APOYO TÉCNICO Y OPERATIVO EN EL PLAN DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS (PSMV), PLAN DE IDENTIFICACIÓN Y CORRECCIÓN DE CONEXIONES ERRADAS (PICCE) Y CARACTERIZACIÓN DE VERTIMIENTOS, PARA LA EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, EAAB-ESP.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

Laura Juliana Valencia Sepúlveda.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Ingeniería Sanitaria.
Bogotá, abril de 2025.

Apoyo técnico y operativo en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE) y caracterización de vertimientos, para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP.

AUTOR

Laura Juliana Valencia Sepúlveda.

20192181015.

Presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniera Sanitaria en la modalidad de pasantía.

CODIRECTOR EXTERNO

Emigdio Parra Jiménez

Ingeniero Químico, MSS en Saneamiento y Desarrollo Ambiental, y Especialización en Alta gerencia en Economía Pública.

DIRECTOR INTERNO

Helmut Espinosa García

Ingeniero Forestal, MSS en Desarrollo Rural y Doctor (c) en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ingeniería Sanitaria.

Bogotá, abril de 2025

CONTENIDO

RESUMEN 5

INTRODUCCIÓN 6

1. OBJETIVOS 8

1.1 OBJETIVO GENERAL 8

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

2 MARCO REFERENCIAL 9

2.1 MARCO TÉCNICO-CONCEPTUAL 9

2.2 MARCO NORMATIVO 14

2.3 MARCO INSTITUCIONAL 15

3 METODOLOGÍA DEL PLAN DE TRABAJO 21

3.1 RECONOCIMIENTO DEL CONTEXTO (FASE I) 22

3.2 ACOMPAÑAMIENTO A OPERACIONES - ETAPA DE CAMPO. (FASE II) 22

3.3 ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS OPERACIONES. (FASE III) 25

3.4 SOCIALIZACIÓN DEL INFORME. (FASE IV) 25

4 RESULTADOS 26

4.1 RECONOCIMIENTO DEL CONTEXTO 26

4.2 ACOMPAÑAMIENTO A OPERACIONES (ETAPA EN CAMPO) 28

4.2.1 Apoyo operativo en el Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE) y Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA) 28

4.2.2 Apoyo técnico al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) 33

4.2.3 Otras actividades institucionales de acompañamiento. 35

4.3 ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS OPERACIONES 39

5 CONCLUSIONES 46

6 RECOMENDACIONES 48

7 REFERENCIAS 50
8 ANEXOS.....52

RESUMEN

La pasantía se desarrolló en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, en un entorno enfocado en calidad hídrica aplicada al sector de alcantarillado (aguas residuales y vertimientos). El trabajo se centralizó en el acompañamiento y apoyo a los programas de PSMV (Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos), PICCE (Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas) y caracterización de vertimientos industriales, comerciales, oficiales y especiales; aplicando metodologías de tipo investigativo, técnico y operativo para abordar las tareas asignadas, empleando herramientas como ArcGIS, Field Maps, paquete de Office, IBM notes (empresarial interno), entre otras.

El propósito principal de la pasantía fue apoyar técnica y operativamente a la empresa en los programas y actividades principales asociados al seguimiento y control de vertimientos (caracterización de vertimientos, PSMV, y PICCE), con el fin de contribuir al mejoramiento del desempeño de estas acciones en la empresa, que a su vez se encuentran enfocadas en garantizar la calidad y conservación del recurso hídrico en la ciudad.

Para llevar a cabo la pasantía, se siguieron múltiples fases, incluyendo: reconocimiento del contexto institucional y normativo (Fase I), el acompañamiento a operaciones como etapa de campo (Fase II) clasificando esta segunda fase en las actividades según el programa PSMV, PICCE o BUSA, y, el análisis y caracterización de las operaciones (Fase III) enfocada en el análisis comparativo según la normativa vigente para la caracterización de vertimientos y la evaluación de su comportamiento. Por último, la socialización del informe final (Fase IV) para dar a conocer los resultados obtenidos y recibir recomendaciones.

Entre los resultados principales se encuentra el análisis estadístico de las caracterizaciones, que permitió determinar un comportamiento de los vertimientos en base a los usuarios con incumplimiento, aquellos parámetros que con mayor frecuencia exceden el límite permisible, y el planteamiento de recomendaciones para el tratamiento de las aguas residuales con estas características en los usuarios.

Adicionalmente, la realización de las actividades referentes al PSMV, PICCE y BUSA donde fue posible ejecutar visitas a usuarios, capacitaciones, seguimiento y monitoreo a cuerpos hídricos y vertimientos, cálculo de carga contaminante de los puntos de descarga en la ciudad y reconocer las acciones encaminadas al cumplimiento de los objetivos y compromisos planteados en el PSMV, así mismo, fue posible plantear recomendaciones y aspectos a fortalecer en estas actividades para mejorar su desempeño y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

INTRODUCCIÓN

El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) es un instrumento de manejo ambiental que contempla el conjunto de actividades para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales están articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que define la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2024).

Para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, este instrumento se complementa con el Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE), que tiene como objetivo establecer las acciones requeridas para reducir y prevenir carga contaminante generada por concepto de conexiones erradas del sistema de alcantarillado sanitario al pluvial, y el proceso de caracterización de vertimientos por parte del sector comercial, industrial, oficial y especial, para el seguimiento y control de los vertimientos en la ciudad. Adicionalmente, contempla la aplicación y revisión de la tasa retributiva en el marco del PSMV.

Teniendo esto en cuenta, por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se requiere el apoyo técnico y operativo en los múltiples programas y actividades (PSMV, PICCE y caracterización de vertimientos), siendo herramientas fundamentales para la evaluación del comportamiento de los vertimientos en la ciudad y que permiten garantizar

la calidad y conservación del recurso hídrico, contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente, y evitar impactos negativos al ecosistema.

Así, la pasantía se orienta desde: ¿De qué manera, desde el enfoque de la ingeniería sanitaria, es posible generar un apoyo a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, asociado a las actividades técnicas y operativas en el marco del PSMV y programas relacionados, para el seguimiento de los vertimientos y la calidad hídrica en el sistema de alcantarillado de la ciudad?

Este informe corresponde al trabajo de acompañamiento vinculado al grupo de calidad hídrica en la gerencia ambiental, comprendido en el período de octubre 2024 hasta abril 2025, que desarrolló las actividades principalmente en los ejes de apoyo operativo en los programas de Plan de Identificación de Conexiones Erradas (PICCE) y Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA), acciones enfocadas al apoyo técnico al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), así como el apoyo al análisis comparativo para la caracterización de vertimientos del sector comercial, industrial, oficial y especial, según la normativa vigente.

Por lo que, a lo largo de esta pasantía fue posible reconocer y apoyar los diferentes proyectos que realiza la empresa en el marco de instrumentos como el PSMV y PICCE, los cuales la ubican a la vanguardia en el sector de agua potable y saneamiento básico, pues a través de estos programas la empresa protege, conserva y recupera el recurso hídrico de la región, trabajando para el saneamiento de 4 grandes ríos, la recuperación de más de 100 quebradas, 13 humedales y el mantenimiento de los canales de la ciudad. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2024). Así como, contribuir en el proceso de análisis a la caracterización de vertimientos, realizando la comparativa de los parámetros con la normativa vigente (Resolución 0631 de 2015), y posteriormente determinando en los parámetros que exceden el límite permisible, tendencias y comportamientos que permitan el desarrollo de estrategias y el planteamiento tanto de recomendaciones como un posible sistema de tratamiento.

Entre las actividades desarrolladas, fue posible apoyar operativamente las visitas técnicas para la identificación de conexiones erradas, mediante una lista de chequeo se identifican los sistemas de tratamiento, funcionamiento y documentación implementada por el usuario,

brindando recomendaciones para mejorar su gestión. También, se realizan capacitaciones a los usuarios sobre el manejo adecuado de las aguas residuales, y desarrollo de acciones preventivas, correctivas y de seguimiento al sistema de alcantarillado en la ciudad. Adicionalmente, se realizan visitas y fichas de seguimiento a cuerpos hídricos y puntos de descarga en la ciudad, cálculo de carga contaminante, aplicación de tasa retributiva y factor regional, entre otras actividades de acompañamiento institucional.

Así, estas actividades permiten contribuir a las acciones desarrolladas entorno a los programas de PSMV, PICCE, BUSA y al proceso de caracterizaciones, atendiendo al requerimiento de la empresa en el apoyo a estos proyectos, y cumpliendo el objetivo de la pasantía de acompañar técnica y operativamente a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en estos programas fundamentales para garantizar la conservación y calidad del recurso hídrico en la ciudad.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar técnica y operativamente a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, en el área de calidad hídrica para la caracterización de vertimientos, y actividades relacionadas al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), y el Plan de Identificación de conexiones erradas (PICCE).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contribuir al análisis comparativo para la caracterización de vertimientos del sector comercial, industrial, oficial y especial, según la normativa vigente, y el reporte a las autoridades ambientales en caso de ser requerido.

- Apoyar operativamente las visitas técnicas para la identificación de conexiones erradas, educación de los usuarios sobre el manejo adecuado de las aguas

residuales, y desarrollo de acciones preventivas, correctivas y de seguimiento al sistema de alcantarillado en la ciudad.

- Contribuir a las actividades desarrolladas entorno al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV): desarrollo de fichas técnicas, visitas e informes, determinación de carga contaminante, aplicación de tasa retributiva, entre otras.

- Consolidar el conocimiento teórico y práctico sobre los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, el tratamiento de aguas residuales domésticas y no domésticas, así como la gestión de vertimientos.

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TÉCNICO-CONCEPTUAL

A continuación, se establecen los elementos conceptuales y referenciales que hacen parte de este documento, y que son fundamentales para su desarrollo:

- ***Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV):*** De conformidad con el artículo 1º. de la Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua. (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, s. f).

- ***Caracterización de vertimientos*:** La caracterización es la determinación de la cantidad y calidad de las aguas residuales. Se realiza mediante la toma de una muestra representa va en una caja de inspección externa o de aforo y posteriormente se hace el análisis de las aguas en un laboratorio acreditado por el IDEAM. La caracterización debe ser presentada a la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá a través del aplicativo disponible en la página web. Entre los requisitos se encuentran: identificar el proceso productivo, tener separadas las redes internas sanitarias de las de aguas lluvias y de procesos industriales, y contar con sistemas de pretratamiento o tratamiento y contar con la caja de inspección o aforo para la toma de muestra. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. 2019).

- ***Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE):*** El Plan de Identificación y corrección de conexiones erradas, tiene como objetivo establecer las acciones necesarias para reducir y prevenir carga contaminante generada por concepto de conexiones erradas del sistema de alcantarillado sanitario al pluvial, mediante actividades de identificación y corrección en sectores donde el sistema de alcantarillado es separado. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB, ESP. 2024).

  Las estrategias que se implementan en el PICCE son: medidas preventivas, con el propósito de que los usuarios conozcan el funcionamiento del sistema de drenaje de la ciudad y el buen uso del mismo para prevenir la generación de nuevas conexiones erradas; medidas correctivas, tiene como objetivo el desarrollo de acciones para eliminar las conexiones erradas existentes en el sistema pluvial mediante la identificación de áreas críticas de la ciudad con conexiones erradas, determinación de la procedencia, el diseño y corrección; y medidas de seguimiento y control, su objetivo de esta estrategia es hacer seguimiento a las correcciones que hagan los usuarios o la Empresa, en el marco de los objetivos ambientales establecidos con la autoridad ambiental. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB, ESP. 2024).

- ***Tasa retributiva:*** La Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales es un instrumento económico que contribuye al control de la contaminación hídrica, buscando generar cambios de comportamiento en los agentes generadores de vertimientos y crear conciencia de la afectación ambiental que ocasionan sus descargas en los cuerpos de agua. Así mismo, permite la obtención de recursos financieros para la inversión en proyectos de descontaminación y monitoreo del recurso hídrico. Están obligados al pago de la tasa retributiva, todos los usuarios que realicen vertimientos puntuales, directa o indirectamente, al recurso hídrico. La Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales, directos o indirectos, se cobrará por la totalidad de la carga contaminante descargada al recurso hídrico. La tasa retributiva se aplicará incluso a la contaminación causada por encima de los límites permisibles, sin perjuicio de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s. f).

- ***Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA):*** El programa de Buen Uso del Sistema de Alcantarillado aborda temáticas como:
  - Orientación sobre el reporte de la caracterización de vertimiento: Anualmente los usuarios deben realizar el reporte de resultados de la caracterización de vertimientos a través de la página web, en cumplimiento del artículo 2.2.3.3.4.17 del Decreto 1076 de 2015.
  - Sistema de alcantarillado: Se da a conocer cómo está constituido el sistema de alcantarillado de la ciudad, las diferencias entre los tipos de sistema de alcantarillado combinado, separado, pluvial y sanitario.
  - Impactos sobre el alcantarillado: Problemas generados por uso inadecuado del sistema de alcantarillado pluvial como las conexiones erradas y contaminación de sumideros, así como del sistema sanitario con los vertimientos sin tratamiento generados por los usuarios no domésticos.
  - Recomendaciones para el buen uso del sistema de alcantarillado por parte de las empresas: Buenas prácticas que deben implementar los usuarios para garantizar una adecuada gestión de los vertimientos.
  - Marco jurídico: Se presentan las obligaciones contempladas en la normatividad de vertimientos vigente y el contrato de servicios públicos domiciliarios,

específicamente el anexo técnico de control de vertimientos. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB, ESP. 2024).

- ***Demanda Química de Oxígeno (DQO):*** La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un parámetro que se utiliza para medir la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar todas las sustancias presentes en una muestra de agua a través de un proceso químico. Una alta DQO indica que hay una cantidad considerable de materiales en el agua que pueden agotar el oxígeno disuelto en el agua natural, lo cual puede tener efectos negativos sobre la vida acuática.

  Es decir, la DQO cumple con la función de indicador de contaminación y permite entender el impacto potencial que una muestra de agua puede tener en el medio ambiente. Un nivel alto de DQO puede disminuir la cantidad de oxígeno disponible en el agua, lo cual afecta a organismos acuáticos como peces y plantas, provocando incluso su muerte. Además, puede alterar el equilibrio ecológico del cuerpo de agua afectado. (Instituto del Agua, s,f).

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** La DBO o Demanda Bioquímica de Oxígeno es un importante indicador de calidad utilizado en el análisis de aguas residuales. Específicamente, la DBO mide la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para descomponer los materiales orgánicos presentes en una muestra de agua a una determinada temperatura y en un período de tiempo dado (generalmente 5 días, por lo que a veces se denomina DBO5).

  Cuando la DBO es alta, significa que se necesitará mucho oxígeno para descomponer los materiales orgánicos en el agua. Por lo tanto, puede haber menos oxígeno disponible para la vida acuática, como peces y otros organismos. Esto puede resultar en la muerte de estas especies y una disminución en la biodiversidad. Además, algunas especies de bacterias que se alimentan de material orgánico pueden crecer rápidamente en estas condiciones, resultando en la formación de algas nocivas en el agua. Por último, un valor alto de DBO también puede implicar costos más altos de tratamiento de agua, pues es necesario eliminar el material orgánico del agua antes de que pueda ser utilizada de manera segura, y esto puede

requerir métodos de tratamiento de agua más intensivos y costosos. (Instituto del Agua, 2011).

- ***Sólidos suspendidos totales (SST):*** Los Sólidos Suspendidos Totales son una medida de la cantidad total de partículas sólidas que se encuentran en el agua, ya sea en forma de sedimentos o como contaminantes. En el contexto de las aguas residuales, los SST son a menudo un indicativo de la cantidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes.

  El nivel de SST es un indicador importante de la calidad del agua. Una alta concentración de SST puede afectar la claridad del agua, limitar la penetración de la luz y afectar la vida acuática. Además, algunos sólidos suspendidos pueden transportar microorganismos patógenos y contaminantes químicos, lo que puede aumentar los riesgos para la salud humana y del ecosistema acuático. (Instituto del Agua, 2017.)

- ***Agua segura:*** Según la Organización Panamericana de la Salud, el agua segura es aquella que no contiene gérmenes que afecten la salud de las personas que la usan, ya que estos pueden producir enfermedades agudas causadas principalmente por bacterias. Puede ocurrir que el agua segura no cumpla con la totalidad de los parámetros establecidos por la normativa, porque se obtiene mediante tratamientos domiciliarios sencillos que aseguran su calidad bacteriológica. (Organización Panamericana de la Salud, 2022).

  El agua segura debe ser limpia, incolora, inodora, carecer de elementos en suspensión, libre de contaminantes orgánicos, inorgánicos o radiactivos, y no debe contener microorganismos patógenos que puedan poner en peligro la salud. Para ello se deben realizar análisis sobre la concentración de bacterias coliformes y otras de origen fecal. (Fundación Aquae, 2021).

2.2 MARCO NORMATIVO

El siguiente conjunto de normas es la base fundamental a nivel reglamentario para la formulación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como la determinación de la tasa retributiva y los factores asociados a esta.

También, se encuentra la normativa que establece los valores límites permisibles en los vertimientos puntuales, por lo que es la base reglamentaria para el proceso de caracterización de vertimientos. Así, este conjunto de normas se enfoca en minimizar el impacto negativo sobre el recurso hídrico, fomentar su uso eficiente y desarrollar estrategias para su cuidado, y su cumplimiento es esencial para preservar el equilibrio ecológico y contribuir con un desarrollo responsable con el entorno.

Adicionalmente, se encuentra la Norma Técnica de Servicio (NS), esta es la norma que a nivel de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá especifica los requisitos mínimos que debe satisfacer un servicio, a fin de garantizar su aptitud para el uso; estas pueden ser consultadas en el Sistema de Información de Normalización Técnica-EAAB (SISTEC).

- **Resolución 0631 de 2015**: «Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones».
- **Resolución 1433 del 2004**: «Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones».
- **Decreto 3930 de 2010**: «Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI- Parte III-Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones».
- **Decreto 2667 de 2012**: «Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones».

- **Decreto 901 de 1997**: «Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas».
- **Decreto 1076 del 2015**: «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible».
- **Resolución 3257 del 2007**: «Por la cual se resuelve un recurso de reposición, se aprueba un Plan de Saneamiento y Manejo Ambiental y se toman otras disposiciones».
- **Resolución 03428 del 2017**: «Por la cual se revisa y actualiza el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado y Aseo de Bogotá – EAAB – ESP otorgado mediante Resolución No 3257 de 2007, y se toman otras determinaciones, en cumplimiento del numeral 4.21 de la sentencia de ap. No. 2001-90479 – saneamiento del Río Bogotá».
- **Norma Técnica de Servicio (NS) – 037:** Uso adecuado del Sistema de Alcantarillado.
- **Norma Técnica de Servicio (NS) – 039**: Control para vertimientos de residuos líquidos no domésticos.

2.3 MARCO INSTITUCIONAL

La gestión integral de vertimientos por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, contempla varias actividades que tienen como objetivo principal mejorar la calidad del recurso hídrico en la ciudad y garantizar la óptima operación del sistema de alcantarillado, como son:

- **Seguimiento al PSMV**: Se realiza mediante visitas y mesas técnicas con las diferentes áreas de la empresa que tiene a cargo la ejecución de obras para eliminar puntos de vertimientos en las cuencas de la ciudad, esta información se consolida en los informes semestrales en los cuales se registra el avance de cada obligación y se presenta a la autoridad ambiental correspondiente.

- **Seguimiento al Plan de Identificación y Corrección de conexiones erradas PICCE**: Actualmente las zonas operativas y la Dirección de Red Troncal están

ejecutando obras para identificar y corregir las conexiones erradas del sistema sanitario al sistema pluvial (las cuales son una de las causas principales de deterioro de los cuerpos de agua en la ciudad) , para hacer el seguimiento a estas obras se realizan mesas de trabajo y se administra una aplicación en ArcGIS online en la cual se evidencia el estado de las conexiones erradas en cada una de las cuencas, información que se usa como herramienta para consolidar los informes a las autoridades ambientales y a la magistrada en cumplimiento de la Sentencia de descontaminación del Rio Bogotá.

- **Actividades preventivas para el buen uso del sistema de alcantarillado:** Tiene como objetivo principal orientar a los usuarios no residenciales para que con sus vertimientos no ocasionen impactos negativos en las redes de alcantarillado ya que esto genera sobrecostos por mantenimientos correctivos, afectación en el funcionamiento de las Plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad y devolución de aguas residuales que pueden poner en riesgo ambiental y sanitario a la comunidad. Se realizan capacitaciones y visitas técnicas en las cuales se evalúa la gestión de los vertimientos por parte de los usuarios y se les orienta sobre las acciones que debe implementar para optimizar esta gestión.

- **Seguimiento a los vertimientos generados por las sedes de la EAB-ESP**: Apoyando la gestión de los vertimientos de las sedes de la EAAB-ESP conscientes de nuestra responsabilidad ambiental, garantizando así el cumplimiento de los requisitos normativos vigentes. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, s, f).

Por lo que, para el año **2017**, inicia la vigencia del Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos actual en el periodo 2017 a 2027, aprobado mediante la Resolución 03428 del 2017. Se establecen ocho obligaciones a cumplir, la periodicidad de los informes a presentar a la autoridad ambiental, pago de tasa retributiva, normatividad asociada a incumplimientos, notificación, vigencia, publicación y el término para presentación de recursos. Se complementa con siete (7) anexos: Inventario de los vertimientos puntuales, Línea base de carga contaminante, Metas de carga contaminante, Puntos de vertimiento a intervenir, Cronogramas establecidos para el desarrollo de proyectos, Obras y actividades

tendientes a la eliminación de carga contaminante, Indicadores de seguimiento al PSMV y las Fichas de identificación de puntos de descarga sobre fuente superficial.

De acuerdo con la Resolución 03428 del 2017, las ocho obligaciones a cumplir establecidas en el PSMV son las siguientes:

Tabla 1. *Obligaciones establecidas en el PSMV.*

Ítem	Requisitos	Requerimiento
1	Diagnóstico del sistema de alcantarillado, referido a la identificación de las necesidades de obras y acciones con su orden de realización que permitan definir los programas, proyectos y actividades con sus respectivas metas físicas. El diagnóstico incluirá una descripción de las infraestructuras existente en cuanto a cobertura del servicio de alcantarillado (redes locales), colectores principales, número de vertimientos puntuales, Corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores en área urbana y rural. Interceptores o emisarios finales construidos, ubicación existente o prevista de sistemas de tratamiento de aguas residuales. El diagnóstico deberá acompañarse de un esquema, o mapa en el que se represente.	- Presentar la descripción de los sistemas de drenaje que conforman las cuencas de los ríos Tunjuelo y Torca, así como la descripción detallada de la infraestructura existente y futura en cuanto a la cobertura del servicio de alcantarillado pluvial y sanitario. - Presentar en medio digital para cada una de las cuencas principales los planos del sistema pluvial y sanitario, que contengan las redes locales y troncales del sistema de alcantarillado existente, los puntos de vertimientos inventariados al 2015 y los puntos de vertimiento donde se realizarán acciones de eliminación de carga por tramos. - Incluir información de la totalidad de los interceptores y colectores existentes con base en la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital (IDECA) y en el Sistema de Información Geográfico Unificado Empresarial de la EAB-ESP (SIGUE). - Actualizar las direcciones a la nomenclatura actual y verificar la congruencia de los puntos de vertimiento donde se realizarán acciones de eliminación con la información remitida y asociada con las metas de carga contaminante. - Presentar una descripción detallada del sistema de alcantarillado asociado con los puntos de vertimiento a intervenir, sobre los cuales se realizarán acciones de eliminación de carga, incluido el sistema troncal relacionado con la entrada en operación de las estaciones de bombeo de los ríos Fucha y Tunjuelo. - Adicionalmente, deberá presentarse información relacionada con los componentes, longitud y cobertura del sistema de

Ítem	Requisitos	Requerimiento
		alcantarillado en el Distrito Capital actualizado e incluir información referente con la capacidad hidráulica de los interceptores existentes en la ciudad, con el fin de garantizar que los programas, proyectos y actividades planteados que conllevan a la eliminación de carga contaminante sean sostenibles en el tiempo.
2	Identificación de la totalidad de los vertimientos puntuales de aguas residuales realizados en las áreas urbanas y rural por las personas prestadoras del servicio público domiciliario de alcantarillado y sus actividades complementarias y de las respectivas corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores.	- Presentar el inventario de puntos de vertimiento del sistema de alcantarillado a cuerpos de agua de la ciudad teniendo como referencia la información considerada en las mesas técnicas desarrolladas interinstitucionalmente durante los meses de mayo y junio de 2016. - El inventario de los puntos de vertimiento deberá estar organizado de manera general por cada una de las cuencas de los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo, así como la inclusión de los vertimientos puntuales sobre las subcuencas asociadas a los ríos principales. - El inventario deberá contener la información referente a la codificación de la SDA, codificación EAB-ESP, localización, tramo asociado, margen de la descarga y la georreferenciación de cada uno de los puntos de vertimiento existentes sobre las fuentes superficiales en el Distrito Capital.

Ítem	Requisitos	Requerimiento
3	Caracterización de las descargas de aguas residuales y caracterización de las corrientes. Tramos o cuerpos de agua receptores, antes y después de cada vertimiento identificado. Documentación del estado de la corriente, tramo o cuerpo de agua receptor en términos de calidad, a partir de la información disponible y de la caracterización que de cada corriente, tramo o cuerpo de agua receptor realice la persona prestadora del servicio público de alcantarillado y de sus actividades complementarias, al menos en los parámetros básicos que se señalan en el artículo 6° de la presente resolución.	- Presentar la información de la calidad disponible y lo más actualizada posible sobre las subcuencas de la ciudad de Bogotá al menos en los parámetros básicos que se señalan en el artículo 6° de la resolución 1433 de 2004 así como la documentación del estado de las subcuencas en términos de calidad. - Actualizar la información en el documento presentado sobre el estado de los ríos principales en términos de calidad remitida, para lo cual podrá tener como insumo el informe técnico No. 01608 del 07 de septiembre del 2015 “Estado de la calidad de los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo Índice de calidad Hídrica – WQI 2014- 2015” emitido por la SRHS.
4	Proyecciones de la carga contaminante generada, recolectada. transportada y tratada, por vertimiento y por corriente, tramo o cuerpo de agua receptor, a corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año), mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año). Se proyectará al menos la carga contaminante de las sustancias o parámetros objeto de cobro de tasa retributiva.	- De acuerdo con la información presentada en las proyecciones de carga contaminante, actualizar la línea base con la información primaria obtenida en el monitoreo de vertimientos para el año 2015, además de incluir los puntos de vertimiento adicionales que se han priorizado conjuntamente en las mesas técnicas. - Completar y actualizar las tablas de proyección de cargas contaminantes incluyendo los valores de carga contaminante generada, recolectada, transportada y tratada para cada uno de los tramos y vertimientos de los ríos principales.
5	Objetivos de reducción del número de vertimientos puntuales para el corto plazo (contado desde la presentación del PSMV hasta el 2° año),	- Presentar los objetivos de reducción del número de vertimientos puntuales de manera anualizada, para cada una de las cuencas y subcuencas, los cuales deberán ser congruentes con los inventarios de puntos de

Ítem	Requisitos	Requerimiento
	mediano plazo (contado desde el 2° hasta el 5° año) y largo plazo (contado desde el 5° hasta el 10° año), y cumplimiento de sus metas de calidad que se propondrán como metas individuales de reducción de carga contaminante.	vertimientos, los programas, proyectos, actividades y cronogramas presentados y con la meta de carga establecida.
6	Descripción detallada de los programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones en las fases de corto, mediano y largo plazo, para los alcantarillados sanitario y pluvial y cronograma de cumplimiento de la norma de vertimientos. Cuando se cuente con sistemas de tratamiento de aguas residuales, se deberá indicar y programar las acciones principales para cubrir incrementos de cargas contaminantes causados por crecimientos de la población, garantizar la eficiencia del sistema de tratamiento y la calidad definida para el efluente del sistema de tratamiento.	- Requerimientos generales para todas las cuencas. - Presentar los programas, proyectos, actividades y cronogramas aprobados, los cuales deben ser congruentes con la meta de carga propuesta. - Presentar información adicional para las estructuras de separación de caudales, que soporte la construcción de las obras en el tiempo proyectado e incluir los puntos adicionales que se han priorizado conjuntamente en las mesas técnicas. - Actualizar las direcciones de los puntos a intervenir como su respectivo código común. - Dentro del documento presentado, para cada punto de vertimiento intervenir, deberá incluir como mínimo el código y localización actualizada del punto, así como la información de la actividad u obra realizar y su respectivo anexo. - Presentar para la totalidad de los puntos asociados con las subcuencas el soporte técnico de la construcción de las obras en el tiempo proyectado e incluir la información sobre las estructuras a desarrollar en las subcuencas. - Para los puntos donde la solución es el Mantenimiento de las Estructuras, se solicita presentar un programa de mantenimiento periódico que soporte el adecuado funcionamiento de las respectivas estructuras a intervenir
7	En los casos en que no se cuente con sistema o sistemas de tratamiento de aguas	- Deberá informar las fechas previstas para la construcción e iniciación de operación del sistema de transporte (alcantarillado aguas

Ítem	Requisitos	Requerimiento
	residuales, se deberán indicar las fechas previstas de construcción e iniciación de operación del sistema de tratamiento.	residuales y alcantarillado aguas lluvia) y tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Bogotá.
8	Formulación de indicadores de seguimiento que reflejen el avance físico de las obras programadas y el nivel de logro de los objetivos y metas de calidad propuestos, en función de los parámetros establecidos de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.	- Presentar los indicadores anualizados de acuerdo con la planificación para todas las actividades y obras presentadas en la modificación. Además de incluir los indicadores correspondientes al volumen total de agua tratada/Nivel de Eficiencia y nivel de carga contaminante removida.

Nota: *Resolución 03428 de 2017*.Secretaría Distrital de Ambiente. (2017).

A partir de estas ocho obligaciones establecidas en el PSMV de la EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá) se desarrollan obras y actividades, se implementan programas y proyectos, se determinan objetivos, formulan indicadores y planifican acciones con el fin de garantizar el adecuado manejo y protección del recurso hídrico, la calidad del servicio prestado y el cumplimiento de las normativas ambientales. Estas obligaciones están orientadas a asegurar que tanto la empresa como los usuarios actúen de manera responsable y sostenible en cuanto a la gestión de los vertimientos y las aguas residuales.

3 METODOLOGÍA DEL PLAN DE TRABAJO

La metodología del plan de trabajo buscó desarrollar un modelo de análisis cualitativo y descriptivo en sus múltiples fases, enfocado en el acompañamiento a operaciones y el análisis estadístico a la caracterización de vertimientos. Empleando herramientas como: ArcGIS, Field Maps, paquete de Office, IBM notes (empresarial interno), entre otras. Así, se desarrolló empleando las fases expuestas a continuación:

3.1 Reconocimiento del contexto (Fase I).

Esta fase permitió el suministro de datos por parte de la empresa, brindando orientación sobre el funcionamiento de plataformas, programas, reportes, lenguaje técnico y operativo empleado por la empresa. Específicamente, posibilitó la revisión y consulta de datos sobre el sistema de alcantarillado, Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) vigente, y programas en ejecución como: Plan de Identificación de Conexiones Erradas (PICCE) y Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA).

A nivel interno la normativa fue consultada en el Sistema de Información de Normalización Técnica-EAAB (SISTEC). Por otro lado, para realizar un modelo de análisis general cualitativo del PSMV, PICCE y BUSA, se exploraron bases de datos sobre informes de gestión y avance en los periodos de interés (2017 a 2024), auditorías internas en la empresa, e informes de seguimiento presentados a las autoridades ambientales.

Adicionalmente, se reconoció el funcionamiento de plataformas y programas como: ArcGIS para la actualización y seguimiento de los puntos de vertimiento; Field Maps en conjunto con Timestamp, aplicaciones que permiten el cargue y la toma de fotografías de la evidencia en tiempo real de los estados de puntos de vertimiento durante las visitas, así como lo evidenciado durante las visitas a usuarios; paquete de Office enfocado en los formatos empleados por la empresa para la realización de informes, fichas, presentaciones, resolución 0075 en la entrega de caracterizaciones, entre otras; y, el aplicativo de IBM notes para la consulta y proyección de oficios tanto internos como externos.

3.2 Acompañamiento a operaciones - etapa de campo. (Fase II).

- ***Apoyo operativo en el Plan de Identificación de Conexiones Erradas (PICCE) y Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA).***

El Plan de Identificación de Conexiones Erradas (PICCE) se contempla dentro del Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA), puesto que determina las acciones requeridas para reducir y prevenir carga contaminante generada por concepto de conexiones erradas del sistema de alcantarillado sanitario al pluvial, lo cual garantiza su buen uso. Durante esta fase se realizó el apoyo operativo a las visitas que contribuyen para los programas de

PICCE y BUSA, y el planteamiento de las acciones preventivas, correctivas y de seguimiento al sistema de alcantarillado en la ciudad, entre las cuales se encuentran: apoyo operativo en visitas técnicas a los usuarios, capacitaciones sobre el uso adecuado de sistema de alcantarillado, entre otras.

Considerando estas actividades como parte de cumplimiento de la Norma Técnica de Servicio **(NS) – 037: Uso adecuado del Sistema de Alcantarillado**. Donde se establece el seguimiento a los efluentes, control de descargas o vertimientos, manejo adecuado de grasas y aceites, medidas de vigilancia, control y medidas correctivas, entre otros elementos establecidos en esta norma, y que permiten la adecuada gestión de los vertimientos en el sistema de alcantarillado en el marco de los programas PICCE y BUSA.

Durante estas visitas se empleó como modelo de sistematización una lista de chequeo, y se realizó la revisión de tanto de los elementos físicos como de la documentación requerida; en las estructuras físicas se verifica el funcionamiento de la caja de inspección, rejillas, trampas para grasa, sistemas de recolección de aguas lluvia, sistemas de tratamiento y otros elementos según el caso de cada usuario.

Para la documentación, se verifican los planos hidráulicos con el fin de visualizar la conexión de las redes, el plan de contingencia y derrames, el soporte de caracterización de vertimientos, y la certificación de recolección de lodos por parte de una empresa autorizada.

Durante las visitas, se toman fotografías de los sistemas y documentación empleando la aplicación Timestamp que incluye la localización, fecha y hora de la visita, para posteriormente realizar el cargue de la información a la aplicación Field Maps donde se recopilan los datos sobre el terreno y se visualizan los mapas, alimentando el aplicativo de ArcGIS en tiempo real.

Adicionalmente, durante la visita se brindan recomendaciones y requerimientos para mejorar el funcionamiento del sistema enfocado a las aguas residuales, por ejemplo, realizar el reporte de caracterización de vertimientos, implementar un sistema de pretratamiento, realizar limpiezas periódicas a las rejillas y/o trampas para grasa, implementar tapas de fácil acceso a las cajas de inspección, entre otras recomendaciones

que dependen según los aspectos verificados durante la visita; estas visitas emplean el modelo de formato código MPMI0204F05 (Anexo 1).

- ***Apoyo técnico al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV).***

En esta fase se buscó apoyar en las actividades requeridas en lo que respecta al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), siendo programas encaminados al saneamiento de los cuerpos hídricos en la ciudad, realizando actividades como: el desarrollo de fichas técnicas de seguimiento a vertimientos y cuerpos de agua, específicamente a la subcuenca del río Tunjuelo, que comprende las quebradas Aguamonte, Chiguaza, Honda, Nutria, Limas, Morales, Nueva Delhi, San Camilo, Trompeta y Verenjones.

La ficha técnica debe incluir el nombre de la fuente hídrica, fuente receptora, cuenca, tramo asociado, código del punto de vertimiento, fecha de verificación, ubicación geográfica, tipo de estructura (tubería, cauce, box culvert, etc), tipo de vertimiento (ARD – Agua residual doméstica, o ACOM – Alcantarillado combinado), identificación de la descarga, dimensiones de la estructura, material, coordenadas, observaciones del vertimiento y evidencia fotográfica de la toma de la muestra del vertimiento por parte del laboratorio de la empresa, el cual se encuentra acreditado.

También, actividades como la actualización y seguimiento de estado de puntos de vertimiento en ArcGIS, donde se incluye la fotografía del punto durante la visita, la fecha y el estado (punto seco, con descarga, características de la descarga, accesibilidad al punto, entre otras).

Finalmente, el cálculo de carga contaminante de puntos de vertimiento, que emplea los resultados obtenidos por el laboratorio acreditado de la empresa en la toma de muestra de cada punto de vertimiento. La carga se calcula para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) con base en los resultados en campo, y con el objetivo de conocer el avance en los estados de los puntos de vertimiento (aquellos que eliminan la carga con obras), que finalmente, afectan las metas individuales propuestas por parte de la autoridad ambiental, e impactan los conceptos de tasa retributiva y factor regional.

3.3 Análisis y caracterización de las operaciones. (Fase III).

En esta fase se apoyó el proceso de análisis a la caracterización de vertimientos reportados por el sector comercial, industrial, oficial y especial. Refiere a la comparación de los parámetros obtenidos en el informe de resultados de laboratorio de cada usuario con la normativa vigente (Resolución 0631 de 2015), teniendo en cuenta la actividad económica reportada por cada usuario para la determinación de los límites permisibles según esta. Además de su reporte a la autoridad ambiental cuando sea requerido (Secretaría Distrital de Ambiente o Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – Soacha) con el objetivo de informar sobre el incumplimiento de parámetros para la determinación de medidas.

Para aquellos usuarios que presentan incumplimientos y es requerido informar a la autoridad ambiental, se emplea el modelo de formato MPFD0801F02-05. Aquí, se informa del resultado de la caracterización de vertimientos incluyendo el laboratorio, el usuario y la fecha en la cual fue realizada la toma de la muestra. Además, se clarifica en el artículo de la Resolución 0631 de 2015 seleccionado por el usuario como actividad económica para la comparativa de parámetros.

También, se incluyen los parámetros que incumplen, su valor límite permisible en la norma vigente con unidad, el valor del parámetro registrado en el agua residual del usuario con unidad y su incumplimiento normativo. Como anexo se encuentra el informe de laboratorio original que fue adjuntado por el usuario, como evidencia para su revisión por parte de la autoridad ambiental.

3.4 Socialización del informe. (Fase IV).

En la fase final, se dio a conocer el informe técnico realizado con el fin de exponer los resultados obtenidos, recibir recomendaciones, aportes adicionales o correcciones para complementar la propuesta.

4 RESULTADOS

4.1 RECONOCIMIENTO DEL CONTEXTO.

El PSMV tiene una vigencia de 10 años, el periodo actual comprende de 2017 a 2027, aprobado mediante la Resolución 03428 del 2017. Así, para su avance, en el año **2018** la empresa informa que ha realizado inversión en obras estructurales del 20%, dividido entre obras de saneamiento: Interceptores troncales como Brazuelos, Boítá Timiza, y las Estaciones elevadores Fucha y Tunjuelo, que elimina 33 vertimientos para el año **2018** en Fucha y **2019** en Tunjuelo; así como interceptores locales: subcuencas y tributarios Santa Librada, Chiguaza II y III y Zanjón de la Estrella, Yomasa, Nutria, Verenjones, Morales, Limas y Honda, lo que elimina 26 vertimientos al año **2019** y **2020**. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. 2018).

Así mismo, realizan obras de rehabilitación (estructuras de alivio), en Salitre y Fucha, lo que elimina carga de 7 vertimientos al año **2018**. Mientras que el 80% restante se ha invertido en actividades no estructurales como el Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE), principalmente en estructuras de separación de caudales, lo que elimina carga de 37 vertimientos, al **2018** en Torca, **2019** en Fucha y **2020** en Tunjuelo. Finalmente, se realiza también el mantenimiento de estructuras del sistema de alcantarillado. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. 2018).

Adicionalmente, en conjunto con la Secretaría Distrital de Ambiente, se establece la meta global y las metas individuales de carga contaminante para el quinquenio 2021-2025 que conduzca al cumplimiento de los objetivos de calidad. Teniendo en cuenta la definición de meta global como la carga total de contaminante a ser vertida al final del quinquenio, que corresponde, a la suma de las metas quinquenales individuales se presenta en la siguiente Tabla la propuesta de meta global para el quinquenio **2021-2025** (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021).

Figura 1.

Propuesta de meta global Secretaría Distrital de Ambiente, quinquenio 2021-2025.

Río	Tramo	2025	
		DBO_5 (kg/año)	SST (kg/año)
Torca	1	59.000	34.000
	2	77.820	365.000
Salitre	1	1.210	950
	2	0	0
	3	416.000	278.000
	4	1.435.000	790.000
Fucha	1	0	0
	2	42.000	11.000
	3	165.000	40.000
	4	9.044.000	6.498.000
Tunjuelo	1	4.500	3.000
	2	73.500	176.500
	3	3.009.060	2.317.490
	4	1.975.000	1.481.000

Nota: Secretaría Distrital de Ambiente. (2025). *Propuesta de meta global.* [Fotografía]. Disponible en: https://www.ambientebogota.gov.co/es/plan-quinquenal-2021-2025

Entendiendo que esta proyección se encuentra en conjunto con la obligación número 4 presente en el PSMV, que a su vez se relaciona con el anexo número 4 que presenta los puntos de vertimiento que se encuentran comprometidos (118 puntos de vertimiento), y, por lo tanto, requiere caracterización, cálculo de su carga contaminante y proyección.

Para el año 2024, se realiza el informe de seguimiento al PSMV por parte de Oficina de Control Interno y Gestión como parte de una auditoría interna, donde informan que:

- Se presenta un posible Incumplimiento a las obligaciones 2 y 3 de la resolución 3428 de 2017 (PSMV), específicamente orientada a la actualización anual del inventario de puntos de vertimiento sobre la totalidad de las fuentes superficiales del Distrito Capital, puesto que se evidencio que el producto entregado bajo esta obligación corresponde a las fichas inventario de vertimientos y no se hace entrega de la capa geográfica con los parámetros estipulados en la resolución.
- Se presenta un incumplimiento en los tiempos de ejecución señalados en los cronogramas de los puntos de vertimiento a intervenir, y la eliminación de carga contaminante para los puntos de vertimiento, incluidos en la de la resolución 3428 de 2017 y la Resolución 5479 de 2021.

- Se presenta un incumplimiento de las metas de carga contaminante establecidas en la de la resolución 3428 de 2017 y la Resolución 5479 de 2021 y los costos sociales y ambientales de los efectos causados por los vertimientos puntuales al recurso hídrico, y, el incumplimiento del indicador estratégicos asociado a la meta sectorial 273 del Plan Distrital de Desarrollo 2020 – 2024. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. 2024).

4.2 ACOMPAÑAMIENTO A OPERACIONES (ETAPA EN CAMPO).

A lo largo de esta fase se realizaron múltiples visitas, capacitaciones y demás procesos enfocados a un programa específico con los equipos técnicos y operativos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, a continuación, se encuentran cada una de estas actividades:

4.2.1 Apoyo operativo en el Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE) y Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA).

Como resultado de esta fase se obtuvo el apoyo operativo a las visitas que contribuyen para los programas de PICCE y BUSA, por ejemplo el apoyo a la campaña “Cada uno por su lado como el agua y el aceite” en sus procesos operativos con los usuarios, el apoyo en visitas técnicas a los usuarios, como autolavados y restaurantes, capacitaciones virtuales sobre el uso adecuado de sistema de alcantarillado, desarrollo de fichas técnicas a humedales para identificación de conexiones erradas, comprendiendo humedales como: Juan Amarillo, Torca y Guaymaral, Córdoba, La Conejera, Jaboque, Capellanía, Burro, Techo, Vaca y Tibanica. Entre otras actividades similares orientadas a los programas de Plan de Identificación de Conexiones Erradas (PICCE) y Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA).

En la figura 2 se puede observar la revisión de la caja de inspección realizada durante la visita técnica a un usuario de autolavados. A través de estas visitas es posible determinar que es necesario implementar medidas para fortalecer el conocimiento de los usuarios acerca la importancia de la adecuada gestión de vertimientos, y como esto impacta al sistema de alcantarillado y los cuerpos hídricos de la ciudad.

Figura 2.

Revisión de caja de inspección, visita técnica autolavados.



***Nota*.** Autor. (2024). *Revisión de caja de inspección visita técnica autolavados.* [Fotografía].

Como se puede observar en la figura 2 la caja de inspección se encuentra limpia, elaborada en los materiales correspondientes, cuenta con una tapa de fácil acceso, y el agua residual no presenta trazas de grasa o material suspendido. Sin embargo, en las visitas a múltiples usuarios es posible determinar las recomendaciones realizadas más frecuente, entre estas se encuentran:

- Efectuar mantenimiento constante en las estructuras requeridas (rejillas, trampas para grasa, sistemas de tratamiento) e implementar fichas de seguimiento a estos mantenimientos para conocer su periodicidad.
- Gestionar la recolección de aceites usados y lodos (aplica según la actividad económica del usuario) con un gestor autorizado que genere certificado de recolección.
- Realizar la caracterización de los vertimientos.
- Implementar un plan de contingencia y derrames, u otros elementos faltantes en la documentación.

Otro aspecto fundamental para el buen uso del sistema de alcantarillado reside en las capacitaciones a los usuarios, según el aplicativo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP, mediante este proceso se abordan los siguientes temas: Orientación sobre el reporte de la caracterización de vertimientos, tipos de sistema de alcantarillado, impactos sobre el alcantarillado, recomendaciones para el buen uso del sistema de alcantarillado por parte de las empresas y marco jurídico (normatividad de vertimientos vigente).

Las capacitaciones inician con las características del sistema de alcantarillado en la ciudad, su funcionamiento y los tipos existentes (combinado y separado). Posterior a eso, se exponen los impactos negativos que afectan tanto el sistema de alcantarillado pluvial como sanitario, y se presenta la temática de las conexiones erradas, explicando cómo se identifican, los tipos y corrección.

Se incluye la problemática del manejo inadecuado de residuos sólidos y su afectación a los cuerpos de agua, también se brindan recomendaciones para la gestión integral de vertimientos (sistemas de tratamiento, buenas prácticas, infraestructura, capacitaciones al personal, entre otras). Adicionalmente, se expone la responsabilidad normativa del usuario con la EAAB-ESP respecto a la caracterización de vertimientos para usuarios industriales, comerciales, oficiales y especiales; así como el proceso informativo a la autoridad ambiental en caso de incumplimiento normativo.

Posteriormente, se expone el programa “Héroes del Agua” como una campaña por parte de la EAAB-ESP que busca reconocer a las personas y organizaciones que se destacan por su gestión integral del agua. Finalmente, se brinda una capacitación para el uso de la plataforma (www.acueducto.com.co) para el reporte de la caracterización de vertimientos, el Buen Uso del Sistema de Alcantarillado y el acceso a los manuales e información presente.

Este proceso de capacitación resulta clave para mejorar el funcionamiento del sistema de alcantarillado en la ciudad puesto que involucra activamente a los usuarios y les brinda conocimientos y herramientas para garantizar procesos y actividades sostenibles en las empresas. Estas capacitaciones se realizan tanto de manera presencial como virtual.

En la figura 3, se puede observar una capacitación brindada de manera presencial para el Centro Operativo del Agua (COA) de manera interna en la EAAB-ESP.

Figura 3.
Capacitaciones presencial Centro Operativo del Agua (COA) sobre Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA).



***Nota*.** Autor. (2024). *Capacitaciones presencial Centro Operativo del Agua (COA) sobre Buen Uso del Sistema de Alcantarillado (BUSA).* [Fotografía].

Teniendo en cuenta el proceso de capacitaciones se pueden determinar las siguientes dificultades en los usuarios:

- Desconocimiento por parte de los usuarios de la normativa vigente (Resolución 0631 de 2015), puesto que emplean el artículo inadecuado para su actividad económica lo cual puede generar incumplimientos innecesarios; o incluso, algunos usuarios desconocen el requerimiento de caracterizar sus vertimientos anualmente.
- Reducido conocimiento por parte de los usuarios y la ciudadanía acerca del funcionamiento del sistema de alcantarillado en la ciudad, lo que los lleva a una gestión inadecuada de las aguas residuales.
- Baja implementación de medidas para la gestión integral de vertimientos por parte de los usuarios (sistemas de tratamiento, capacitación al personal, renovación de infraestructura, entre otras).

Una actividad adicional contemplada dentro del marco del PICCE y BUSA, es la realización de las fichas técnicas de seguimiento a conexiones erradas en humedales, este proceso de verificación comprende cada uno de los puntos de vertimiento en los humedales, entre los cuales se encuentran: Juan Amarillo, Torca y Guaymaral, Córdoba, La Conejera, Jaboque, Capellanía, Burro, Techo, Vaca y Tibanica. Para la construcción de estas fichas se incluye el código de identificación del punto de vertimiento, la ubicación geográfica, las características observadas en campo al verificar el estado del punto, el número de conexiones erradas asociadas a dicho punto, y el registro fotográfico tanto pasado como actualizado, para su comparativa. En la figura 3 se evidencia un ejemplar de ficha realizada para el Humedal Juan Amarillo en el formato MPMI0202F02-01 (Anexo 2).

Figura 4.

Ficha técnica de seguimiento a PICCE en humedales en formato MPMI0202F02-01.



***Nota*.** Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2024). *Ficha técnica de seguimiento a PICCE en humedales en formato MPMI0202F02-01.* [Captura de pantalla].

4.2.2 Apoyo técnico al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV).

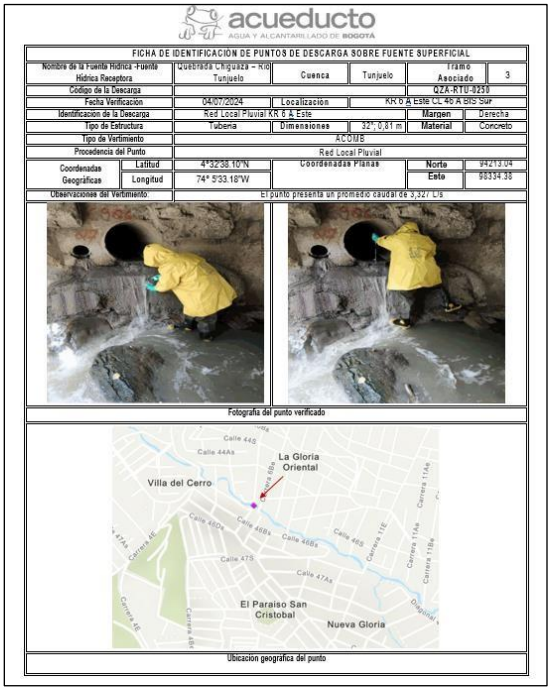
En esta fase se realizó el apoyo en las actividades requeridas en lo que respecta al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), la importancia de este programa y sus actividades radica en la protección del medio ambiente, el cumplimiento de la normativa y principalmente, garantizar el manejo adecuado de los vertimientos por parte de la empresa. Realizando así actividades como:

- **Desarrollo de fichas técnicas de seguimiento a vertimientos y cuerpos de agua**

En la figura 5, se puede observar un ejemplo de ficha de seguimiento a vertimientos para la Quebrada Chiguaza, subcuenca del río Tunjuelo. En este ejemplo de ficha técnica es posible observar todos los elementos que la componen, entre estos: los datos principales de reconocimiento del punto de vertimiento, las fotografías de la toma de la muestra entregada por el laboratorio acreditado de la empresa, y la localización geográfica del punto.

Figura 5.

Ficha técnica de seguimiento a vertimientos y cuerpos de agua.



***Nota*.** Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2024). *Ficha técnica de seguimiento a vertimientos y cuerpos de agua.* [Captura de pantalla].

- **Cálculo de carga contaminante de puntos de vertimiento**

Según el Decreto 2667 de 2014, artículo 3: “La carga contaminante diaria (CC) es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas por día”.

Para el cálculo de la carga contaminante en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 1.

Cálculo de carga contaminante.

$$CC = \frac{Q * C * 86400 * 360}{1000000} * f$$

Donde:

CC = Carga contaminante

Q = Caudal (L/s)

C = concentración del contaminante (mg/L)

Teniendo en cuenta que se emplean 360 días estandarizando como si cada mes tuviera 30 días exactos, así como el valor de 86400 y 1000000 como factores de conversión para obtener la carga contaminante en kilogramos por año. Finalmente, se encuentra el factor multiplicador que depende del parámetro (DBO, DQO o SST) y de la hora en la cual se realiza la toma de la muestra.

El cálculo de la carga contaminante se realiza empleando el Anexo 4 Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la Resolución 3428 del 2017, para los puntos de vertimiento que se encuentran comprometidos en cada cuerpo hídrico, y, por lo tanto, requiere caracterización, cálculo de su carga contaminante y proyección.

Es de resaltar que la carga contaminante afecta a la tasa retributiva por vertimientos, ya que la tasa retributiva se basa en la cantidad de contaminantes que se vierten al medio

ambiente, específicamente a cuerpos de agua. Las autoridades ambientales imponen esta tasa como una forma de incentivar a las empresas y entidades a reducir la contaminación y aplicar un tratamiento adecuado en los vertimientos previo a su descarga, de esta manera, si la empresa presenta una alta carga contaminante debe enfrentar un costo económico por los vertimientos, por lo que resulta clave la reducción de la carga contaminante para mejorar indicadores ambientales y económicos.

4.2.3 Otras actividades institucionales de acompañamiento.

Se realizaron actividades adicionales en campo, una de ellas fue la visita de inspección a la Planta de Tratamiento de Agua Potable El dorado. Ubicada al sur oriente de Bogotá y puesta en operación en abril de 2001, cuenta con una capacidad de almacenamiento de 10.4 mm cúbicos, El Dorado capta el agua cruda del sistema Tunjuelo, compuesto por los Embalses de Chisacá, alimentado por los ríos Mugroso y Chisacá y por el embalse de La Regadera, alimentado por los ríos Chisaca y Curubital. La planta tiene una capacidad máxima de tratamiento de 1.6 m3/seg., aunque actualmente trata 0.36 m3 por segundo. Con el fin de reducir el impacto ambiental en el recurso hídrico del sector, recientemente fue construida una planta de lodos para tratar este tipo de residuos resultantes del proceso de potabilización. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, s.f). En la figura 6 se visualiza uno de los sistemas presentes en la Planta de Tratamiento de Agua Potable El dorado.

Esta visita permitió reconocer el funcionamiento de la Plata de Tratamiento de Agua Potable el Dorado, identificando sus componentes, procesos operativos y procesos, de esta manera, el conocer el funcionamiento de una planta de tratamiento de agua potable es fundamental para asegurar el acceso a agua limpia y segura para la población, mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de recursos, y promover la sostenibilidad a largo plazo del recurso hídrico, siendo un conocimiento clave a nivel profesional para tomar decisiones informadas sobre la gestión del agua, tanto en contextos locales como a nivel global.

Figura 6.

Visita de inspección Planta de Tratamiento de Agua Potable El dorado.



***Nota*.** Autor. (2024). *Visita de inspección Planta de Tratamiento de Agua Potable El dorado.* [Fotografía].

Durante esta visita, también fue posible también observar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) que se encuentra presente en la PTAP El Dorado, como se visualiza en la figura 7. Esta planta tiene como objetivo tratar las aguas residuales domésticas producidas durante el funcionamiento de la PTAP, como por ejemplo procedentes de los baños y cocinas. Esta PTAR garantiza la sostenibilidad de la planta de tratamiento, puesto que recircula el agua tratada y la lleva de nuevo a cabeza de proceso, empleando incluso tecnología de rayos UV para su desinfección.

Si bien esta PTAR es de menor tamaño ya que solo busca tratar las aguas residuales domésticas producidas durante el funcionamiento de la PTAP, es un ejemplo de sostenibilidad y de una gestión adecuada de recurso hídrico, promoviendo la reutilización del agua y gestionando de manera sostenible los lodos generados. Por lo que conocer esta tecnología permite su implementación futura en múltiples espacios que la requieran.

Figura 7.

Planta de Tratamiento de Agua Residual presente en PTAP El Dorado.



Nota. Autor. (2024). *Visita de inspección Planta de Tratamiento de Agua Residual presente en PTAP El dorado.* [Fotografía].

Otra visita de acompañamiento institucional se evidencia en la figura 8, aquí se visualiza una visita de inspección realizada a un cuerpo hídrico de la ciudad, esta se completó en la Quebrada La Vieja, localizada en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, en la localidad de Chapinero. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, s.f).

El objetivo de esta visita de inspección era la investigación de una posible conexión de errada en la quebrada, ya que, si bien esta parte de la ciudad cuenta con un sistema de alcantarillado combinado, en época seca (la visita se realiza sin lluvia), se visualizaba una descarga a la quebrada. Se identifica entonces que la descarga al cuerpo hídrico pertenece a un agua residual doméstica. De esta manera, se informa a la zona encargada para su mantenimiento, siendo un proceso clave para garantizar la calidad del recurso hídrico en la ciudad.

Figura 8.

Visita de inspección Quebrada La Vieja.



***Nota*.** Autor. (2024). *Visita de inspección Quebrada La Vieja.* [Fotografía].

Finalmente, con el objetivo de consolidar el conocimiento teórico y práctico, se realizó una visita a la Planta de Tratamiento Vitelma, localizada en el barrio San Cristóbal. La planta de tratamiento de agua potable “Vitelma” es la infraestructura más valiosa que tiene la Empresa, esta fue declarada patrimonio histórico y artístico de la nación en 1988. Actualmente Vitelma tiene una capacidad máxima de tratamiento de 1.2 m3/2 de agua, con un sistema de tratamiento convencional.

Cuenta con un aireador de agua cruda, dos cámaras de mezcla rápida, tres grupos de floculadores-sedimentadores, 16 filtros de flujo ascendente y un tanque aireador de agua tratada de 38.000 metros cúbicos conectado a la Planta Wiesner. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, s.f). Algunos sistemas de la infraestructura visualizada en esta visita se pueden observar en la figura 9.

Figura 9.

Visita de inspección Planta de Tratamiento Vitelma.



Nota. Autor. (2024). *Visita de inspección Planta de Tratamiento Vitelma.* [Fotografía].

4.3 ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS OPERACIONES.

Según el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el artículo 2.2.3.3.4.17, se expone que: “Los suscriptores y/o usuarios deberán presentar al prestador del servicio, la caracterización de sus vertimientos, de acuerdo con la frecuencia que se determine en el Protocolo de monitoreo de vertimientos, el cual expedirá el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”.

Teniendo esto en cuenta, los usuarios comerciales, industriales, oficiales y especiales deben caracterizar anualmente sus vertimientos y estos deber ser reportados a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá como prestador del servicio. Los usuarios deben consultar los parámetros fisicoquímicos a monitorear que están definidos en la Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para el sector al que corresponde su actividad. Paso seguido, deben aplicar la información contenida en el Artículo 16 de la misma norma para los parámetros ya identificados. Si no aparece el sector

en la norma referida, debe consultar con la autoridad ambiental los parámetros que le corresponde monitorear. (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 2025).

La caracterización debe ser realizada por un laboratorio acreditado por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), cuando se obtengan estos resultados los usuarios empleando credenciales deben reportar esta información obtenida en laboratorio en el aplicativo de la empresa (www.acueducto.com.co), para que esta sea comparada con la normativa y revisada.

Teniendo esto en cuenta, mediante esta actividad se realizó el análisis a la caracterización de los vertimientos reportados por el sector comercial, industrial, oficial y especial, tanto Bogotá como Soacha, empleando el formato estandarizado 0075. Se consiguió la comparación de los parámetros obtenidos en el informe de resultados de laboratorio de cada usuario reportados en el aplicativo de la entidad, con la normativa vigente (Resolución 0631 de 2015), en dependencia de la actividad económica reportada por el usuario con el fin de establecer el artículo adecuado en la normativa que define los límites permisibles.

Además, en los casos en los cuales se reporta incumplimiento de parámetros debido a que exceden el límite permisible según la norma, se realizó el oficio de reporte a la autoridad ambiental según la localización del usuario, es decir, la Secretaría Distrital de Ambiente para Bogotá, y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca para Soacha, informando a la autoridad sobre el incumplimiento para la determinación de medidas. En total se analizaron aproximadamente 296 caracterizaciones de Bogotá y 11 de Soacha. Es de aclarar, que los datos de las empresas y usuarios son confidenciales, por lo tanto, se garantiza que es información a la cual se accede exclusivamente por la empresa y/o la autoridad ambiental.

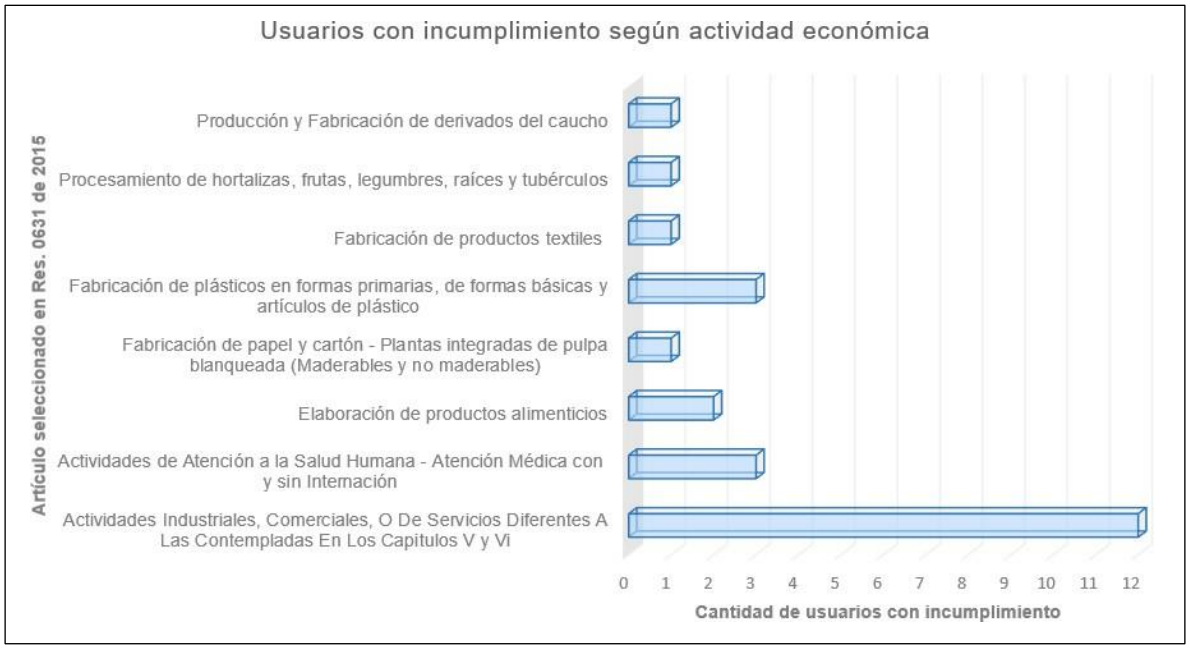
Usuarios con incumplimiento en las caracterizaciones.

Para aquellos usuarios que presentan incumplimiento en Bogotá, las actividades económicas en relación con la resolución 0631 de 2015 más repetidas son: Actividades Industriales, Comerciales O De Servicios Diferentes A Las Contempladas En Los Capítulos V Y Vi (artículo 15), Actividades de Atención a la Salud Humana - Atención Médica con y sin Internación (artículo 14), Elaboración de Productos Alimenticios (artículo 12),

Fabricación de plásticos en formas primarias, de formas básicas y artículos de plástico (artículo 13), Producción y Fabricación de derivados del caucho (artículo 13), Fabricación de papel y cartón - Plantas integradas de pulpa blanqueada (Maderables y no maderables) (artículo 13), Fabricación de productos Textiles (artículo 13), y Procesamiento de hortalizas, frutas, legumbres, raíces y tubérculos (artículo 9).

Gráfica 1.

Cantidad de usuarios con incumplimiento según la actividad económica seleccionada según la resolución 0631 de 2015.



Nota: Autor. (2025). *Cantidad de usuarios con incumplimiento según la actividad económica seleccionada según la resolución 0631 de 2015.* [Gráfico].

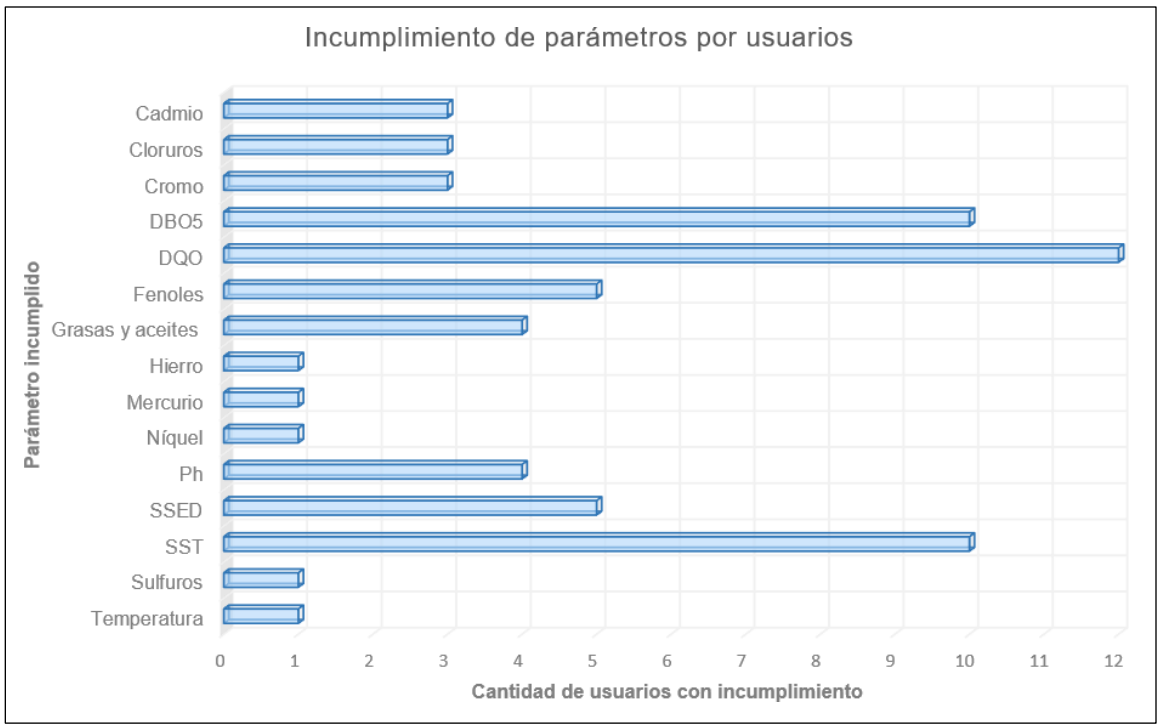
Por lo que, de acuerdo con la gráfica 1, es posible determinar que la actividad económica con mayor cantidad de usuarios reportando incumplimiento es el artículo 15: Actividades Industriales, Comerciales O De Servicios Diferentes A Las Contempladas En Los Capítulos V Y Vi. Por otro lado, para Soacha solo se presenta un usuario con incumplimiento, el cual se clasifica en la actividad Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos (artículo 13).

También, se realiza el procesamiento de datos respecto a los parámetros que presentan incumplimiento en Bogotá, obteniendo que estos son: Cadmio, Cloruros, Cromo, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Fenoles, Grasas y aceites, Hierro, Mercurio, Níquel, Ph, Sólidos sedimentables, Sólidos suspendidos totales, Sulfuros y temperatura.

En la gráfica 2, es posible visualizar que el parámetro con mayor cantidad de incumplimientos reportados es la Demanda Química de Oxígeno (DQO), seguido por la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Gráfica 2.

Cantidad de incumplimiento por cada parámetro.



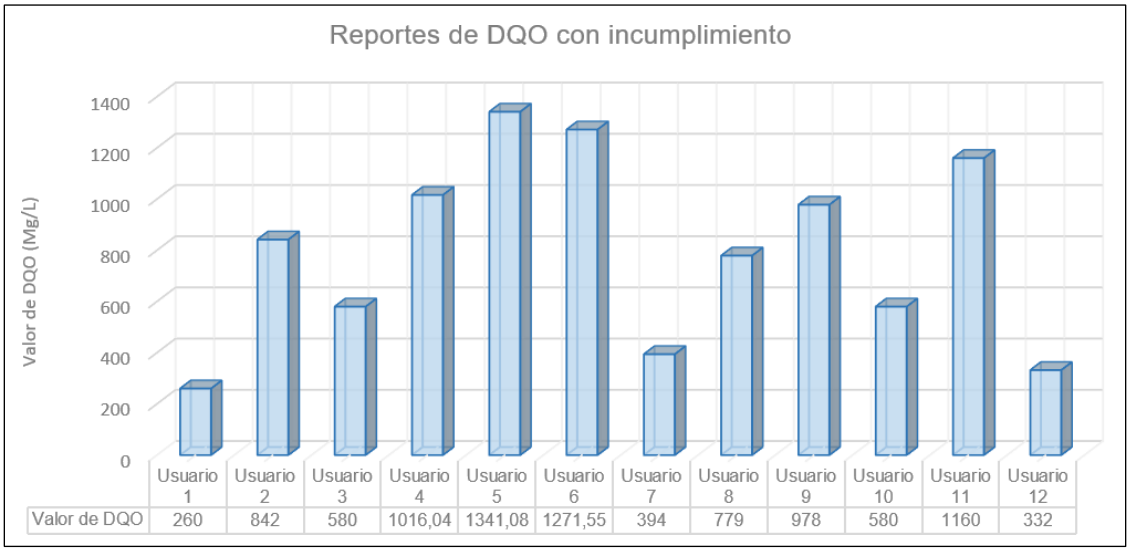
Nota: Autor. (2025). *Cantidad de incumplimiento por cada parámetro.* [Gráfico].

Teniendo en cuenta estos datos y la importancia de estos parámetros, se realiza un análisis para los parámetros con mayor cantidad de incumplimiento (DQO, DBO y SST), que a su vez son los parámetros con mayor influencia en el ecosistema.

A continuación, en la gráfica 3, se observan los valores reportados con incumplimiento de los 12 usuarios para el parámetro de DQO. Donde se evidencia que para la Demanda Química de Oxígeno (DQO) el mayor valor reportado fue de 1341,08 mg/L O2.

Gráfica 3.

Valores de DQO para usuarios con incumplimiento en Bogotá.



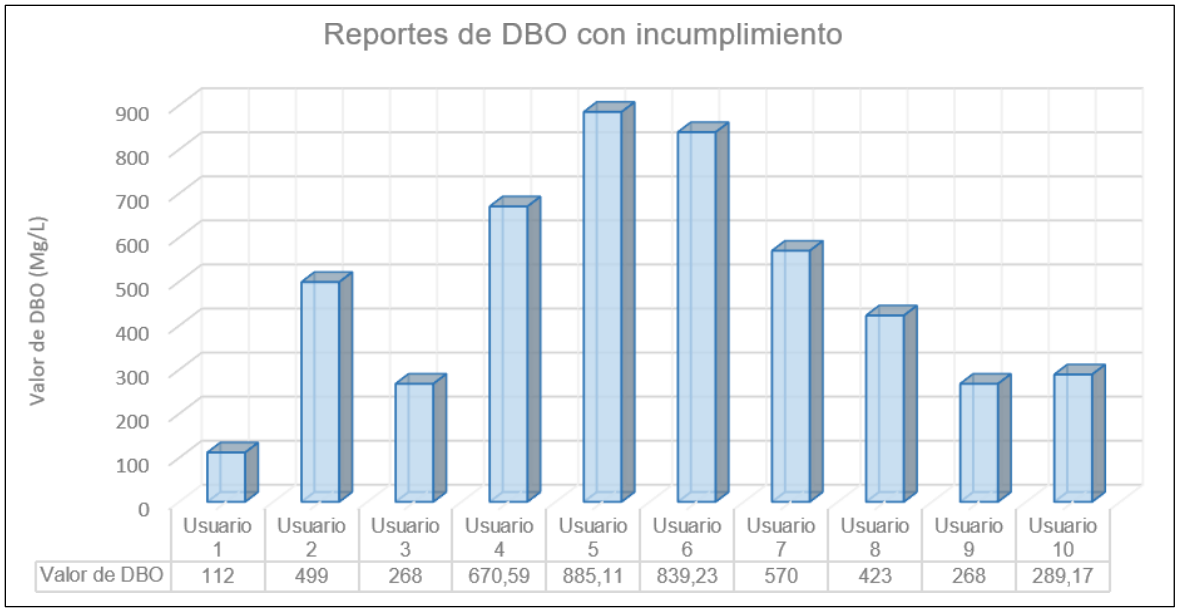
Nota: Autor. (2025). *Valores de DQO para usuarios con incumplimiento en Bogotá.* [Gráfico].

Para estos usuarios con el fin de disminuir la carga de DQO en sus aguas residuales, es recomendable implementar un tratamiento de tipo biológico. Este tipo de tratamiento utiliza microorganismos para degradar la materia orgánica presente en las aguas residuales, reduciendo así la Demanda Química de Oxígeno. Existen diferentes tipos de tratamiento biológico, entre los que destacan los procesos aerobios y anaerobios. Los procesos aerobios requieren de oxígeno para el metabolismo de los microorganismos que degradan la materia orgánica. Por otro lado, los procesos anaerobios se llevan a cabo en ausencia de oxígeno. Ambos procesos son capaces de reducir de manera significativa la DQO en las aguas residuales. (Instituto del Agua, s,f).

A continuación, en la gráfica 4, se observan los valores reportados con incumplimiento de los 10 usuarios para el parámetro de DBO. Donde se evidencia que para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) el mayor valor reportado fue de 885,11 mg/L O2.

Gráfica 4.

Valores de DBO para usuarios con incumplimiento en Bogotá.



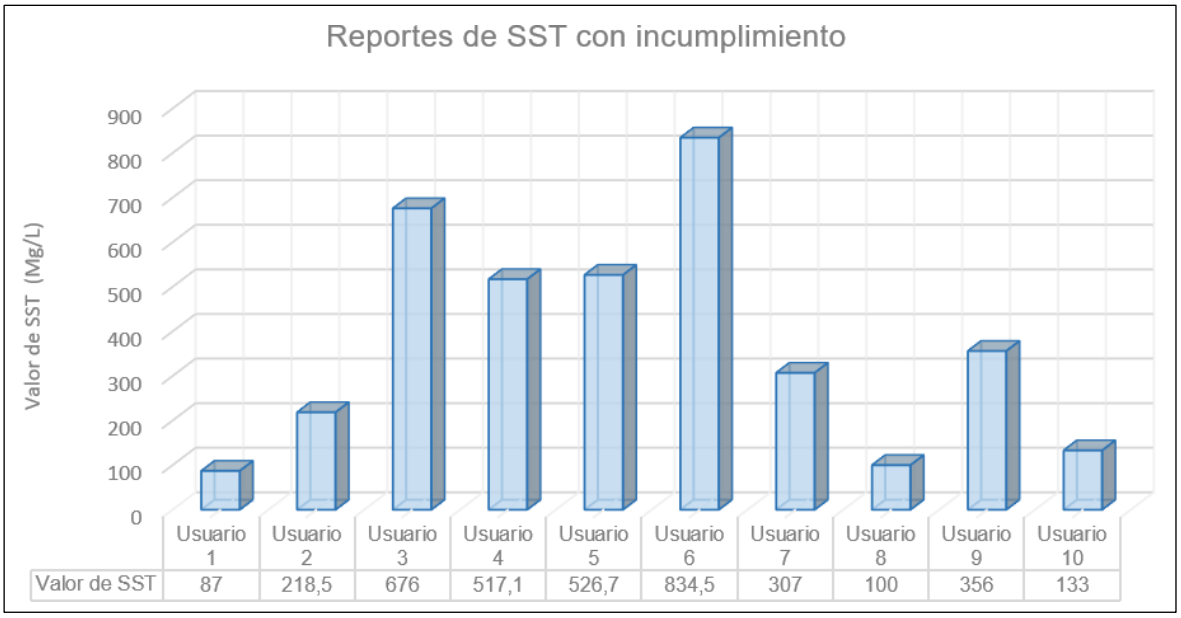
Nota: Autor. (2025). *Valores de DBO para usuarios con incumplimiento en Bogotá.* [Gráfico].

Para los usuarios con altos índices de DBO se utilizan múltiples métodos para reducir la carga, que se pueden clasificar en físicos, químicos y biológicos. El método físico incluye técnicas como la sedimentación y la filtración para eliminar partículas sólidas, implica el uso de coagulantes, floculantes y oxidantes para eliminar contaminantes. Por otro lado, el método biológico utiliza microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en el agua residual. Entre los procesos biológicos más comunes se encuentran el lodo activado, el lecho de contacto y la laguna de estabilización. (Instituto del Agua, 2011).

Por último, en la gráfica 5, se observan los valores reportados con incumplimiento de los 10 usuarios para el parámetro de SST. Donde se evidencia que para los Sólidos Suspendidos Totales (SST) el mayor valor reportado fue de 834,5 mg/L.

Gráfica 5.

Valores de SST para usuarios con incumplimiento en Bogotá.



Nota: Autor. (2025). *Valores de SST para usuarios con incumplimiento en Bogotá.* [Gráfico].

Con la finalidad de reducir la carga de Sólidos Suspendidos Totales (SST) es posible implementar un proceso de sedimentación primaria. En esta fase, los sólidos suspendidos más pesados se asientan en el fondo del tanque de sedimentación, formando lodos que pueden retirarse. Posteriormente, el agua ingresa a la etapa de tratamiento secundario, donde se utilizan microorganismos para degradar los sólidos orgánicos suspendidos restantes. Este proceso produce fangos biológicos que también deben eliminarse. Finalmente, el agua pasa a través de un proceso de filtración para atrapar cualquier material sólido restante. (Instituto del agua, 2017).

Para finalizar, en los incumplimientos reportados en Soacha se presentan en parámetros de DBO5, DQO y Fenoles, reportando valores de 1182,6 mg/L O2, 3728,2 mg/L O2 y 0,924 mg/L, respectivamente.

5 CONCLUSIONES

- A través de la pasantía fue posible contribuir al análisis comparativo para la caracterización de vertimientos del sector comercial, industrial, oficial y especial, siendo este proceso de suma importancia para la protección del medio ambiente, la salud pública y el cumplimiento de la normativa ambiental del país; permitiendo la identificación de los tipos de contaminantes presentes en el agua residual, su concentración y su potencial impacto en el recurso hídrico. Mediante este proceso se determinó que es necesario fortalecer el conocimiento de los usuarios respecto a la normativa vigente de vertimientos (Resolución 0631 de 2015) para que reconozcan la selección adecuada de la actividad económica junto al artículo en la norma, definir cuándo es apropiado caracterizar (según tipo de usuario, ARD o ARnD, entre otros) e identificar por parte de los usuarios los elementos a cumplir en las caracterizaciones (uso del aplicativo, laboratorios acreditados, consulta con la autoridad ambiental, etc.).

- Mediante el análisis estadístico de la caracterización de vertimientos reportada, se determina que: los parámetros que presentan mayor cantidad de incumplimientos es la Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Biológica de Oxigeno (DBO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). Adicionalmente, se determina que la actividad económica seleccionada con mayor número de usuarios con incumplimiento es el artículo 15 (Actividades Industriales, Comerciales, O De Servicios Diferentes A Las Contempladas En Los Capítulos V y Vi), que si bien es el artículo con mayor cantidad de parámetros y restricciones, resulta siendo el artículo más seleccionado por desconocimiento de la norma al momento de elegir la actividad económica.

- Apoyar operativamente las visitas técnicas para la identificación de conexiones erradas permitió contribuir en las acciones requeridas para el manejo adecuado de las redes de saneamiento y la protección del recurso hídrico. Entendiendo que, las conexiones erradas pueden generar graves problemas de contaminación a los

cuerpos de agua, y que su identificación y corrección previene estas problemáticas. A través de este proceso, fue posible la realización de capacitaciones a los usuarios, siendo claves para educar a la comunidad y a los usuarios sobre la importancia de realizar las conexiones correctamente, sensibilizando sobre el impacto de las conexiones erradas y fomentando una mayor responsabilidad en el manejo de las aguas residuales.

- Respecto a las visitas técnicas fue posible determinar que es necesario fortalecer el conocimiento por parte de los usuarios de la normativa vigente (Resolución 0631 de 2015), así como consolidar el conocimiento por parte de los usuarios y la ciudadanía acerca del funcionamiento del sistema de alcantarillado en la ciudad, con el fin de identificar la gestión adecuada de las aguas residuales. Finalmente, es requerido realizar un seguimiento a la implementación de las recomendaciones y medidas provistas a los usuarios en las visitas para la gestión integral de vertimientos como sistemas de tratamiento, capacitación al personal, renovación de infraestructura, entre otras.

- Es posible concluir, mediante el apoyo y acompañamiento de los programas PICCE y BUSA, que, si bien garantizan la calidad del recurso hídrico a nivel de vertimientos, las descargas prevalecen, por lo que es necesario un compromiso de las comunidades y continuar las campañas por parte de la empresa, con el fin de eliminar las conexiones erradas que reaparecen por parte de los usuarios que gestionan inadecuadamente sus vertimientos tanto de aguas residuales domésticas como no domésticas.

- Finalmente, a lo largo de la pasantía, fue posible contribuir a las actividades desarrolladas entorno al Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), siendo esta una herramienta fundamental para la gestión adecuada de las aguas residuales, permitiendo la protección del recurso hídrico, el cumplimiento de la normativa y estableciendo medidas que puedan garantizar la sostenibilidad y la responsabilidad en el manejo de vertimientos. Adicionalmente, como estudiante de ingeniería sanitaria, estas actividades permitieron consolidar el conocimiento teórico

y práctico respecto a sistemas de alcantarillado (pluvial y sanitario), normativa vigente, manejo de aguas residuales (domésticas y no domésticas), y vertimientos, lo que en al ámbito profesional permite reconocer los procesos para la implementación y gestión tanto de infraestructuras como de sistemas que promuevan la protección ambiental, la salud pública y el bienestar de las comunidades.

6 RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que a partir del análisis estadístico de la caracterización de vertimientos reportada, se determinaron los parámetros que presentan mayor cantidad de incumplimientos (Demanda Química de Oxígeno, Demanda Biológica de Oxigeno y Sólidos Suspendidos Totales), se recomienda que tanto la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, como la autoridad ambiental, brinden capacitación a las empresas sobre el tipo de métodos de tratamiento del agua residual pueden emplear previo a la descarga al sistema de alcantarillado enfocados en aquellos parámetros que exceden el límite permisible o presentan alta carga, con el fin de mejorar la calidad de los vertimientos.

  Para aguas residuales con alto contenido de DQO se proponen tratamientos biológicos que permitan degradar la materia orgánica; para aquellos vertimientos altos en DBO se recomiendan tratamientos físicos para eliminar partículas sólidas, acompañados de tratamientos biológicos para descomponer materia orgánica; finalmente, para aguas residuales con alto contenido de SST se recomienda un proceso de sedimentación primaria.

- El monitoreo en tiempo real permite obtener datos actualizados sobre los cambios de la información e implementar decisiones eficientes. Por lo que, un método propuesto para el monitoreo de vertimientos en tiempo real es el uso de

teledetección con drones, este sistema permite el acceso a áreas de difícil alcance o peligrosas, permite obtener imágenes y videos de alta resolución desde diferentes ángulos y alturas, además es un método eficiente en la recolección de datos, ya que pueden cubrir grandes extensiones de terreno en poco tiempo, acelerando el proceso de monitoreo y reduciendo los costos asociados con la mano de obra y los recursos requeridos en los métodos tradicionales. (APD Drones, s.f.)

La Corporación Autónoma Regional (CAR) en el año 2024, inició un programa de monitoreo ambiental especializado con drones de alta precisión en la cuenca alta del río Bogotá, puso en funcionamiento 3 drones de ala fija, conocidos como UAV, con los cuales se viene realizando el registro y captura de información relevante sobre el estado de las fuentes hídricas presentes en este segmento del río, así como de otros recursos. La eficiencia de estos equipos de última generación permite vuelos de mil hectáreas por día, hasta lograr una meta anual de 100 mil hectáreas. (Corporación Autónoma Regional, 2024). Teniendo en cuenta este tipo de ejercicios se plantea el uso de estos sistemas en el seguimiento y monitoreo de vertimientos para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá con el fin de obtener datos en tiempo real, eficientes y con alta calidad de imagen.

- Finalmente, si bien la EAAB realiza múltiples campañas con el fin de concientizar a la comunidad sobre la gestión adecuada de vertimientos como las campañas “El sumidero no es botadero” y “Cada uno por su lado, como el agua y el aceite”, es recomendable realizar campañas adicionales y actividades con la comunidad ya que con las visitas se visualiza el desconocimiento por parte de los usuarios de la normativa, el funcionamiento del sistema de alcantarillado y la gestión de vertimientos y residuos sólidos. Por lo que, sensibilizar a la población resulta clave para evitar la aparición de conexiones erradas, la gestión adecuada de residuos sólidos (evitando el taponamiento de sumideros y la colmatación de redes domiciliarias) y el cumplimiento de la normativa vigente por parte de los usuarios, lo cual mejora la calidad del recurso hídrico respecto a vertimientos y disminuye los costos operativos por parte de la empresa.

7 REFERENCIAS

APD Drones. s.f. *Monitoreo con drones.* [En línea]. Disponible en: https://idc.apddrones.com/drones/monitoreo-con-drones/

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (CAR). (2024). *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.* [En línea]. Disponible en: https://www.car.gov.co/vercontenido/1169

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (s. f). *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV.* [En línea]. Disponible en: https://www.cra.gov.co/atencion-servicios-ciudadania/glosario/plan-saneamiento-manejo-vertimientos-psmv

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (EAAB-ESP). (2024). *Información general de la empresa.* [En línea]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/la-empresa/informacion-general

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. (2019). *Cartilla de Buen Uso del Sistema de Alcantarillado.* [En línea]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/buen-uso-del-sistema-de-alcantarillado

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (EAAB-ESP). (2024). *Plan de identificación y corrección de conexiones erradas.* [En línea]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/plan_de_identificacion_y_correccion_de_conexiones_erradas

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. (2018). *Informe de gestión 2018 Gerencia Corporativa Ambiental.* [En línea]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/2018ag/PSMV.pdf

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB-ESP. (2024). *INFORME DE SEGUIMIENTO O INFORME DE LEY OCIG.* [En línea]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/wcm/connect/EAB2/eff2bdd6-91f3-4c31-8b5f-58912eeacff0/Informe+de+Seguimiento+25.PSMV+1.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE.Z18_K862HG82NOTF70QEKDBLFL3000-eff2bdd6-91f3-4c31-8b5f-58912eeacff0-p6ZtAg6

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (s,f). *Plantas de tratamiento: Agua potable para el sur de la ciudad.* [En línea]. Disponible en:

https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/acueducto-y-alcantarillado/la-infraestructuraAcueducto/sistemas-abastecimiento/plantas-de-tratamiento/

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (s,f). *Quebrada La Vieja.* [En línea]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/senderos/quebrada_la_vieja/

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (s, f). *Gestión Integral de Vertimientos*. [En línea]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/gestores-ambientales/gestion-ambiental/gestion-integral-de-vertimientos/!ut/p/z0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8zizQKdDQwtDIz8DEyMnA0CgwOcgvxDnT3MDA30C7IdFQEW0Cxz/

Fundación Aquae. (2021). *Características del agua potable y cómo se obtiene.* [En línea]. Disponible en: https://www.fundacionaquae.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/

Instituto del Agua. (s,f). *DQO en Aguas Residuales: Una Guía Completa para Entender su Importancia.* [En línea]. Disponible en: https://institutodelagua.es/aguas-residuales/que-es-dqo-en-aguas-residualesaguas-residuales/

Instituto del Agua. (2011). *DBO en Aguas Residuales: Guía Completa para Entender y Reducir su Impacto Ambiental.* [En línea]. Disponible en: https://institutodelagua.es/aguas-residuales/dbo-en-aguas-residualesaguas-residuales/

Instituto del Agua. (2017). *Sólidos Suspendidos Totales en Aguas Residuales: Guía Completa en PDF para su Análisis y Tratamiento.* [En línea]. Disponible en: https://institutodelagua.es/aguas-residuales/solidos-suspendidos-totales-en-aguas-residuales-pdfaguas-residuales/

Instituto del Agua. (s,f). *Como Bajar la DQO en Aguas Residuales: Guía Definitiva para Mejorar el Tratamiento de Aguas.* [En línea]. Disponible en: https://institutodelagua.es/aguas-residuales/como-bajar-la-dqo-en-aguas-residualesaguas-residuales/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s. f). *Tasa Retributiva por Vertimientos Puntuales.* [En línea]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/negocios-verdes/tasa-retributiva-por-vertimientos-puntuales/

Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Saneamiento básico, agua segura, disposición de excretas y manejo de la basura.* [En línea]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56014/OPSARG220001_spa.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente. (2021). *Plan Quinquenal 2021-2025.* [En línea]. Disponible en: https://www.ambientebogota.gov.co/es/plan-quinquenal-2021-2025

8 ANEXOS

Formato MPMI0204F05 para acta de Visita Técnica - **Anexo 1**

Formato MPMI0202F02-01 para informe de Visita Técnica seguimiento PSMV en humedales - **Anexo 2**