreo participativo constituye una estrategia pedagógica que permite a las comunidades aprender sobre la dinámica de los ecosistemas, comprender las causas de su degradación y reconocer su responsabilidad en la conservación.

A través del monitoreo continuo, la comunidad desarrolla un sentido de pertenencia hacia el río Botello y se convierte en actor activo de su protección. Este proceso de apropiación territorial implica que los habitantes pasan de ser espectadores pasivos de la degradación ambiental a ser agentes de cambio que vigilan, denuncian, proponen y ejecutan acciones de conservación en concordancia con los planteamientos de Freire (1970) sobre pedagogía crítica y transformación social. La educación ambiental que surge del monitoreo participativo es, por tanto, una educación situada en el territorio, conectada con las realidades locales y orientada a la acción transformadora.

Marco Normativo

El modelo de monitoreo participativo se enmarca en la normatividad ambiental colombiana que regula la gestión del recurso hídrico y promueve la participación ciudadana. El Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente constituye el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y establece disposiciones sobre gestión integral del recurso hídrico y ordenamiento de cuencas. La Resolución 0631 de 2015 del mismo ministerio establece

parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales. La Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de Protección Social y Ambiente define características, instrumentos básicos y frecuencia del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua potable.

El fundamento constitucional y legal del modelo se sustenta en la normatividad ambiental colombiana vigente. La Constitución Política de Colombia de 1991 consagra en sus artículos 8, 49, 79, 80 y 95 el derecho colectivo a un ambiente sano, la obligación del Estado de proteger los recursos naturales y la responsabilidad ciudadana en la conservación ambiental. El Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, es el pilar básico del derecho ambiental colombiano: establece los factores de deterioro ambiental, las formas de aprovechamiento de los recursos naturales y los principios de protección hídrica que siguen plenamente vigentes.

La Ley 9 de 1979, Código Sanitario Nacional, regula el manejo del agua, los usos permitidos y los estándares de saneamiento básico, siendo esencial para el monitoreo de la calidad hídrica en relación con la salud pública. La Ley 99 de 1993 crea el Ministerio de Ambiente, el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y define las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales en la gestión ambiental territorial. El Decreto 1076 de 2015 constituye el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente. La Resolución 0631 de 2015 establece parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales. La Resolución 2115 de 2007 define las características y frecuencia del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua potable.

La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010) establece los objetivos, estrategias y líneas de acción para el manejo del agua. Finalmente, el Plan Nacional de

Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida" correspondiente a la Ley 2294 de 2023 que incorpora como eje transversal la justicia ambiental, la participación ciudadana en la gestión de recursos naturales y el fortalecimiento de mecanismos comunitarios de monitoreo y control ambiental. del Congreso de la República, que corresponde al Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, incluye disposiciones sobre gestión integral del recurso hídrico y participación comunitaria.

Adicionalmente, el modelo se alinea con la Política Nacional de Educación Ambiental de 2002 del Ministerio de Ambiente y el Ministerio de Educación Nacional, que promueve la formación de ciudadanos ambientalmente responsables y la construcción de una cultura ambiental basada en la participación de las comunidades. Asimismo, se enmarca en los lineamientos de la Resolución 509 de 2018 que establece parámetros para el monitoreo del recurso hídrico y los estándares de calidad del agua establecidos en la Resolución 2115 de 2007 actualizada.

Metodología

Enfoque Metodológico

Enfoque Cualitativo

Este proyecto se desarrolla bajo un enfoque cualitativo de acuerdo con los planteamientos de Creswell y Poth (2018) y Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), dado que busca comprender el contexto territorial del río Botello, identificar necesidades comunitarias y formular un modelo de monitoreo adaptado a las condiciones locales. No se realizaron mediciones fisicoquímicas del agua; en cambio, se diseñó la estructura metodológica y las herramientas necesarias para que la comunidad pueda realizar ejercicios continuos de monitoreo participativo. y las herramientas necesarias para que la comunidad pueda realizar ejercicios futuros de monitoreo participativo.

El carácter cualitativo permite profundizar en las dimensiones sociales, institucionales y territoriales que determinan la viabilidad y sostenibilidad del modelo propuesto según los principios metodológicos de la investigación cualitativa establecidos por Creswell y Poth (2018). Se priorizará la comprensión de las dinámicas locales, las capacidades existentes y las oportunidades de articulación entre actores, más que la generación de datos numéricos sobre la calidad del agua.

Carácter Participativo

El proyecto tiene un carácter participativo en su concepción, pues reconoce que la gestión efectiva del recurso hídrico requiere la integración de actores locales en la observación, evaluación y toma de decisiones sobre el estado de los ecosistemas acuáticos siguiendo los principios de la investigación-acción participativa propuestos por Fals Borda (1987, obra fundacional de la IAP latinoamericana) y Bradbury (2015). Este enfoque busca generar

apropiación territorial, fortalecer capacidades comunitarias y promover la corresponsabilidad entre instituciones y ciudadanos de acuerdo con los planteamientos de Chambers (2015) sobre desarrollo participativo. Aunque este trabajo de grado se limita a la formulación del modelo, el diseño propuesto está orientado a facilitar la participación comunitaria efectiva en futuras etapas de implementación.

Métodos y Técnicas

Revisión Documental

Se realizó una revisión de fuentes secundarias para fundamentar el modelo de monitoreo participativo siguiendo la metodología de revisión documental propuesta por Gómez et al. (2015) y adaptada al contexto de proyectos ambientales. Esta revisión permitirá identificar experiencias similares, metodologías aplicables y lecciones aprendidas en contextos comparables al del río Botello.

Fuentes de consulta. Se utilizarán las siguientes fuentes de información: Google Scholar como motor de búsqueda académico; la biblioteca digital de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD); repositorios institucionales de universidades colombianas como la Universidad Nacional, Universidad de Antioquia y Universidad Javeriana; el repositorio de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR); y las bases documentales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Criterios de selección. Se incluyeron documentos publicados entre 2019 y 2024 en idioma español o inglés, con temáticas relacionadas con monitoreo participativo del agua, ciencia ciudadana aplicada a recursos hídricos, gestión comunitaria del agua, y experiencias de monitoreo en Colombia y América Latina siguiendo los criterios de selección de fuentes establecidos por Moher et al. (2020) para revisiones sistemáticas. Se priorizaron estudios con

enfoque metodológico cualitativo o mixto y documentos con revisión académica o respaldo institucional.

Se excluyeron estudios realizados en contextos geográficos muy diferentes; metodologías de alta complejidad técnica no replicables a nivel comunitario; documentos sin revisión o validación académica/institucional; e información desactualizada anterior a 2019. y documentos con revisión académica o respaldo institucional. Se excluirán estudios realizados en contextos geográficos muy diferentes; metodologías de alta complejidad técnica no replicables a nivel comunitario; documentos sin revisión o validación académica/institucional; e información desactualizada anterior a 2015.

Alcance de la revisión. Se revisaron aproximadamente 25 a 30 documentos distribuidos así: 10 a 12 artículos científicos sobre monitoreo participativo y ciencia ciudadana; 8 a 10 tesis de pregrado y posgrado relacionadas con el tema; 5 a 6 informes técnicos de entidades ambientales como CAR y MinAmbiente; y 2 a 3 manuales o guías de monitoreo comunitario.

Sistematización de la información. La información recopilada se organizará en una matriz de sistematización siguiendo el modelo de análisis de contenido propuesto por Mayring (2019) que permitirá identificar elementos metodológicos exitosos, herramientas técnicas aplicables, estrategias de capacitación comunitaria, modelos de gobernanza local y factores de sostenibilidad.

Diseño Metodológico

Para alcanzar los objetivos propuestos se delimitaron las siguientes fases para la formulación del modelo metodológico.

Tabla 1*Diseño metodológico de la investigación*

Fase	Actividad	Descripción metodológica	Referente teórico
Análisis territorial	Revisión de información secundaria	Análisis de instrumentos de planificación (POT, POMCA), estudios previos y fuentes institucionales para comprender la dinámica ambiental del río Botello	Reed et al. (2018)
	Caracterización de actores	Identificación y clasificación de actores según nivel de interés e influencia en la gestión del recurso hídrico	Gutiérrez y Sanz (2018)
Construcción del modelo	Análisis comparativo	Revisión de experiencias de monitoreo participativo en contextos similares mediante estudio de casos múltiples	Yin (2018)
	Diseño de parámetros de monitoreo	Definición de indicadores observables por la comunidad (color, olor, residuos, fauna, etc.)	Fraisl et al. (2020)
	Diseño de formatos de registro	Elaboración de fichas de campo y bitácoras comunitarias para recolección de información	Fraisl et al. (2020)
	Estrategia de capacitación	Diseño de procesos formativos para fortalecer capacidades comunitarias	Freire (1970); Chambers (2015)
	Estructura de gobernanza	Definición de roles, responsabilidades y articulación institucional	Ostrom (2009); Emerson et al. (2012)
	Frecuencia de monitoreo	Definición de periodicidad de monitoreo según capacidades locales	Fraisl et al. (2020)
	Validación conceptual	Revisión del modelo frente a normatividad y coherencia técnica	Normatividad ambiental colombiana

Fuente. Elaboración propia 2026.

Alcances y Limitaciones

Alcances

Este proyecto tiene como alcance la formulación de un modelo de monitoreo participativo integral y adaptado al contexto específico del río Botello que incluye la identificación de actores clave y caracterización sus roles potenciales en el monitoreo comunitario, diseño de herramientas metodológicas sencillas y de bajo costo para la recolección de información comunitaria, estrategias de capacitación accesibles para la población local, lineamientos de gobernanza local para la sostenibilidad del modelo y un documento técnico que sirve como guía para la futura implementación del monitoreo participativo.

Limitaciones

Para Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) toda investigación presenta limitaciones metodológicas que deben quedar explícitas. En ese sentido, el presente proyecto tuvo como objeto el diseño de un modelo de monitoreo participativo, por lo que no contempló su implementación ni su validación mediante una fase piloto; en consecuencia, no realizó mediciones fisicoquímicas de laboratorio ni análisis técnicos de calidad del agua, ya que la caracterización de los actores fue secundaria, lo que impidió comprobar la efectividad del modelo mediante su aplicación en un contexto real.

Caracterización del Contexto Territorial del Río Botello

Este apartado contiene un diagnóstico inicial donde se describe la caracterización del contexto territorial del río Botello y los actores relevantes para el desarrollo del monitoreo participativo

Análisis Documental del Contexto Territorial

Inicialmente se consultó el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Facatativá, revisando los componentes relacionados el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) , gestión del riesgo y áreas de protección ambiental, en la tabla 2 se presenta el análisis del Plan de Ordenamiento Territorial de Facatativá que aborda los ejes fundamentales que se encuentran relacionados con la sostenibilidad ambiental, la gestión del uso del suelo, la planificación del territorio, así como sus implicaciones en el río Botello.

Tabla 2

Componentes fundamentales del POT Facatativá en relación con el río Botello

Componente	Categoría	Principales Hallazgos
Sistema hídrico	Definición	El POT define al sistema hídrico como aquellas áreas de preservación ambiental y restauración en nacimientos y cauces de ríos y otros afluentes.
	Delimitación	Las franjas de protección ambiental se determinan en al menos 30 m a cada lado de los cauces de ríos y quebradas y de hasta 100 m en relación con las áreas de nacimientos, con el objeto de dar cuenta de la conservación de dicho sistema.
	Usos condicionados	Se permite la captación de agua, la construcción de infraestructura de apoyo y otras intervenciones, siempre que no generen impactos negativos sobre los cuerpos de agua ni se realicen sobre nacimientos
	Usos prohibidos	Se prohíbe el desarrollo de actividades urbanas, agroindustriales, mineras, la disposición de residuos sólidos, la tala y la construcción de vivienda en zonas de ronda hídrica

	Responsabilidad	Las rondas hídricas se deben proteger, conservar y manejar de forma articulada por la correspondiente Administración Municipal, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), las empresas prestadoras de servicios públicos y demás actores competentes, acorde a la normativa ambiental interna.
Gestión institucional	Ocupación	El POT señala que existen viviendas dentro de las rondas hídricas del río Botello, tanto en el sector urbano como en el sector rural, presentando una ocupación de zonas no adecuadas.
	Distancia al río	Se registran viviendas a distancias inferiores a 10 metros y a 5 metros. Este hecho coloca a la población en una disposición mayor a situaciones de riesgo.
Gestión del riesgo	Sectores afectados	El POT reconoce sectores del municipio que se vinculan con el río Botello, tales como San Cristóbal, Girardot, El Jardín, Los Robles, La Yerbabuena y Los Andes, los cuales presentan problemáticas asociadas a los usos del suelo.
	Riesgo	El POT reconoce el riesgo de inundación y represamiento en zonas próximas al cauce del río, este hecho se vincula al uso adecuado del suelo y a las condiciones del territorio.
	Causas del riesgo	El POT señala como factores asociados al riesgo el proceso de deforestación en las cabeceras, la actividad ganadera extensiva y la localización de viviendas y actividades económicas a la vera del río.
	Contaminación	El POT señala la existencia de tramos del río Botello que se encuentran contaminados como consecuencia de actividades humanas que se desarrollan en su espacio de influencia.
	Coordinación de obras	Se considera la ordenación conjunta de los trabajos de alcantarillado sanitario y pluvial en la cuenca del río Botello, con otras acciones de infraestructura urbanas y medioambientales
Saneamiento básico	Planta de tratamiento	El Plan de Ordenamiento Territorial incluye la mejora de la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y el saneamiento básico, como forma de evitar el aumento de la contaminación del río Botello.
	Infraestructura	Se promueve el mantenimiento, ampliación y mejora de la infraestructura del alcantarillado sanitario y pluviales para reducir sus vertimientos hacia el río Botello.
	Manejo de aguas	Se prevé el manejo de las aguas lluvias mediante sistemas pluviales en zonas adyacentes de aguas naturales corrientes, de modo que el sistema no se sobrecargue.

Ordenamiento urbano	Área ambiental	La zona que obedece al río es configurada como una zona ambiental, donde existen embalses y zonas concernientes a la conservación, así como a actividades de baja intervención
	Integración urbana	La relación que se prevé asociar el río Botello con el casco histórico y otros sectores urbanos, articulándolo por medio de ejes de movilidad y espacio público.
	Parques lineales	Se contempla la implementación de parques lineales sobre la ronda del río como parte del sistema de equipamiento público
Espacio público y ambiente	Senderos	Se sugiere la creación de senderos peatonales en la parte paralela al río respetando las áreas de protección
	Integración ecológica	Se promueve la conservación y recuperación de la estructura ecológica principal del municipio. Se promueve la articulación de cuerpos de agua y áreas de protección y espacios verdes del municipio.
	Recuperación ambiental	Se contempla programar actuaciones de recuperación de la ronda del río Botello, tal y como marcan las normas de la protección medioambiental
	Equipamientos	Se contempla la situación de equipamientos educativos, recreativos e institucionales en la zona de influencia del río
	Estructura verde	Se propone la consolidación de una estructura verde urbana vinculada al río Botello y sus áreas de ronda

Fuente. Elaboración propia con base en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Facatativá (Alcaldía Cívica de Facatativá, 2002), complementado con la normativa ambiental vigente.

Del mismo modo se analizaron estudios previos sobre el río Botello, información de la CAR Cundinamarca incluyendo el POMCA, información sobre vertimientos autorizados y áreas de importancia ecológica, evaluación de indicadores ICA o Índice de Calidad del Agua con el propósito de conocer planes, programas y proyectos ambientales en ejecución, y caracterización de problemáticas ambientales locales la cual se describe en la tabla 3.

Tabla 3

Estudios previos e informes relevantes para el proyecto

Autor/Año	Título	Metodología	Principales hallazgos	Relevancia para el proyecto
Dueñas (2021)	<i>Análisis de la calidad del agua en el río Botello</i>	Análisis fisicoquímico in situ y laboratorio	Cuenca alta: contaminación moderada; cuenca media: contaminación severa	Base técnica para definir parámetros críticos
Granados (2021)	<i>Comunidades de macroinvertebrados acuáticos del río Botello</i>	Índice BMWP/Col	Confirmación biológica de contaminación severa	Validación ecológica de afectaciones fisicoquímicas
González (2017)	<i>Evaluación de indicadores ICA e ICO del río Botello</i>	Índices de calidad integrados	Agua no apta para consumo ni uso pecuario	Línea base de referencia para monitoreo comunitario
Paiba & Monroy (2015)	<i>Modelación hidrodinámica del río Botello</i>	Modelación matemática	Variables críticas: DBO ₅ , DQO y coliformes	Marco metodológico para monitoreo continuo
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR (2019)	<i>Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA)</i>	Propuesta de planificación ambiental global fundamentada en diagnóstico biofísico, económico-social y análisis de presiones sobre el recurso hídrico	Identificación de problemáticas como contaminación del recurso hídrico, presión por actividades agropecuarias y urbanas, degradación de rondas hídricas y afectación de las características fisicoquímicas del agua	Proporciona el soporte técnico y normativo para la gestión del río Botello, permitiendo identificar los problemas que son prioritarios para abordar durante el monitoreo.

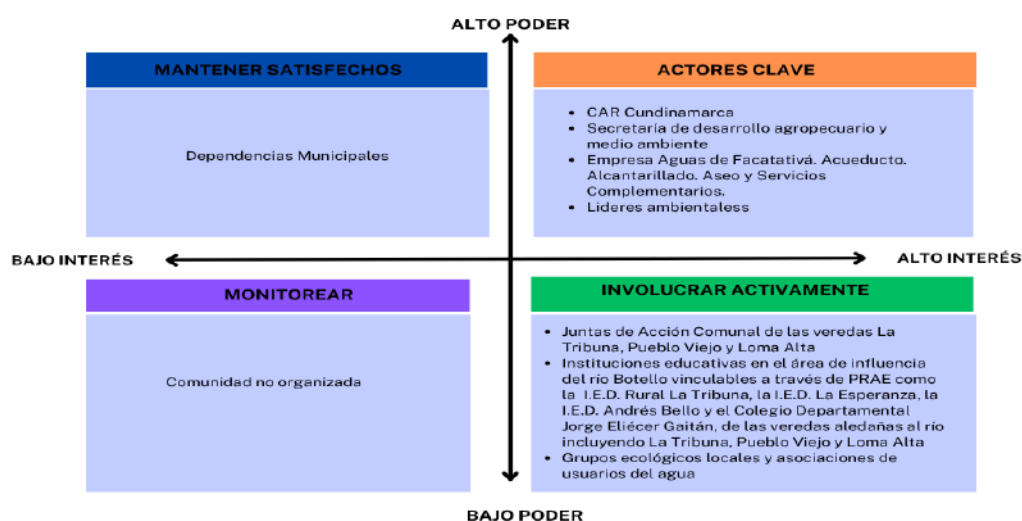
Fuente. Elaborado con base a autores consultados 2015 -2021.

Caracterización de Actores

Se identificaron los actores relevantes para el desarrollo del monitoreo participativo de acuerdo con la metodología de mapeo propuesta por Reed et al. (2018) para proyectos ambientales, la cual se concibe como un proceso medido que puede ser útil para identificar, clasificar sobre los diferentes actores que desarrollan o se ven involucrados en un proyecto, que involucra específicamente en reconocer el rol del actor, los intereses, así como sus prácticas o el nivel de influencia y las relaciones entre ellos, además de definir estrategias de gestión directa, participación y sensibilización como se observa en la figura 1.

Figura 1

Matriz de Mapeo de Actores del Río Botello



Fuente. Elaboración propia con base en el modelo de mapeo de actores (Reed et al., 2018).

La organización de los actores en el diagrama se realizó considerando su facultad de intervenir en la toma de decisiones (*poder*) y su nivel de implicación o afectación respecto al estado del río Botello (*interés*), en ese sentido las entidades institucionales se localizan en el cuadrante de alto poder e interés, dado que poseen competencias normativas, técnicas y operativas en la gestión del recurso hídrico, además de su responsabilidad en la conservación,

monitoreo y control de este. Por el contrario, los actores comunitarios presentan alto interés, pero bajo poder, ya que dependen directamente del recurso hídrico y se ven perjudicados por su deterioro, no obstante, su competencia en incidir en la toma de decisiones es baja, ya que no cuentan con autoridad institucional.

Del mismo modo, las instituciones educativas se sitúan en este mismo cuadrante, dado que, a pesar de tener un alto interés por los procesos de educación ambiental y su participación a través de los PRAE, poseen escasa intervención respecto a la gestión directa del río. Por su parte, para los actores que tienen un alto poder, pero un bajo interés, se pueden incluir algunas dependencias institucionales dentro de la administración pública, que no están directamente relacionadas con la gestión ambiental del río, por lo que el nivel de implicación es bajo. Por último, para los actores de bajo poder e interés, que se refiere a las personas que hacen parte del territorio, pero que no pertenecen a ningún grupo formal como juntas de acción comunal, asociaciones, colectivos o que simplemente no están cerca del río Botello.

Con los actores del territorio se realizó la clasificación de estos, con la finalidad de identificar su rol y nivel de participación en el ejercicio de monitoreo participativo del río Botello en Facatativá. La tabla 4 establece como cada actor puede contribuir en la construcción, desarrollo, acción y sostenibilidad del monitoreo participativo.

Tabla 4

Aportes según el rol de cada actor

Actor	Tipo	Rol	Descripción de aporte
Juntas de Acción Comunal	Comunitario	Monitoreo directo	Efectúan observaciones periódicas del río, registran modificaciones en el agua, comunican problemáticas medioambientales y ayudan en las actividades de recolección de información obtenida en el campo

Grupos ecológicos locales		Educación y sensibilización	Promueven la educación ambiental, apoyan instancias de monitoreo y ayudan en la articulación de la participación comunitaria
Asociaciones de usuarios del agua		Vigilancia del recurso	Detectan afecciones de la calidad del agua y favorecen buenas prácticas de uso del recurso
Instituciones educativas	Educativo	Apoyo técnico y formativo	Comparten acciones con los estudiantes para desarrollar las actividades de monitoreo, recolección de información y procesos educativos sobre medio ambiente
Secretaría de Ambiente Municipal	Institucional	Coordinación y seguimiento	Proporciona orientaciones técnicas, organiza actores y ayuda en procesos de control del medioambiente
Secretaría de Desarrollo Rural		Apoyo a prácticas sostenibles	Promueven buenas prácticas de agricultura y ganadería que minimicen los impactos sobre el recurso hídrico
CAR Cundinamarca		Regulación y control	Realizan monitoreo técnico, control de vertimientos y aportan información oficial
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Facatativá		Saneamiento	Gestionan el tratamiento de las aguas residuales y aportan información sobre calidad del agua
Líderes ambientales	Comunitario	Gestión y articulación	Convocan a la comunidad, organizan actividades y ayudan a la comunicación entre actores

Fuente. Elaboración propia 2026.

Identificación de Puntos Críticos

Con el fin de identificar los puntos críticos de vertimientos asociados al río Botello los cuales se encuentran en la figura 2 que contiene el mapa hidrográfico del río Botello, desde su nacimiento en el Cerro Peñas del Aserradero (vereda La Tribuna) hasta su desembocadura en el río Bogotá.

La figura 2 es un mapa que muestra la separación y la localización espacial de las zonas críticas priorizadas en el monitoreo del río Botello a partir del uso de los SIG y el análisis espacial siguiendo los criterios del IDEAM (2023), teniendo en cuenta: (i) el número de fuentes de contaminación (vertimientos domésticos, de industrias y agropecuarios); (ii) el grado de intervención antrópica del cauce; (iii) la vulnerabilidad de los ecosistemas asociados; (iv) la importancia del cuerpo hídrico para la población; (v) la disponibilidad de información para seguir el agua; en base a estos criterios de impacto ambiental y al análisis territorial, se identificaron como zonas prioritarias de sustantivos elementos del área urbana, el barrio de San Cristóbal, Juan XXIII, Girardot y Juan Pablo II, en donde se halla la mayor problemática asociada a los vertimientos de aguas residuales domésticas sin tratamiento que también impactan la ocupación del espacio y el mal uso del suelo.

Estas zonas generan mayores presiones sobre el río, por la proximidad de viviendas y la escasa capacidad del sistema de alcantarillado, lo cual contribuye a su deterioro a la calidad del agua. En el área rural se observan veredas como Pueblo viejo donde se evidencia la pérdida de cobertura vegetal en la ronda hídrica, fenómeno que genera incrementos de procesos erosionales, menor capacidad de regulación hídrica e influye negativamente sobre la estabilidad del ecosistema que acompaña al río. Del mismo modo, la vereda Loma Alta se identifica como un sector crítico en función de las actividades agropecuarias, fundamentalmente ganadería y agricultura, las cuales generan efectos indirectos en el recurso hídrico, por posibles contaminantes de origen agropecuarios.

Figura 3*Diagrama Causa-Efecto de las Problemáticas Ambientales del Río Botello***Ilustración 2.** Diagrama Causa-efecto, problemáticas ambientales del río Botello

Fuente. Elaboración a partir del Plan de Ordenamiento Territorial de Facatativá (2002) y del modelo de diagrama causa-efecto de Ishikawa (1986).

La figura 3 contiene el diagrama de Ishikawa o causa-efecto que facilita una estructuración integral de los problemas identificados en el río Botello, de acuerdo con el POT establece en primer lugar, que el crecimiento urbano no programado constituye una de las principales causas de deterioro ambiental, pues la construcción de viviendas y asentamientos en zonas de ronda hídrica, muchos de estos situados a distancias menores a las permitidas incrementa la vulnerabilidad de la población frente a acontecimientos de inundación, generando un problema ambiental y de gestión del riesgo.

En segundo lugar, las actividades agropecuarias que se desarrollan en las zonas de ronda hídrica, así como en las de influencia, producen cambios del terreno favorecen procesos de erosión, arrastre de sedimentos y contaminación que impacta directamente la calidad del agua y la estabilidad del cauce.

Otra causa identificada es la degradación ambiental asociada a la pérdida de cobertura vegetal en las cabeceras y rondas hídricas pues la deforestación reduce la capacidad de infiltración del suelo y favorece la ocurrencia de desbordamientos.

En cuanto al saneamiento básico, el análisis evidencia deficiencias importantes en los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, la existencia de redes combinadas y la falta de cobertura en algunos sectores generan vertimientos directos de aguas residuales al río Botello, lo cual constituye una de las principales fuentes de contaminación hídrica.

La monitorización participativa ha sido consolidada como una estrategia muy importante en el campo de la gestión ambiental, particularmente en aquellos escenarios donde es necesario consolidar la gobernanza local de los recursos naturales debido a la escasa habilidad institucional. De esta forma, la monitorización participativa fomenta el protagonismo de las comunidades para la recolección, preparación y utilización de la información ambiental, lo cual da origen a procesos de apropiación social del conocimiento y la conservación.

Plan del Modelo Participativo

A fin de sustentar técnica y metodológicamente el modelo de monitoreo participativo que se propone, se integran enfoques, metodologías, indicadores y herramientas de seguimiento comunitario de la calidad del agua, para evaluar su pertinencia y aplicabilidad en el contexto del río Botello. Sobre esta base se establecen los fundamentos conceptuales y operativos que orientan la construcción del modelo y aseguran que su diseño responda a criterios de viabilidad, participación de la comunidad y veracidad técnica.

Objetivo del Plan

Integrar a la comunidad en el seguimiento cualitativo de la calidad del agua del río Botello, mediante herramientas accesibles que fortalezcan la educación ambiental, la gestión territorial y la toma de decisiones locales.

Fases del Modelo Participativo

El modelo se organiza en cuatro fases operativas, la cual responde a una aproximación metodológica progresivo que permitió garantizar la realización del proceso, la cual se fundamentó en la revisión de las metodologías participativas y de la gestión ambiental que muestran que los procesos de intervención territorial se deben llevar a cabo en fases sucesivas que consideren la preparación, la capacitación, la ejecución y la evaluación (Suárez, 2021).

Figura 4*Fases del Modelo Participativo*

Fuente. Elaboración propia 2026.

Preparación y Sensibilización

Objetivo. Sensibilizar a las comunidades y actores locales sobre la importancia del monitoreo del agua y del río Botello como ecosistema estratégico.

Para esta fase se diseñaron estrategias orientadas a la sensibilización, la vinculación y la organización de los actores locales para generar las condiciones necesarias para la configuración del seguimiento participativo; entendido que la apropiación comunitaria representa un elemento estratégico para asegurar la sostenibilidad del modelo, por lo cual se implementan metodologías participativas y de educación medioambiental.

Con el propósito de la sensibilización se realizó un formato metodológico propuesto como una guía para la elaboración de los encuentros de socialización comunitaria a juntas de acción comunal y a grupos ambientales. El formato pretende ofrecer un modelo para la

socialización del modelo de monitoreo participativo y facilitar las posibilidades de inclusión de actores locales en el proceso.

La propuesta metodológica propone elementos de educación ambiental participativa mediante un formato que incorpora espacios de enunciado, socialización e interacción comunitaria que propicien la comprensión del proceso de monitoreo, así como el reconocimiento de problemáticas ambientales relacionadas con el río Botello.

Tabla 5

Formato de desarrollo del encuentro formativo

Formato para el desarrollo del encuentro informativo comunitario en el marco del monitoreo participativo del río Botello		
Instrumento:	Encuentro informativo comunitario	
Municipio de Ejecución:	Facatativá	
Fase del modelo	Preparación y sensibilización	
Nombre del responsable de realizar la elaboración de la propuesta.	César Humberto Téllez Gachancipá	Cargo: Estudiante
2. Objetivo		
Diseñar un espacio participativo orientado a informar y sensibilizar a la comunidad y actores locales sobre la importancia del monitoreo del río Botello, promoviendo su vinculación al modelo de monitoreo participativo.		
3. Fundamentación metodológica		
El encuentro se fundamenta en el planteamiento de educación ambiental participativa, ya que promueve un proceso de construcción colectiva del saber e integración de saberes locales y técnicos, este planteamiento permite hacer emerger procesos de sensibilización que facilitan la apropiación de las distintas problemáticas ambientales relacionadas con el recurso hídrico a la vez que promueve el protagonismo de la comunidad en la gestión del recurso hídrico.		
4. Descripción del diseño metodológico		
El encuentro se estructura en cuatro momentos secuenciales que permiten el desarrollo progresivo del proceso de sensibilización:		
Apertura: Presentación del equipo facilitador, objetivos del encuentro y dinámica de integración.		
Sensibilización: Exposición de las problemáticas identificadas en el diagnóstico del río Botello mediante recursos visuales y discusión guiada.		

Socialización del modelo: Presentación del modelo de monitoreo participativo, sus fases, indicadores y el rol de la comunidad.
Cierre participativo: Espacio de reflexión colectiva, identificación de actores interesados y construcción de compromisos iniciales.
5. Técnicas e instrumentos
Lluvia de ideas
Preguntas orientadoras
Discusión grupal
Socialización mediante material visual
Lista de asistencia
6. Recursos requeridos
Material audiovisual (presentaciones o carteles)
Fotografías del río Botello
Formatos de registro de participantes
7. Condiciones de aplicación
Duración estimada: 60 a 90 minutos
Número de participantes: 10 a 25 personas
Lugar: Espacios comunitarios (juntas de acción comunal, instituciones educativas, salones comunales)

Fuente. Elaboración propia 2026.

- Diseño de la estrategia para la explicación del papel de la comunidad en el monitoreo participativo

En el contexto del modelo propuesto, se propone una estrategia pedagógica, a partir de la cual se induce a la interpretación del papel de la comunidad como observadora en el monitoreo participativo, asumiendo a los actores comunitarios como sujetos generadores de información y gestores del recurso hídrico.

La misma está dispuesta a partir de espacios de socialización, en los cuales se expone de una forma clara y accesible, el papel de la comunidad como observadora del territorio, que debe registra de información cualitativa, para ello se definen dinámicas participativas como preguntas orientadoras.

La figura 5 que se incluye contiene la estructura del papel de la comunidad en el monitoreo participativo del río Botello, en la que se jerarquizan y organizan las acciones que

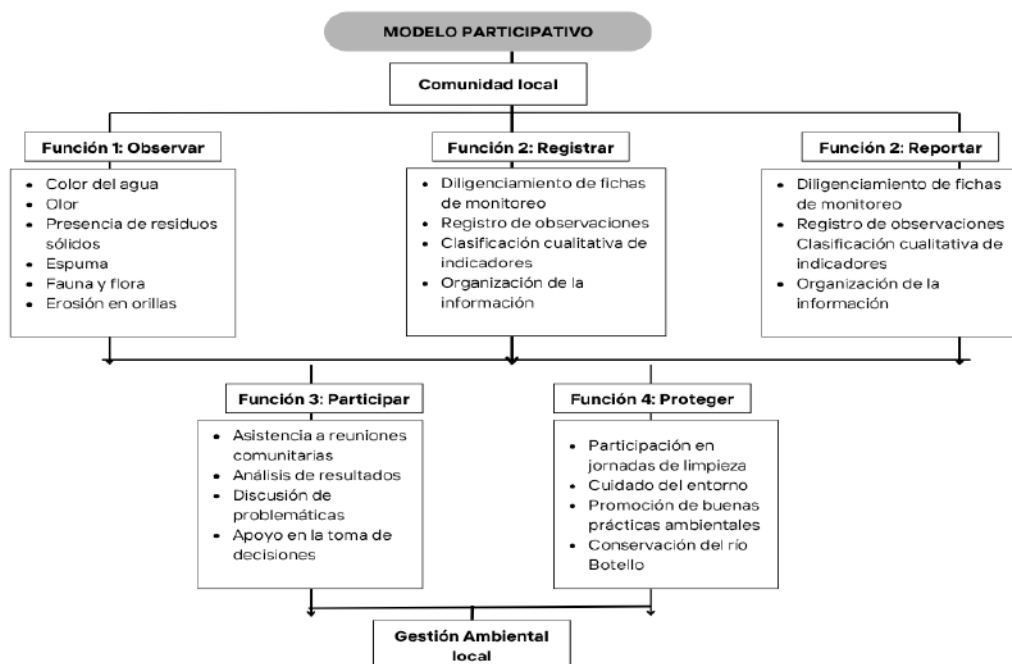
llevan a cabo los actores locales presentes en dicho proceso, en la parte superior del esquema aparece el monitoreo participativo, que es el marco general, que da pie a la intervención que realiza la comunidad en la gestión del recurso hídrico.

A partir de este, aparece la comunidad local, que es el actor principal que ejecuta las actividades de seguimiento, el esquema incluye cinco funciones base que estructuran la participación comunitaria. En primer lugar, la función de observar, que se traduce en la detección directa de las condiciones del río, a partir de la percepción de los indicadores, tales como el color, el olor, la aparición de desechos, la fauna, o los procesos de erosión. En segundo lugar, la función de registrar, que supone la sistematización de la información recolectada a partir de las fichas de monitoreo y la organización de los datos recuperados durante el trabajo de campo.

La función de reportar se trata de evidenciar la información a través de imágenes, incluso con posibles alertas tempranas, esta función permite hacer visibles las problemáticas y la interacción con otros actores institucionales, la cuarta función, participar, señala la vinculación de la comunidad en espacios de diálogos, discusión y toma de decisiones que refuerzan la gobernanza ambiental del territorio. Por último, la función de proteger sistematiza las acciones de conservación del ecosistema: jornadas de limpieza, buenas prácticas, cuidado del entorno y otras acciones.

Figura 5

Estructura del Rol de la Comunidad en el Modelo

Ilustración 3.*Estructura del rol de la comunidad en el modelo*

Fuente. Elaboración propia 2026.

Capacitación y Apropiación Comunitaria

Objetivo. Brindar nociones básicas a la comunidad sobre la identificación de indicadores, uso de formatos y observación de campo.

El fortalecimiento inicial de las capacidades instrumentales para la identificación de indicadores, la utilización de fichas y para la observación de campo es un aspecto básico en los procesos de monitoreo participativo, ya que mejora la calidad y la pertinencia de la información recolectada por la comunidad.

En primer lugar, la identificación de indicadores implica capacitar a los participantes con herramientas conceptuales y prácticas para que puedan reconocer señales o variables que son de

interés en el territorio y que permiten caracterizar situaciones ambientales, sociales o comunitarias.

En segundo lugar, el uso de formatos de registro sirve para poder sistematizar la información, de modo que los datos que se recojan. Mediante estos instrumentos, la comunidad va a poder registrar de un modo estructurado las observaciones realizadas en campo, lo que permite su posterior análisis para la toma de decisiones.

En último lugar, la observación de campo se convierte en una capacidad necesaria dentro del proceso de monitoreo, ya que permite la identificación inicial del entorno, cambios en el mismo y la verificación de situaciones concretas en el territorio, esta acción genera una mirada crítica y participativa, a la vez que permite que la comunidad se fortalezca en el ejercicio de la gestión del territorio

Tabla 6

Componentes temáticos de las capacitaciones

Formato para el desarrollo de la capacitación en el marco del monitoreo participativo del río Botello		
Instrumento:	Encuentro informativo comunitario	
Municipio de Ejecución:	Facatativá	
Fase del modelo	Capacitación y apropiación comunitaria	
Nombre del(os) responsable(es) de realizar la elaboración de la propuesta.	César Humberto Téllez Gachancipá	Cargo: Estudiante
2. Objetivo		
Desarrollar capacidades en los participantes para identificar los indicadores de calidad del agua, así como las presiones ambientales que la afectan, para aplicar formatos de medida y observar prácticas seguras en campo.		
2. Contenidos Temáticos		
Conceptos generales sobre la calidad del agua.		
Definición de calidad del agua		
Indicadores básicos de observación: color, olor, turbidez y residuos.		
3. Detección de las presiones ambientales.		

Vertidos domésticos, agrícolas o industriales.
Mala disposición de residuos sólidos.
4. Manejo del formato simplificado de monitoreo participativo
Estructura del formato (fecha, lugar, observación, indicador).
5. Condiciones de aplicación
6. Observaciones seguras en zonas hídricas

Fuente. Elaboración propia 2026.

Conceptos Generales sobre la Calidad del Agua

La calidad del agua puede definirse como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan la idoneidad del agua para un uso concreto, bien sea de bebida para el ser humano, de agua de riego o de mantenimiento para los ecosistemas acuáticos. Las características anteriores permiten evaluar si el agua está contaminada o si tiene sustancias o condiciones que pueden ser peligrosas para la salud de las personas o para el ambiente.

En este sentido, algunos organismos internacionales como, por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) nos indican que la calidad del agua para el consumo humano dependería de que el agua no presente agentes físicos, químicos o biológicos en concentraciones que puedan ser peligrosas para la salud de las personas (OMS, 2022).

Tabla 7

Indicadores cualitativos a evaluar

Dimensión	Indicador	Método de observación	Condición normal	Alteración leve	Alteración crítica
Físicos	Color	Observación directa	Incolora o ligeramente azul/verde	Amarillento o turbio leve	Marrón, gris u oscura
	Turbidez visual	Visibilidad del fondo	Alta claridad	Media claridad	No permite ver el fondo
	Sólidos suspendidos	Presencia de partículas	No visibles	Pocas partículas	Alta presencia de sólidos
Organolépticos	Olor	Percepción olfativa	Sin olor	Olor a tierra leve	Olor fuerte a materia orgánica o químico

Superficie	Espuma	Observación superficial	Ausente	Espuma temporal	Espuma persistente
	Residuos sólidos	Basura visible	No hay residuos	Algunos residuos	Alta acumulación de basura
Biológicos	Vida acuática	Observación directa	Se observan tres o más tipos de organismos acuáticos (peces, renacuajos, insectos acuáticos)	Se observan uno o dos tipos de organismos acuáticos, con menor abundancia o distribución limitada.	No se observan organismos acuáticos, o se evidencia la presencia de organismos muertos durante el recorrido.
Ecosistema asociado	Vegetación ribereña	Estado de la vegetación	Vegetación sana	Vegetación afectada	Vegetación degradada o inexistente

Fuente. Elaboración propia con base en OMS (2017).

La Tabla 7 muestra un grupo de indicadores cualitativos visuales y sensoriales de los cuerpos de agua, que se proponen como herramienta de apoyo en el monitoreo participativo y en el diagnóstico ambiental preliminar. Los mismos permiten una identificación rápida de potenciales alteraciones asociadas, a vertimientos y malas prácticas de desecho de residuos, sin la aplicación de procedimientos técnicos, ni pruebas de laboratorio especializadas.

Cabe precisar que los parámetros que se encuentran en la tabla no tienen como finalidad la determinación integral de la calidad fisicoquímica o microbiológica del agua. Los indicadores principalmente asociados al aspecto físico del agua (color, turbidez visible y sedimentos) permiten la identificación de cambios relacionados fundamentalmente con procesos de erosión, arrastre de materiales y vertimientos. Por ejemplo, un cambio del color de un agua transparente a marrones o verdes puede indicar la presencia de materia orgánica o vertidos contaminantes.

Los indicadores de tipo organoléptico (olor y) suelen ser muy útiles para detectar contaminación de tipo doméstico o procedente de procesos industriales. Un olor que no resulta

agradable (putrefacción o a químicos) podría ser indicador de aguas residuales o de la presencia de compuestos tóxicos, lo cual es un riesgo tanto ambiental como de la salud humana.

De otro lado, los indicadores biológicos, como son la existencia de algas y organismos, macroinvertebrados o peces, permiten valorar el propósito del agua. Así, una gran diversidad de organismos es signo de un ecosistema equilibrado y que la falta de seres vivos acuáticos puede ser muestra de condiciones de contaminación severa o baja presión de oxígeno disuelto.

Por último, la existencia de espumas o películas de aceite muestra contaminación por detergentes, aceites, hidrocarburos; hecho que es común en áreas con influencia urbana o industrial.

La elección de estos parámetros pretende facilitar la participación comunitaria es necesario indicar que el objeto principal del instrumento no es el de emitir un diagnóstico técnico definitivo sobre la calidad del agua, sino identificar indicios vinculados a la incorrecta gestión de vertimientos y generar prontas alarmas para orientar procesos posteriores de evaluación territorial por parte de las autoridades competentes o mediante análisis técnicos complementarios.

Detección de las Presiones Ambientales

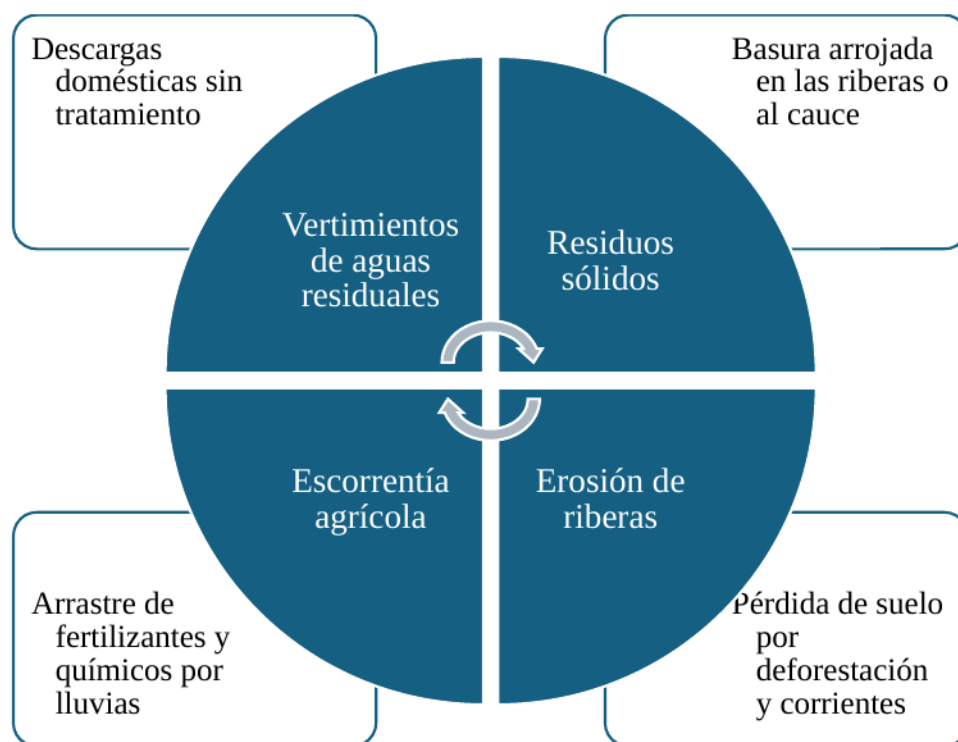
La detención de presiones ambientales en el Río Botello es una tarea importante a llevar a cabo para afianzar el conocimiento de las causas que conllevan al deterioro de la calidad del agua así como también del ecosistema asociado, considerando que las presiones se asocian más bien a actividades humanas llevadas a cabo en las áreas más cercanas al río, las cuales han inducido efectos negativos que son visiblemente perjudiciales para las propiedades físicas del agua, junto a la biodiversidad.

Su carácter permite establecer acciones de referencia y estrategias de manejo para la protección y conservación de este recurso hídrico.

Figura 6

Presiones Ambientales del Río Botello

Ilustración 4. Presiones ambientales rio Botello



Fuente. Elaboración propia 2026.

La figura 6 muestra cuatro de las principales presiones ambientales que afectan al Río Botello. La primera son los vertimientos de aguas residuales, la que constituye un importante problema, al comprobar que se vierten contaminantes orgánicos y microorganismos degradantes de la calidad del agua de río. La segunda es la producción de residuos sólidos, que indica un mal manejo de la basura o de los residuos, lo que afecta el flujo del río y a la vida acuática.

Por otro lado, la erosión de las riberas está relacionada con la reducción de cobertura vegetal, que causa el arrastre de sedimentos poco consolidados hacia los cauces de agua, por

último, la escorrentía agrícola incorpora el uso de sustancias químicas como fertilizantes y pesticidas a los ríos, con ello se genera contaminación y altera el equilibrio del ecosistema.

Manejo del Formato Simplificado de Monitoreo Participativo

La realización del monitoreo del río, específicamente bajo concepciones de tipo participativo, exige el uso de herramientas técnicas adecuadas y además requiere el desarrollo previo de procesos de formación que fortalezcan las capacidades de la comunidad. En este sentido, la capacitación es uno de los pasos fundamentales para asegurar que las personas que intervienen en el monitoreo comprendan los conceptos básicos, los indicadores a evaluar y la forma apropiada de registrar la información en campo.

Una vez terminado el proceso de formación, es necesario contar con instrumentos configurados que permitan sistematizar adecuadamente la información obtenida en el desarrollo de las jornadas de monitoreo. Dichos instrumentos permiten organizar la información, asegurar su coherencia y también permitir que la información sirva para garantizar la calidad del estado del recurso hídrico.

1. Sistematización de Experiencias

Tabla 8

Matriz de categorías para la sistematización de experiencias de monitoreo participativo ambiental

Categoría	Aspectos registrados (ejemplo)
Información general	Proyecto “Guardianes del Agua”, cuenca del río San Francisco (Guaduas), 2022–2023. CAR y comunidad local.
Componentes técnicos	pH, turbidez, OD y nitratos; frecuencia mensual; uso de kits Water Quality Test.
Componentes metodológicos	Capacitación de líderes veredales; socialización mediante PRAE; bitácora comunitaria.
Componentes organizacionales	Comité ambiental comunitario; apoyo institucional de CAR; financiación compartida.

Resultados e impactos	Reducción de vertimientos; fortalecimiento de la educación ambiental; incremento de capacidades locales.
------------------------------	--

Fuente. Elaboración propia 2026.

La tabla 8 contiene cinco piezas fundamentales: la información general, los componentes principales en términos técnicos, los aspectos o componentes metodológicos, los componentes organizacionales y el destino o impacto del producto. Cada una de las categorías permite registrar adecuadamente las experiencias del monitoreo de la calidad del agua para contribuir a la gestión ambiental y las expectativas de bienestar de las comunidades, el apéndice 1 ilustra un ejemplo de diligenciamiento.

- a) **Datos básicos:** Esta categoría incluye los datos básicos que permiten definir, identificar y contextualizar la experiencia de monitoreo. Incluye datos como el nombre del proyecto o experiencia, el país y la región en que se desarrolla, el periodo de ejecución, las instituciones participantes.
- b) **Componentes técnicos:** Es el componente que hace referencia a los aspectos operativos del monitoreo del recurso hídrico; constituye la información de los parámetros evaluado, la frecuencia con la que llevan a cabo las mediciones, las tecnologías o instrumentos empleados, así como el procedimiento de control de calidad utilizado. Este componente es de gran relevancia ya que garantiza que la información obtenida sea válida, fiable y precisa, permitiendo un análisis del estado del agua.
- c) **Componentes metodológicos:** Corresponde a las estrategias y métodos aplicados para el monitoreo. Contempla procesos de capacitar a la comunidad, mecanismos de participación ciudadana y modo de comunicar los resultados.

- d) Componentes organizacionales: Se preocupa de la estructura y de la gestión del proyecto o la experiencia. Estudia la organización institucional, el papel de los actores que intervienen, los recursos de financiación, así como también las estrategias para garantizar la sostenibilidad en el tiempo. Este componente es determinante porque determina la adecuación y la continuidad del monitoreo, así como también la articulación de los actores.

2. *Análisis de información secundaria*

Ahora bien, el análisis de la calidad del agua no solo se basa en mediciones directas en campo, sino también en la revisión y sistematización de información proveniente de estudios previos y fuentes documentales confiables, en este marco, se hace exigible la disponibilidad de herramientas que permitan la organización de los datos, parámetros que se han evaluado, su ubicación, pues este formato es un recurso para analizar la información secundaria, facilitando su comprensión del recurso hídrico y favoreciendo la toma de decisiones en los procesos de seguimiento ambiental.

Tabla 9

Información secundaria del río Botello

Variable	Detalle registrado
Fuente	Dueñas (2021), UNAD, análisis fisicoquímico in situ
Parámetros analizados	DBOs: 15 mg/L; OD: 4 mg/L; coliformes: >10.000 UFC/100 mL
Ubicación geográfica	Cuenca media del río Botello, zona urbana de Facatativá
Resultados principales	Contaminación severa; incumplimiento de la Resolución 2115 de 2007
Observaciones	Requiere fortalecimiento institucional y participación comunitaria

Fuente. Elaboración propia (2026).

La tabla 9 contiene la ficha para organizar la información recopilada de las fuentes secundarias o de los estudios sobre la calidad del agua, permitiendo su análisis e interpretación dentro de los procesos de investigación o del proceso de monitoreo ambiental.

En primer lugar, la variable fuente recoge la información de referencia del estudio consultado: autor, año, institución responsable, metodología utilizada, entre otros. Este primer elemento es importante, ya que garantiza la validación y la trazabilidad de la información respecto del estado de calidad del agua, permitiendo así identificar el estudio y su fiabilidad.

En segundo lugar, los parámetros analizados son los indicadores de calidad del agua que se han evaluado en cada estudio de carácter cualitativo.

Por otro lado, la localización geográfica hace referencia a la ubicación concreta donde se llevó a cabo la investigación, como por ejemplo la cuenca, vereda o sector del río estudiado; esta es la información que tiene como función contextualizar los resultados e identificar las condiciones ambientales y antrópicas del territorio.

Los resultados principales corresponden a los valores obtenidos, tendencias halladas y grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente; este apartado tiene como función ése de permitir conocer el estado de la calidad del agua y compararla con los resultados obtenidos.

Por último, la variable observaciones hace referencia a los aspectos relevantes como, por ejemplo, las limitaciones del estudio, las dificultades de las que se encontró y las recomendaciones propuestas; este módulo tiene como función ésa de ofrecer una crítica que permite mejorar futuros estudios e incluso procesos de seguimiento.

El presente formato serviría como un instrumento básico para la obtención, la organización y la interpretación de información secundaria que complemente los datos que la comunidad ha recogido en estos espacios. Su uso implica la integración de estudios previos,

antecedentes técnicos a nivel local y pruebas científicas sobre la calidad del agua, facilitando así una visión panorámica del estado del recurso hídrico y sus procesos.

Además, el formato permite a los participantes interpretar los datos del seguimiento, ya que, al revisar y comparar con información secundaria previa, se van evidenciando tendencias, niveles de contaminación y posibles causas de la contaminación en las actividades humanas. De este modo no sólo se hace un seguimiento sobre el río, sino que el análisis del territorio se potencia.

Por otro lado, el formato también participa del proceso de formación comunitaria, ya que fundamentalmente enseña a los participantes a buscar, analizar y utilizar información técnica disponible, buscando la apropiación del conocimiento y el fortalecimiento de las capacidades locales el apéndice 2 contiene un ejemplo de diligenciamiento.

3. Registro de monitoreo calidad del agua

Para simplificar el registro se elaboró el formato técnico elaborado para la recolección sistemática, en campo. Su estructura permite recolección ordenada de las variables ambiental, propiciando el análisis de la situación del recurso hídrico.

Tabla 10

Formato de monitoreo

Formato técnico de registro de monitoreo de calidad de agua		
1. identificación del monitoreo		
Código	Variable	Registro
IG-01	Nombre del río	
IG-02	Punto de monitoreo	
IG-03	Coordenadas	
IG-04	Fecha	
IG-05	Hora	

IG-06	Condición climática	☐ Soleado ☐ Nublado ☐ Lluvioso ☐ Otro: _____	
2. indicadores físicos			
Código	Indicador	Escala de valoración	Observaciones
IF-01	Color del agua	☐ Claro ☐ Turbio ☐ Oscuro ☐ Otro	_____
IF-02	Olor	☐ Sin olor ☐ Moderado ☐ Fuerte ☐ Desagradable	_____
IF-03	Temperatura (percepción)	☐ Fría ☐ Tibia ☐ Caliente	_____
IF-04	Sólidos visibles	☐ Ninguno ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	_____
3. indicadores biológicos			
Código	Indicador	Escala de valoración	Observaciones
IB-01	Presencia de peces	☐ Sí ☐ No	_____
IB-02	Insectos acuáticos	☐ Sí ☐ No	_____
IB-03	Presencia de algas	☐ Sí ☐ No	_____
IB-04	Estado de vegetación ribereña	☐ Buena ☐ Regular ☐ Escasa	_____
4. presiones ambientales identificadas			
Código	Tipo de presión	Escala de valoración	Observaciones
PA-01	Vertimientos	☐ No ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	_____
PA-02	Residuos sólidos	☐ No ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	_____
PA-03	Erosión de la ribera	☐ No ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	_____
PA-04	Olores extraños	☐ No ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	_____
PA-05	Cambios de color	☐ No ☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	_____
PA-06	Actividad humana cercana	☐ No ☐ Baja ☐ Media ☐ Alta	_____
5. evaluación integral del cuerpo de agua			
Código	Variable	Escala	
EV-01	Estado general del agua	☐ Bueno ☐ Regular ☐ Malo	
EV-02	Nivel de afectación ambiental	☐ Bajo ☐ Medio ☐ Alto	
6. registro complementario			

Código	Variable	Registro
RC-01	Registro fotográfico	☐ Sí ☐ No
RC-02	Número de fotografías	
RC-03	Observaciones adicionales	

7. validación del registro

Código	Variable	Registro
VA-01	Nombre del responsable	
VA-02	Firma	

Fuente. Elaboración propia.

La primera parte es la identificación del monitoreo, y se recoge toda la información mínima del registro que corresponde al nombre del río, localización, fecha, la hora y la condición climática esta información sirve para detallar el monitoreo y por tanto es importante para el posterior análisis.

La segunda parte corresponde a los indicadores físicos, aquéllos que son medibles de forma indirecta captando características del agua que puedan ser percibidas, como son el color, o la presencia de sólidos, estos indicadores permiten concluir sobre situación del agua a partir de una simple observación.

La tercera parte, indicadores biológicos, se refiere a la existencia de organismos que pueden ser observados como peces, insectos acuáticos, algas o el estado de la vegetación ribereña, estos apartados indican el estado de las condiciones ecológicas del río, resultando ser indicadores indirectos de su calidad.

El cuarto apartado se refiere a las presiones ambientales citadas y considerando, en este caso, vertimientos, residuos sólidos, erosión y acción humana, este apartado permite identificar los factores del deterioro del recurso hídrico, permitiendo la consideración de posibles fuentes de contaminación.

Por otro lado, la sección de evaluación integral del cuerpo de agua permite el establecimiento de una valoración general del estado del río y su afectación ambiental mediante la información recolectada en los apartados anteriores.

Del mismo modo, la sección de registro complementario incluye evidencias adicionales como fotografías y observaciones que enriquecen la rigurosidad del monitoreo y aumentan el grado de detalle de la evaluación, por último, la sección relativa a la validación del registro asegura la fiabilidad de la información a través de identificaciones y la firma de la persona responsable, asegurando la trazabilidad de los datos registrados.

Monitoreo Participativo en Campo

Objetivo. Definir puntos de vigilancia estratégicos de la del río Botello, así como su posible frecuencia para la identificación de los cambios visibles de las condiciones del agua, los vertimientos y posibles afectaciones ambientales atendiendo a las actividades humanas.

- Selección participativa de puntos de vigilancia

Se realiza la determinación de aquellos lugares más representativos con la comunidad para realizar la vigilancia. Se eligen puntos en la cuenca alta, media y baja, tomando en consideración la posibilidad de acceder, la presencia de actividades humanas y zonas donde se otean problemáticas ambientales de algún tipo.

La participación de la población frente a esta actividad es importante, pues incorpora el conocimiento del lugar, lo que permitirá resolver la detección de zonas críticas donde se arrojan residuos, se acumulan residuos o se da la erosión del suelo.

En ese sentido la selección de puntos de muestreo en el río Botello es uno de los aspectos relevantes que propicia para la valoración integral de la calidad del agua en toda su trayectoria, para lo cual se establecieron tres puntos de muestreo de manera específica en la figura 7:

- ***P1. Vereda La Tribuna (cuenca alta)***

Este punto al área o parte alta del río, donde las condiciones que presentan el agua ha sido intervenida en menor medida por el uso antrópico, su importancia es que establece línea de base de calidad; es decir, saber cómo está el agua en términos relativamente naturales.

Además, en este sector pueden ser observados posibles impactos iniciales asociados a la práctica de actividades rurales, como la agricultura o la ganadería, por lo que este punto puede considerarse como una referencia para comparar los cambios que se pueden presentar en los tramos inferiores del río.

- ***P2. Sector Girardot (cuenca media)***

El sector Girardot, por su parte, es una zona de transición donde el río empieza a recibir una mayor influencia de las actividades humanas tanto de las rurales como las periurbanas. En este punto puede rastrearse los cambios que se van dando en las características del agua, como variaciones del color, presencia de residuos o alteraciones en la flora o fauna. Su importancia es que permite identificar los primeros signos del deterioro ambiental, así como también analizar el impacto de las actividades productivas o del crecimiento poblacional frente al recurso hídrico.

- ***P3 Loma Alta (cuenca baja)***

Loma Alta corresponde a la parte baja del río, donde empiezan a evidenciarse el resumen de todas las actividades realizadas hasta este punto de la cuenca, en este sector el río suele mostrar un grado de contaminación más elevado, por las características de los vertimientos, residuos sólidos y demás presiones ambientales.

Se trata de un punto crítico, ya que permite evaluar el impacto del río, detectar problemáticas críticas para analizar las condiciones en las que el agua termina su recorrido hasta

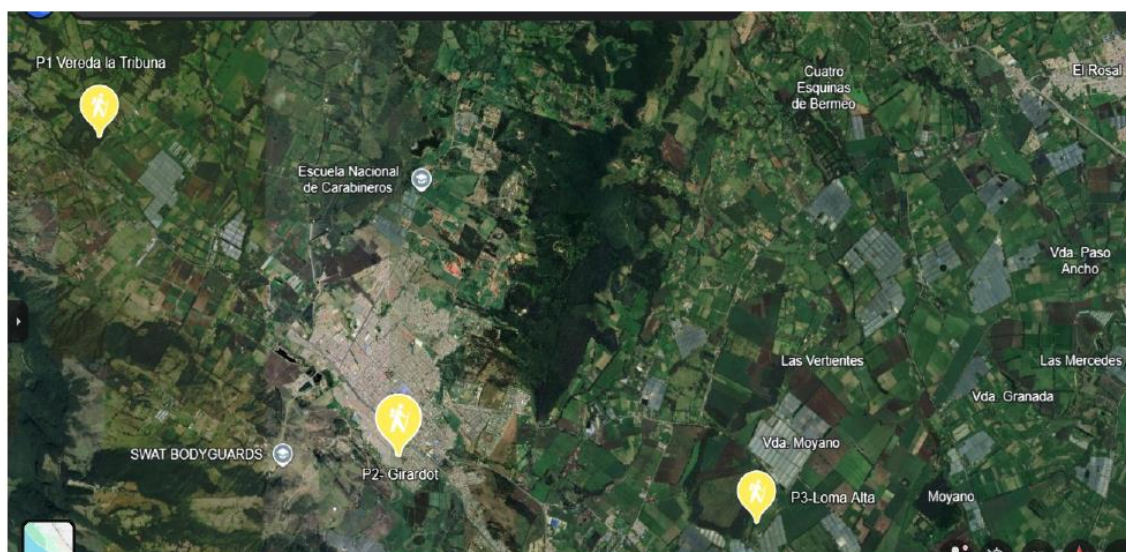
su salida o su incorporación en otros cuerpos hídricos, y también juega un papel clave para la toma de decisiones sobre la contaminación y para el control de esta.

Estos puntos fueron específicos en función de la zonificación de la vertiente hidrográfica que establece el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Facatativá, toda vez que permite evaluar el comportamiento del río en su estado más puro y natural hasta las áreas de mayor influencia antrópica, lo que también permite monitorear las condiciones del agua, de su comportamiento y posibles causas de contaminación.

Figura 7

Puntos de Vigilancia

Ilustración 5.*Puntos de vigilancia*



Fuente. Elaborado con Google Earth 2026.

- Frecuencia de monitoreo

La periodicidad del monitoreo es un elemento determinante de los programas de seguimiento de la calidad del agua, ya que permite identificar los cambios temporales en las condiciones del agua y permite detectar algunas fuentes de contaminación. En el caso del monitoreo participativo del río Botello se sugiere una frecuencia de observación diaria de los

puntos de vigilancia definidos, para fortalecer la detección temprana de cambios visibles, vertimientos y otras alteraciones en el río. No obstante, debido al carácter participativo y comunitario del proceso, se prevé métodos de observación por rotación de turnos entre los integrantes de la comunidad o actores vinculados al monitoreo.

Las diferentes experiencias observadas muestran que en los casos de frecuencia mensual se pueden observar variaciones en los parámetros de la calidad del agua y se pueden identificar tendencias a largo del tiempo. También se han observado frecuencias bimensuales en los casos donde existen limitaciones logísticas o de recursos (IDEAM, 2018).

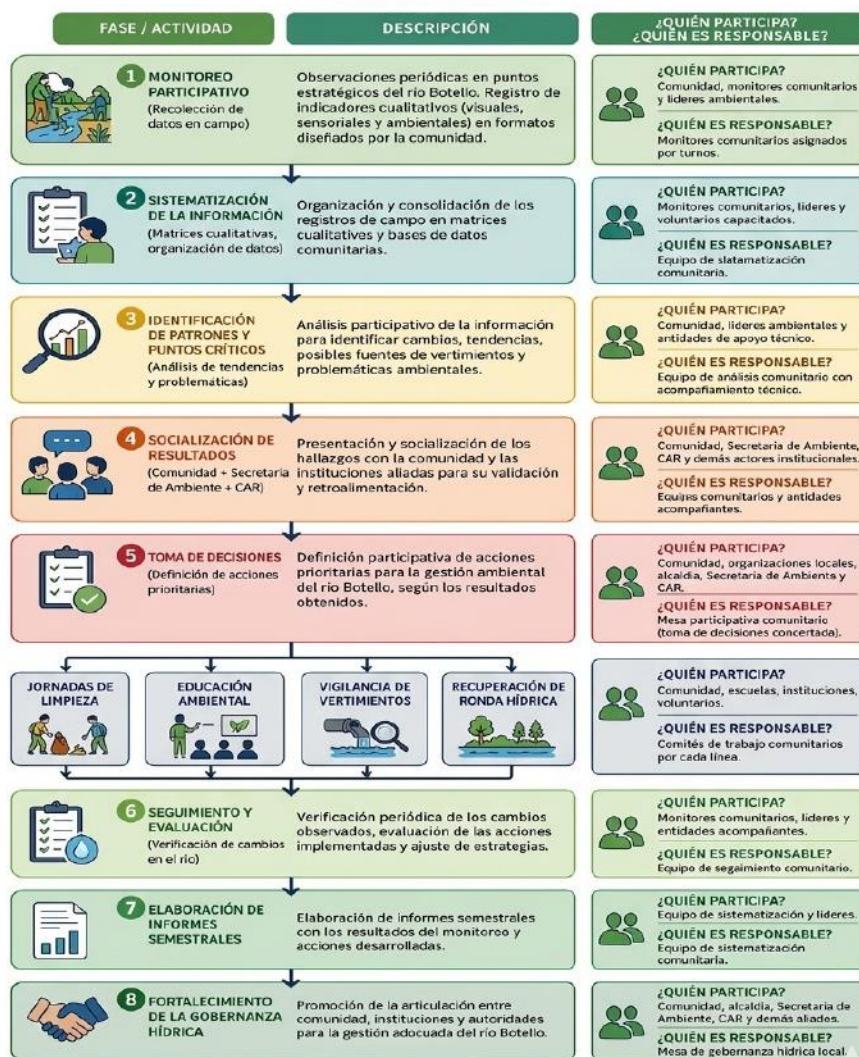
Sistematización, Socialización y Toma de Decisiones

Objetivo. Consolidar la información generada por la comunidad y promover acciones locales de conservación.

- Sistematizar la información obtenida mediante matrices cualitativas.

Figura 8

Flujograma de la Fase 4



• Fuente. Elaboración propia 2026.

El diagrama de flujo que se presenta en la figura 8 describe de forma secuencial el proceso de consolidación y gestión de la información generada a partir del monitoreo participativo del río Botello que es la última etapa del proceso. Este diagrama engloba los momentos que van desde la recolección de datos en campo hasta la implementación de acciones de conservación y el fortalecimiento de la gobernanza hídrica. Su estructura muestra de forma clara cómo se articulan la comunidad y las instituciones, permitiendo la organización, análisis y uso de la información para la toma de decisiones ambientales, mediante la cual la última fase

aplica el trabajo previo, logra su continuidad, aprovecha sus resultados y está arraigada con el monitoreo participativo.

1. Recolección de datos en el campo.

Esta etapa es la inicial del proceso, donde la comunidad participa activamente en el proceso de observar y de registrar las condiciones del río Botello. Las jornadas de recogida de datos son previamente organizadas a través de una utilización de fichas comunitarias que permiten pasar a documentar los indicadores físicos desarrollados en las fases anteriores.

2. Detección de patrones y puntos críticos

Una vez sistematizada la información de esta etapa, se lleva a cabo un exhaustivo análisis de esta, para detectar tendencias, comportamientos reiterados y cambios del estado de la calidad del agua en el tiempo y en el espacio. Se comparan los diferentes puntos de monitoreo (cuenca alta, media y baja), para valorar el cambio en las condiciones del río.

Este análisis define la posibilidad de detectar patrones de contaminación, las posibles áreas más deterioradas o con mayor impacto o las posibles fuentes de impacto (por ejemplo, vertimientos, acúmulos de basuras) como resultado de los cuales se determinan puntos críticos en cuanto a los que se requiere atención prioritaria lo cual es esencial para orientar acciones de intervención.

4. Socialización de los resultados

Una vez llevada a cabo el análisis de la información sistematizada se da continuación a la tarea de dar a conocer los resultados a la comunidad y al conjunto de entidades de la gestión ambiental mediante reuniones, talleres o presentaciones donde se hacen estos hallazgos visibles de forma clara, comprensible, y apoyados con tablas, gráficos e imágenes de todo tipo.

La socialización en este aspecto tiene una función fundamental dentro del monitoreo participativo, por la capacidad de generar confianza, intercambio de saberes y apropiación de resultados por parte de los actores.

Actores involucrados

El resultado de la propuesta de monitoreo participativo está determinado de manera significativa por la articulación que estas tres dimensiones (comunitarias, institucionales y educativas) puedan conseguir, ya que son ellas las que otorgan capacidades, conocimientos y recursos necesarios para su implementación y sostenibilidad.

La comunidad tiene un rol fundamental como eje en el proceso, porque es la encargada de recolectar información en campo, identificar problemáticas y desarrollar acciones de conservación, favoreciendo también el conocimiento del territorio y garantizando con ello una apropiación social del recurso hídrico.

Las instituciones tienen un rol igual de importante, ya que como autoridades ambientales y entidades públicas pudieron llegar a un acuerdo en cuanto al soporte técnico, normativo y logístico que favorece el desarrollo del proceso bajo criterios adecuados de gestión ambiental y, en consecuencia, permite la generación de decisiones a partir de la información que se genera. A su vez la participación institucional, permite escalar los resultados del monitoreo hacia políticas públicas y estrategias de intervención más amplias, en la figura se definen los actores principales del monitoreo en el río Botello.

El monitoreo participativo del río Botello se articula en función de los actores que contribuyen al proceso, en primer lugar, la comunidad local y las Juntas de Acción Comunal son los protagonistas del proceso en la medida en que son responsables de la observación, del

registro de la información y de la protección del río, al tiempo que aportan sus conocimientos del territorio y participan de forma activa en las acciones de conservación.

Por otro lado, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario de Facatativá articula el proceso en la medida en que da el apoyo técnico, logístico y administrativo al tiempo que recibe y gestiona los informes que emite la comunidad y le facilita lo que concierne al encadenamiento con los planes y las políticas ambientales del municipio.

En lo que respecta a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca ésta articula el proceso a partir del acompañamiento técnico especializado y la validación de la información en lo que tiene que ver con los aspectos ambientales, logrando el objetivo de alinear la intervención con los requisitos normativos existentes.

Por otro lado, las instituciones educativas, mediante la promoción de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), fomentan la implicación de los estudiantes en actividades de seguimiento del monitoreo, lo que potencia la educación ambiental y permite la continuidad en el tiempo de los propios procedimientos. Por último, los grupos ambientales, colectivos y organizaciones no gubernamentales locales hacen su aporte a partir de acciones de sensibilización, organización social y apoyo a acciones relacionadas con la conservación del recurso hídrico, afianzando el trabajo colaborativo.

Figura 9*Actores Principales*

Fuente. Elaboración propia 2026.

Estrategias de Sostenibilidad del Plan

Para garantizar continuidad más allá de la fase inicial, se plantean las siguientes estrategias:

Integración al PRAE y Proyectos Comunitarios

La incorporación del seguimiento participativo en los PRAE y en los procesos comunitarios es una de las alternativas necesarias para asegurar la continuidad en el tiempo del proceso. Esta forma de articulación entre la educación y el monitoreo participativo ofrece a las instituciones educativas la oportunidad de convertir tramos específicos del río en situaciones de

aprendizaje y en un seguimiento constante en el tiempo, uniendo así, a docentes y estudiantes, en actividades de observación, registro y análisis de la calidad del agua en diferentes lugares, durante diferentes tiempos y a través de diferentes modos de trabajo.

El uso de esta estrategia pone en valor y potencia la educación ambiental, pero a la vez, promueve la educación de ciudadanos críticos, responsable y comprometidos con la protección del entorno. Esto, a su vez habilita una mayor participación al trabajar en red con proyectos en desarrollo comunitario, favoreciendo así el trabajo más allá del espacio escolar y tejiendo por ende redes locales de cuidado del recurso hídrico.

Inclusión del Monitoreo en el Plan de Desarrollo Municipal

La inclusión del monitoreo participativo como parte del Plan de Desarrollo Municipal de Facatativá lo institucionaliza y garantiza su permanencia, financiamiento y respaldo administrativo, lo cual permite que el monitoreo sea percibido como una acción estratégica dentro de la gestión ambiental del municipio.

El hecho de acompañarse de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6, 13 y 15), también fortalece su pertinencia dentro del marco político público y plantea interacciones entre las acciones de la localidad y el compromiso global por lo que el monitoreo pasar a ser considerado como una acción aislada y empoderarse como un elemento estructural del planeamiento territorial.

Fortalecimiento del Voluntariado Ambiental

El fortalecimiento del voluntariado ambiental, mediante la creación de iniciativas como el programa "Vigías del río Botello", también permite consolidar un grupo de ciudadanos organizados para llevar a cabo un control y protección del río, ya que este tipo de iniciativas,

fortalecen la participación de la comunidad, generan sentido de pertenencia y una responsabilidad entre todos los ciudadanos respecto al recurso hídrico.

El voluntariado también permite avanzar de forma continua en las actividades de monitoreo, puesto que se construye un equipo de trabajo que puede liderar jornadas, coordinar acciones, promover la participación de los demás.

Retroalimentación Continua

Mediante la retroalimentación continua se asegura la motivación y el compromiso de los actores. Implica presentar de forma recurrente la información sobre los resultados del monitoreo a la comunidad, a la administración municipal y a entidades ambientales como la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

Esta retroalimentación:

- a) Permite validar la información, generar espacios para el diálogo y la toma de decisiones informadas
- b) Permite acercar el proceso hacia la transparencia y la confianza entre los actores para garantizar que los resultados de monitoreo son utilizados.

Uso de Herramientas Digitales Simples

La incorporación de herramientas digitales sencillas, como los grupos de WhatsApp, las plataformas de almacenamiento utilizadas en la nube, sirve para habilitar la comunicación y el intercambio de información entre los actores, incluso, para compartir los reportes, imágenes o transmitir observaciones realizadas en un determinado momento, esto aumenta la eficiencia en el proceso.

Por otro lado, favorece la constitución de una base de datos accesible y actualizada, que permite hacer el seguimiento de los cambios del río. Sobre todo resulta útil en determinados

contextos comunitarios, ya que no requieren grandes inversiones económicas ni tener conocimientos técnicos.

Participación Interinstitucional

La participación interinstitucional es necesaria para garantizar el acompañamiento técnico, logístico y administrativo del monitoreo participativo, en ese sentido debe existir una articulación de la Alcaldía con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y organizaciones ambientales que permita fortalecer el proceso, asegurando su sostenibilidad y ampliando su cobertura geográfica.

Se espera que se fortalezcan los canales de comunicación entre los actores locales, el acompañamiento técnico para las actividades de monitoreo, la promoción de estrategias de educación ambiental y el apoyo de procesos de recuperación y seguimiento ante los posibles vertimientos y afectaciones ambientales,

Se espera también que la articulación institucional tenga una influencia en ofrecer una mejora de la organización comunitaria, el acceso a la información ambiental y la mejora de la capacidad de respuesta ante las problemáticas identificadas en el territorio.

Por otro lado, en el plano del impacto, la participación interinstitucional puede favorecer la constitución de procesos de gestión ambiental de colaboración, el aumento de grado de corresponsabilidad en la atención al recurso hídrico, y la potenciación de acciones conjuntas que estén orientadas a la protección y la recuperación del río Botello.

La articulación interinstitucional también facilita la gestión de recursos, el acceso a asistencia técnica especializada y el trabajo conjunto de modo que las acciones de monitoreo participativo están orientadas a la protección del río. Adicionalmente, permite incluir el

monitoreo participativo dentro de las propuestas de gestión ambiental, consolidándolo como un recurso válido para la gobernanza hídrica.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Facativá. (2019). *Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Facativá 2019-2031*. Alcaldía Municipal.
- Alcaldía de Facativá. (2020). Acuerdo Municipal 025 de 2020: Por el cual se crea el Comité Municipal de Gestión del Riesgo y Cambio Climático. Concejo Municipal.
- Alcaldía de Facativá. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal "Facativá, Ciudad Región 2020-2023"*. Alcaldía Municipal.
- American Public Health Association. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). APHA Press. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>
- Ansell, C., & Gash, A. (2018). Collaborative platforms as a governance strategy. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 28(1), 16–32.
<https://doi.org/10.1093/jopart/mux030>
- Baptiste, B., Pinedo-Vasquez, M., Gutierrez-Velez, V. H., Andrade, G. I., Vieira, P., Estupiñán-Suárez, L. M., Hoffman, C., Josse, C., Madrigal-Gómez, A., Núñez, N., Oliveira-Miranda, M. A., Pabón-Zamora, L., Ramírez, W., Rojas, A., Solano, C., Torres, M., & Lee, T. M. (2017). Greening peace in Colombia. *Nature Ecology & Evolution*, 1(4), 1-3.
<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0102>
- Boelens, R., Vos, J., & Perreault, T. (Eds.). (2018). *Water justice*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781316831847>
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>

- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Understanding of Science*, 25(1), 2–16.
<https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Bradbury, H. (Ed.). (2015). *The SAGE handbook of action research: Participative inquiry and practice* (3rd ed.). Sage Publications.
- CAR-Cundinamarca. (2019). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CAR-Cundinamarca. (2020). *Diagnóstico ambiental de fuentes hídricas en la provincia Sabana Occidente*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CAR-Cundinamarca. (2022). *Experiencias de monitoreo participativo en cuencas hídricas de Cundinamarca: Sistematización de buenas prácticas*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CAR-Cundinamarca. (2023). *Boletín semestral del Índice de Calidad del Agua (ICA) en la jurisdicción CAR-Cundinamarca*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CAR-Cundinamarca. (2024). *Plan de Acción Cuatrienal 2024-2027: Hacia una gestión integral y participativa del ambiente*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CEPAL. (2022). *Balance hídrico de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Chambers, R. (2015). Inclusive rigour for complexity. *Journal of Development Effectiveness*, 7(3), 327–335.
<https://doi.org/10.1080/19439342.2015.1052968><https://doi.org/10.1641/B580303>

- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4th ed.). Sage Publications., 22(9), 1253-1268.
[https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90003-5)
- De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T., ... Zhumanova, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2, 26.
- Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R. L., Martin, J., Phillips, T., & Purcell, K. (2012). The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 291-297.
<https://doi.org/10.1890/110236>
- Dueñas Rodríguez, T. A. (2021). *Análisis de la calidad del agua en el río Botello del municipio de Facatativá, Cundinamarca, Colombia* Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Repositorio UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39048>
- Emerson, K., Nabatchi, T., & Balogh, S. (2012). An integrative framework for collaborative governance. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 22(1), 1-29.
<https://doi.org/10.1093/jopart/mur011>
- Fals Borda, O. (1987). The application of participatory action-research in Latin America. *International Sociology*, 2(4), 329-347. <https://doi.org/10.1177/026858098700200401>
- Fraisl, D., Campbell, J., See, L., Wehn, U., Wardlaw, J., Gold, M., Moorthy, I., Arias, R., Piero, J., McCallum, I., Kyba, C. C. M., & Fritz, S. (2020). Mapping citizen science

- contributions to the UN sustainable development goals. *Sustainability Science*, 15(6), 1735–1751. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00833-7>,
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores.
- García, M., & Torres, L. (2020). Experiencias de monitoreo comunitario del agua en América Latina: Sistematización de casos. *Revista Latinoamericana de Recursos Hídricos*, 15(2), 45-62.
- Global Water Partnership. (2022). IWRM Data Portal 2021–2022: Global status of IWRM implementation. GWP. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/gwp-sdg6-iwrm-2022.pdf>
- Gómez, M., Galeano, C., & Jaramillo, D. A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423–442.: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- Gonzales, R., & Vera, M. (2019). Monitoreo participativo de calidad del agua en la cuenca del río Rímac: Experiencias y lecciones aprendidas desde la gestión comunitaria. *Revista Peruana de Gestión Ambiental*, 15(2), 78-92.
- González Ramírez, J. H. (2017). *Evaluación de los indicadores de calidad ICA e ICO del río Botello ubicado en el municipio de Facatativá* Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13563>
- González-Gaudiano, E. J., & Meira-Cartea, P. Á. (2020). Climate change education and communication: Challenges under the shadow of post-truth. *International Journal of Global Warming*, 22(3), 315–334. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2020.110390>

- Granados Parra, J. P. (2021). *Comunidades de macroinvertebrados acuáticos del río Botello del municipio de Facatativá, Cundinamarca, Colombia* Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Repositorio UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/41628>
- Gutiérrez, N., & Sanz, J. (2018). Mapeo de actores clave para la gobernanza en espacios naturales protegidos. *Revista de Estudios Regionales*, 112, 101-128.
- Hernández Garzón, M. (2019). Análisis territorial de la problemática ambiental urbana: El caso del municipio de Facatativá, Cundinamarca, Colombia (1980-2010). *Perspectiva Geográfica*, 24(1), 157-178. <https://doi.org/10.19053/01233769.9074>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.: Experiencias y desafíos en América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01063.x>
- IDEAM. (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022: Síntesis ejecutiva sobre el estado y gestión del recurso hídrico en Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Jones, J. P., Alviola, P., Balet, D. S., Blomley, T., Brashares, J., Child, B., Enghoff, M., Fjeldsø, J., Holt, S., Hübertz, H., Jensen, A. E., Jensen, P. M., Massao, J., Mendoza, M. M., ... Yonten, D. (2009). Local participation in natural resource monitoring: A characterization of approaches. *Conservation Biology*, 23(1), 31-42. <https://doi.org/10.1890/110236>
- Lima, A., Silva, R., & Oliveira, M. (2019). Monitoreo comunitario de recursos hídricos en la Amazonía brasileña: Desafíos y oportunidades. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 12(3), 89-105.

- López, J., & Rojas, M. (2022). *Caracterización de la calidad del agua en la cuenca del río Botello, municipio de Facatativá, Cundinamarca* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.
- Massiris, Á. (2012). Políticas latinoamericanas de ordenamiento territorial: realidad y desafíos. En *Procesos de ordenamiento en América Latina y Colombia* (pp. 107-138). Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- Mayring, P. (2019). Qualitative content analysis: Demarcation, varieties, developments. *Forum: Qualitative Social Research*, 20(3), Art. 16. <https://doi.org/10.17169/fqs-20.3.3343>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. República de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. República de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico*. República de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Experiencias de monitoreo participativo del agua en Colombia: Sistematización de buenas prácticas*. República de Colombia. <https://doi.org/10.1111/anti.12236>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2020). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- OCDE. (2015). *Principios de gobernanza del agua de la OCDE*. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Water quality and health – Review of turbidity: Information for regulators and water suppliers*. OMS.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. OMS.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed., addenda). OMS.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Paiba, A. O., & Monroy Ávila, E. F. (2015). Modelación hidrodinámica y determinación de la calidad del agua en el río Botello, Facativá, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 233-244.
- PNUD. (2023). Informe sobre Desarrollo Humano 2023/2024: Romper el estancamiento. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2023-24>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2023). *Perspectivas del medio ambiente mundial: Evaluación para la acción hacia la sostenibilidad*. PNUMA. <https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook>
- Ramírez, L., & Torres, M. (2020). Monitoreo participativo del río Magdalena en Huila: Fortalecimiento de capacidades locales. *Revista Colombiana de Gestión Ambiental*, 12(3), 45-62.

- Reed, M. S., Vella, S., Challies, E., de Vente, J., Frewer, L., Hohenwallner-Ries, D., Lienhoop, N., Morton, A., Van den Hove, S., & van Delden, H. (2018). A theory of participation: What makes stakeholder and public engagement in environmental management work? *Restoration Ecology*, 26(S1), S7–S17. <https://doi.org/10.1111/rec.12541>
- República de Colombia. (1974). Decreto 2811 de 1974: Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Diario Oficial 34.243.
- República de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Gaceta Constitucional 116.
- República de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental. Diario Oficial 41.146.
- República de Colombia. (1994). Decreto 1743 de 1994: Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal. Ministerio de Educación Nacional.
- República de Colombia. (2002). *Política Nacional de Educación Ambiental*. Ministerio de Ambiente y Ministerio de Educación Nacional.
- República de Colombia. (2007). Resolución 2115 de 2007. Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- República de Colombia. (2012). Decreto 1640 de 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- República de Colombia. (2015). Decreto 1076 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- República de Colombia. (2015). Resolución 0631 de 2015. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

República de Colombia. (2018). Resolución 509 de 2018. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Rodríguez-Becerra, M., & Espinoza, G. (2021). *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe: evolución, tendencias y principales prácticas*. BID-PNUMA.

Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: Cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254–264.
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>

Suárez, M. (2021). *Teoría y práctica de las metodologías participativas: Análisis de su utilización para la elaboración de agendas de desarrollo territorial en Uruguay*. *Dossier Politika*, 10(15). <http://dx.doi.org/10.30972/dpd.10154818>

UNESCO. (2023). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023*. París: UNESCO.

Vega Mendoza, H. (2011). *Propuesta para promover el manejo eficiente del recurso hídrico en la microcuenca alta del río Botello* Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana.
<http://hdl.handle.net/10554/3644>

Wehn, U., & Almomani, A. (2019). Incentives and barriers for participation in community-based environmental monitoring: A critical analysis. *Environmental Science & Policy*, 101, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.07.008>

Wehn, U., Gharesifard, M., & Ceccaroni, L. (2021). Participatory monitoring for water governance: Assessing the outcomes of citizen-based water quality monitoring. *Environmental Science & Policy*, 121, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.04.007>
and the racial politics of farmworker food insecurity. *Antipode*, 48(5), 1190-1208.

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas).

(2023). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023*. UNESCO.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications. Martin, J., Phillips, T., & Purcell, K. (2012). The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 291-297.

Apéndices

Apéndice A

Glosario de Términos Técnicos

Se presenta el glosario utilizado en el documento para facilitar la comprensión de conceptos técnicos asociados al monitoreo participativo y a la gestión del recurso hídrico.

- **Bioindicadores:** Organismos vivos que reflejan las condiciones ambientales de un ecosistema acuático.
- **BMWP/Col:** Índice biológico que emplea macroinvertebrados para evaluar la calidad del agua en Colombia.
- **Ciencia ciudadana:** Participación del público en actividades de investigación científica.
- **DBO₅:** Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días; mide la materia orgánica biodegradable presente en el agua.
- **DQO:** Demanda Química de Oxígeno; indica la carga orgánica total.
- **Gestión integral del recurso hídrico:** Enfoque sistémico que busca la sostenibilidad del agua desde las dimensiones ambiental, social y económica.
- **ICA:** Índice de Calidad del Agua.
- **Monitoreo participativo:** Observación y recolección de información ambiental con participación comunitaria.
- **Oxígeno disuelto:** Cantidad de oxígeno disponible en el agua, crucial para la biota acuática.
- **Turbidez:** Medida de la opacidad del agua causada por partículas suspendidas.