

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Informe Técnico No. 06154, 30 de diciembre del 2024

**CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA
GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO**

Programa intervención sistemática factores de impacto



Río Fucha. RCHB-T Estación FU-Delirio

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE CONTROL AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y DEL SUELO

CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO

Programa intervención sistemática factores de impacto

ELABORÓ:

SINDY HUERTAS BEJARANO
Profesional Técnico de Apoyo

ANGIE NATALIA VELÉZ ALBARRACÍN
Profesional Técnico de Apoyo

ANA LUCÍA ZORRO GÓMEZ
Profesional Técnico de Apoyo

APOYÓ:

Grupo Aguas Subterráneas

REVISÓ Y ELABORÓ

DAVID FELIPE PÉREZ SERNA
Grupo Recurso Hídrico Superficial

APROBÓ

FABIÁN MAURICIO CAICEDO CARRASCAL
Subdirector del Recurso Hídrico y del Suelo

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA	10
2. PRIORIZACIÓN DE PUNTOS DE VERTIMIENTO EN LAS PRINCIPALES FUENTES HÍDRICAS PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ARTICULACIÓN DE ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN	16
3. FACTORES DE IMPACTO SOBRE EL RECURSO HÍDRICO	18
4. ESTADO AMBIENTAL DE LOS ACUÍFEROS CON INFLUENCIA EN EL PERÍMETRO URBANO DEL DISTRITO CAPITAL	24
5. ARTICULACIÓN SENTENCIA RÍO BOGOTÁ Y POMCA CUENCA RÍO BOGOTÁ	26
6. ARTICULACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO CON LOS PROCESOS DE CONTROL, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO A USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO Y DEL SUELO	28
6.1 MATERIALES Y METODOS	29
6.1.1 MONITOREO PMAE 2024	29
6.1.2 METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN COMPONENTES, SP, SVD Y VD-OTROS.	30
6.1.3 METODOLOGÍA PRIORIZACIÓN RMAS	32
6.2 PRIORIZACIÓN DE USUARIOS	35
6.2.1 GRUPO CONTROL AL ALCANTARILLADO - SECTORES PRODUCTIVOS	35
6.2.2 GRUPO HIDROCARBUROS - USUARIOS SVD	36
6.2.3 GRUPO AUTORIZACIONES - USUARIOS DE TASA RETRIBUTIVA (VD-OTROS)	37
6.2.3 GRUPO AGUAS SUBTERRÁNEAS - USUARIOS RMAS	37

**7. EVALUACIÓN, DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO DEL RECURSO
HÍDRICO DEL DISTRITO CAPITAL Y SUS FACTORES DE IMPACTO** **39**

CONCLUSIONES **55**

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Al	Aluminio (mg/L)
Ag	Plata (mg/L)
As	Arsénico (mg/L)
ARD	Agua Residual Doméstica
ARnD	Agua Residual no Doméstica
B	Boro (mg/L)
Ba	Bario (mg/L)
C ₆ H ₆ O	Fenoles (mg/L)
Cd	Cadmio (mg/L)
Cl ⁻	Cloruros (mg/L)
CN ⁻	Cianuro Total (mg/L)
Co	Cobalto(mg/L)
Col.Fec	Coliformes Fecales
Cr	Cromo (mg/L)
Cu	Cobre (mg/L)
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno medida a los cinco días (mg/L O ₂)
DQO	Demanda Química de Oxígeno (mg/L O ₂)
EAAB-ESP	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - Empresa de Servicios Públicos
F ⁻	Fluoruros (mg/L)
Fe	Hierro (mg/L)
GYA	Grasas y Aceites (mg/L)
Hg	Mercurio (mg/L)
HTP	Hidrocarburos Totales (mg/L)
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
ICA	Índice de Calidad del Agua
Li	Litio (mg/L)
L/s	Litros por segundo
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mn	Manganeso (mg/L)
Mo	Molibdeno (mg/L)
Ni	Niquel (mg/L)
NTotal	Nitrógeno Total
OC	Objetivos de Calidad
OD	Oxígeno Disuelto

Pb	Plomo (mg/L)
pH	pH (Unidades)
PSMV	Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
RCHB	Red de Calidad Hídrica de Bogotá
RCHB-T	Red de Calidad Hídrica de Bogotá Tradicional
RCHB-A	Red de Calidad Hídrica de Bogotá Ampliada
S ²⁻	Sulfuros (mg/L)
SAAM	Sustancias activas al azul de metileno (mg/L)
Sb	Antimonio (mg/L)
Se	Selenio (mg/L)
Sn	Estaño (mg/L)
SO ₄ ²⁻	Sulfatos (mg/L)
SSED	Sólidos sedimentables (ml/L-h)
SST	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)
Temp	Temperatura (°C)
V	Vanadio (mg/L)
WQI	Water Quality Index (Índice de Calidad del Agua)
WQI -SP	Índice de Calidad del Agua Sectores Productivos
Zn	Zinc (mg/L)
NT - NTotal	Nitrógeno Total (NT Kjeldahl + NO ₃ + NO ₂)
PEDH	Parque Ecológico Distrital de Humedal
RDH	Reserva Distrital De Humedal
PM	Punto de Monitoreo
PMAE	Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes
RMAS	Red Monitoreo de Agua Subterránea
SDVVI	Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI de la Resolución 631 de 2015 (Autolavados)
SDVVI*	Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI de la Resolución 631 de 2015 *
SEAG	Elaboración de Aceites y Grasas de Origen Animal y Vegetal
SEBNA	Elaboración de Bebidas no Alcohólicas, Aguas Minerales y otras Aguas Embotelladas
SEM	Extracción de minerales de otras minas y canteras
SEPA	Elaboración de Productos Alimenticios
SEPL	Elaboración de Productos Lácteos
SEPPA	Elaboración de Alimentos preparados para animales
SFA	Fabricación de autopartes
SFAP	Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles

SFAPP	Fabricación de plásticos en formas primarias, de formas básicas y artículos de plástico
SFJDC	Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos
SFPF	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
SFPQ	Fabricación de sustancias y productos químicos
SFPT	Fabricación de productos Textiles
SFSF	Fabricación de sabores y fragancias
SGA	Ganadería de Aves de Corral - Beneficio
SGB	Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio
SPHF	Procesamiento de hortalizas, frutas, legumbres, raíces y tubérculos
STRM	Tratamiento y revestimiento de metales
SVD	Venta y distribución (Downstream)

INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico superficial de la ciudad de Bogotá está constituido por quebradas, canales, ríos urbanos y humedales, sin embargo, el crecimiento y desarrollo del Distrito Capital ha afectado su calidad por las descargas de aguas residuales recibidas durante muchos años.

La Secretaría Distrital de Ambiente tiene la visión de mejorar progresivamente la calidad de los cuerpos de agua de la ciudad, considerando los cuatro principales ríos y sus afluentes (quebradas y canales), y conservar la alta calidad de estos en sus tramos altos, con el propósito de ofrecer a la comunidad ríos urbanos que puedan ofertar más y mejores bienes y servicios ecosistémicos, además de mantener un programa coherente de recuperación de los cuerpos de agua superficial de la ciudad, para lo cual, resulta fundamental para la ciudad y la región avanzar en la planificación, la generación de conocimiento, la gestión de la información, la gobernabilidad y la apropiación del recurso hídrico como eje estructural de la sociedad, para que exista una mejora significativa en las condiciones de calidad de los ríos urbanos.

Es así como, la implementación y desarrollo del monitoreo del agua en los componentes: Red de Calidad Hídrica de Bogotá (RCHB), Programa Monitoreo Afluente y Efluentes (PMAE) y Red Monitoreo de Agua Subterránea (RMAS), permite obtener la información primaria, a partir de la medición de las variables que intervienen en los procesos asociados con el recurso hídrico y, por tanto, es fundamental para el desarrollo del análisis y la definición de acciones orientadas a la gestión integral del mismo.

Teniendo en cuenta que la Secretaría Distrital de Ambiente no tiene un laboratorio ambiental (en la matriz agua) se realizan las actividades de toma de muestras y análisis de laboratorio, por medio de un tercero, por lo tanto, la implementación del programa de monitoreo comprende el seguimiento técnico a los contratos suscritos, por medio de la verificación en campo a cada uno de los monitoreos y la información generada por esta actividad.

La generación de conocimiento como estrategia para la planificación y toma de decisiones tendientes al mejoramiento del recurso hídrico, se desarrolla a partir del procesamiento y análisis de la información generada en la actividad de monitoreo y la derivada de los procesos de control, evaluación y seguimiento ambiental.

En el periodo 2024, se ejecutó el monitoreo al recurso hídrico en los componentes RCHB, PMAE y RMAS; la información recolectada y verificada permitió evaluar la dinámica y la variabilidad de los factores de impacto del recurso hídrico que conlleva a una comprensión integral de los sistemas asociados con el recurso (acuíferos, humedales, fuentes superficiales), desde un punto de vista hidrodinámico

(disponibilidad y cantidad del recurso) y de calidad de agua (determinantes fisicoquímicos y microbiológicos).

En este orden de ideas, como resultado de las evaluaciones realizadas y acogidas en informes técnicos, la Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo, estableció lineamientos consolidados en el presente informe y que están enfocados en: (i) Evolución de la calidad del agua superficial por medio de la determinación de indicadores, (ii) Priorización de puntos de vertimiento para el desarrollo de acciones de control, seguimiento monitoreo y su articulación con escenarios de intervención, (iii) Evaluación de los factores de impacto sobre el recurso hídrico, definición y priorización de sectores productivos, (iv) Evaluación de la hidrodinámica y de la calidad del agua de los acuíferos, (v) Programa de monitoreo para desarrollar en el periodo 2025-2027 y su articulación con los procesos de control y seguimiento ambiental.

Las acciones planteadas se definen, entre otras, con el objetivo de fortalecer los procesos de control, evaluación y seguimiento ambiental a los factores que generan impacto sobre el recurso hídrico, y serán la base para la construcción del Programa de control y planificación ambiental sobre el recurso hídrico del Distrito Capital para el año 2025, el cual es un documento de planeación para la gestión integral del recurso hídrico. Así las cosas, se deben establecer las tareas de evaluación, control y seguimiento en cuanto a vertimientos a la red de alcantarillado, a cuerpos de agua superficial o al suelo, así como al aprovechamiento de aguas superficiales y/o subterráneas y seguimiento al PSMV, concentrándose en lo que representa mayor amenaza al recurso. Así mismo la continua evaluación del programa de monitoreo que deriva en la modificación de la periodicidad, frecuencia, cantidad, variables a monitorear, entre otras acciones desarrolladas, representa una optimización del proceso y por tanto un avance significativo en la construcción de la herramienta que permite planificar y orientar acciones en el marco de la gestión integral del recurso hídrico.

La integración de los lineamientos técnicos presentados en este documento contempla el control y la gestión ambiental como un ejercicio dinámico, que considera la reactividad e incertidumbre de las variables asociadas con los procesos de monitoreo, evaluación, control y seguimiento de manera que sea posible consolidar un programa para la intervención sistemática a los factores que generan impacto sobre el recurso hídrico.

1. ESTADO DE LA CALIDAD DEL AGUA

La SDA opera la RCHB-T (ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca), la cual es una herramienta que monitorea la calidad del agua en treinta (30) puntos ubicados en los ríos principales a lo largo de su recorrido desde la parte alta hasta sus desembocaduras en el río Bogotá, caracterizando su calidad por medio de determinantes físicos, químicos y microbiológicos. De la información recolectada y procesada de la actividad de monitoreo en el segundo semestre del año 2023 y el primer semestre del 2024, obtenida en el marco del contrato de prestación de servicios No. SDA – 20211379 de 2021 con la Unión Temporal UT PSL-ANQ, se calculó el Índice de Calidad del Agua – WQI (por sus iniciales en inglés Water Quality Index), como índice de seguimiento para el agua superficial en el perímetro urbano y que evalúa el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos mediante la Resolución 5731 de 2008. El cálculo y análisis del WQI del periodo 2023-2024 fue acogido mediante el Informe Técnico No. 05911 del 19/12/2024 (2024IE269034).

Las principales conclusiones se presentan a continuación:

- La calidad del río Torca durante el periodo 2023-2024 se distribuye en dos categorías: [Buena] y [Aceptable]. En el primer tramo, se obtuvo el índice más alto, alcanzando un valor de 94, que se sitúa en el límite superior de la categoría [Buena]. Esta clasificación se ha mantenido constante desde el período 2019-2020. Es importante destacar que la calidad estuvo muy cerca de alcanzar la categoría máxima del WQI, sin embargo, un determinante (PTotal) presentó datos que excedían el Objetivo de Calidad, registrando un incumplimiento del 18 %. El tramo dos presentó un deterioro notable de la calidad hídrica, evidenciado en una disminución de 17 unidades en el WQI respecto al periodo 2022-2023, descendiendo de la categoría [Buena] a [Aceptable]. Este deterioro se manifiesta en el incremento significativo de determinantes que incumplen los Objetivos de Calidad (F1=60%, seis variables) y en la frecuencia de excedencia (F2=12.63%, 47 registros). La distribución espacial de estos incumplimientos revela un comportamiento heterogéneo, donde la estación TO-CL161, ubicada al inicio del tramo, concentra la mayor afectación con 5 determinantes y 24 datos que exceden los OC, representando el 51% del total de incumplimientos. En contraste, las estaciones TO-Ssimon y TO-Jardpaz, localizadas en la parte baja del tramo, muestran una mejora relativa con solo 1 y 2 determinantes que incumplen y 23 datos combinados que superan el valor objetivo, siendo los Col.Fec el determinante más crítico. Esta variación espacial de la calidad se explica por la interacción entre los procesos de autodepuración natural y las presiones antropogénicas sobre el sistema hídrico. El tránsito del río por la Reserva Distrital de Humedal Torca-Guaymaral favorece los procesos de degradación y reducción en las concentraciones de los determinantes de calidad. Sin embargo, la efectividad de estos procesos naturales se ve afectada por las conexiones erradas en el sistema de alcantarillado que aportan aguas residuales

domésticas en forma directa al río o indirecta por medio de tributarios como los canales San Cristóbal, Serrezuela y El Redil, sumado a los vertimientos de usuarios en la zona baja de este tramo.

- Para el río Tunjuelo, la calidad del agua en el tramo inicial ha experimentado una disminución, cambiando de categoría [Buena] a [Aceptable] en comparación con el periodo anterior. Esta situación se atribuye principalmente a la cantidad de datos que incumplieron, equivalente al 22% de los datos totales del tramo, y a la amplitud de excesos respecto a los valores de referencia ($F3=13.13\%$), más que a la cantidad de determinantes que incumplieron, manteniendo las mismas variables del periodo 2022-2023 (OD, DBO_5 y SST), donde el parámetro Oxígeno Disuelto es el más crítico con el 50% de los datos que incumplieron.
- El segundo tramo del río Tunjuelo, aunque mantuvo su categoría [Aceptable], registró un descenso de 6 unidades en su índice, alcanzando el límite inferior de esta categoría (65 unidades). La estación TU-DJuana emerge como punto crítico, concentrando 5 de los 6 determinantes que incumplieron (OD, pH, DBO_5 , DQO, Col.Fec y NTot) y el 83% de los datos que no cumplieron el valor objetivo, situación asociada principalmente al vertimiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviados del Relleno Sanitario Doña Juana.
- El tramo tres del río Tunjuelo experimentó la disminución más significativa, pasando de una categoría [Aceptable] a [Marginal], con una reducción de 18 unidades en su índice (de 65 a 47). Este deterioro se refleja en el incremento de todos los factores del WQI con respecto al periodo anterior: los determinantes que incumplen aumentaron de 6 a 9 ($F1:90\%$), la frecuencia de excedencias se elevó de 5.47% a 13.42%, y las desviaciones respecto a los valores objetivo se incrementaron de 1.66% a 8.49%. Las estaciones TU-MakroS y TU-SBenito concentran el 60% de los incumplimientos, situación atribuible principalmente a las descargas de redes sanitarias y pluviales con conexiones erradas que vierten a través de las quebradas Limas y Chiguaza, y al efecto de la disminución de la precipitación en el periodo objeto de análisis, que tuvo un impacto en el caudal base y por tanto en la capacidad de asimilación natural del sistema hídrico de la cuenca del Tunjuelo.
- El tramo final del río Tunjuelo mantiene su clasificación [Marginal], pero experimenta un descenso significativo de 13 unidades en su índice (de 59 a 46 unidades). Esta situación refleja un incumplimiento generalizado en las estaciones TU-Tv86, TU-PteInde y TU-IslaPon. De los diez determinantes evaluados, solo el pH mantuvo el cumplimiento de los valores objetivo, siendo GyA, SAAM y Col.Fec los más críticos aportando el 69 % de los datos que incumplieron. La estación TU-Tv86 es el punto más crítico, registrando incumplimiento en 8 determinantes (OD, DBO_5 , DQO, GyA, SAAM, PTot, Col.Fec y NTot). Este deterioro de la calidad se relaciona con la presencia de múltiples vertimientos de redes sanitarias y pluviales (con conexiones erradas), concentrados principalmente entre las estaciones TU-Makros y TU-PteInde. Si bien el sector final, comprendido entre TU-PteInde y TU-IslaPon, recibe una menor cantidad de vertimientos, las descargas de las

estaciones elevadoras Grancolombiano, Cartagenita y la Isla mantienen una presión significativa sobre la calidad del agua.

- En lo que respecta al río Salitre, la calidad de sus dos tramos iniciales (SA-T1 y SA-T2) mantiene su clasificación [Buena], categoría que ha permanecido estable desde el periodo 2020-2021. Sin embargo, el tramo inicial experimentó un descenso significativo de 13 unidades respecto al periodo anterior (93 unidades), atribuible al incremento en los determinantes que incumplen, pasando de 1 (OD) a 3 (OD, Col.Fec y pH), siendo OD y Col.Fec los más críticos; en contraste, el segundo tramo mostró una mejora, incrementando aproximadamente 6 unidades en el valor del indicador (de 88 a 94) respecto al periodo 2022-2023. Esta optimización se refleja en la reducción del factor F1 de 20% a 10%, al disminuir los determinantes que incumplen de dos (GyA y Col.Fec) a uno (Col.Fec).
- Los tramos finales (SA-T3 y SA-T4) del río Salitre mantienen su categorización [Marginal], tendencia que se observa desde el periodo 2021-2022. Aunque no se registraron variaciones significativas en los valores del índice respecto al periodo anterior (2022-2023), la persistencia de esta baja calidad hídrica se vincula directamente con los vertimientos provenientes del sistema de alcantarillado combinado que descargan en el tramo tres y en tributarios importantes como el Canal Virrey-río Negro, cuya influencia domina las condiciones de calidad hasta la desembocadura del río.
- El río Fucha presentó variaciones diferenciadas en sus tramos. El tramo inicial mantuvo su categoría [Buena] con una disminución mínima de una unidad en el índice, aunque mostró incrementos en los factores F2 (de 12.04% a 16.24%) y F3 (de 3.38% a 7.17%), siendo el OD el parámetro más crítico con el 58% de los incumplimientos.
- El segundo tramo del río Fucha, aunque conservó su categoría [Marginal], registró un descenso de 6 unidades, con un deterioro concentrado en la estación FU-Ferroca, que aportó el 89% de los datos que excedieron los objetivos de calidad (57 registros). Esta afectación se atribuye principalmente a los aportes de las estructuras de alivio asociadas con el sistema de alcantarillado combinado que descargan en los canales Río Seco y Albina.
- Los tramos bajos de la cuenca del río Fucha (FU-T3 y FU-T4) mantuvieron sus categorías [Aceptable] y [Marginal] respectivamente en relación con el periodo anterior, aunque experimentaron un descenso significativo en la magnitud de sus índices WQI. En el tramo tres, el deterioro se concentra principalmente en la estación final FU-Boyaca, que registró los 6 determinantes que incumplieron los valores objetivo en este tramo (F1=60%) y acumuló el 57% de los datos que excedieron las concentraciones de referencia. Esta afectación se atribuye a la carga contaminante proveniente de la red Troncal Pluvial AC 13 (RFU-T3-0360), ubicada entre las estaciones FU-América y FU-Boyaca, que recibe conexiones erradas del sector industrial localizado en los barrios Salazar Gómez, Lusitania, Granjas de Techo y Montevideo.

- El tramo final evidencia un deterioro más generalizado, reflejado en el comportamiento de sus tres estaciones de monitoreo (FU-VisionC, FU-ZFranca y FU-Alameda). Este tramo registró el factor F2 más alto del río (30.87%), indicando que aproximadamente un tercio del total de datos no cumple con los valores objetivo, distribuidos en 8 determinantes. Las variables más críticas fueron GyA, SAAM y Col.Fec, que concentraron el 75% de los datos que incumplieron en este tramo (109 registros). Esta degradación de la calidad hídrica se relaciona directamente con las descargas de los interceptores del sistema de alcantarillado sanitario, que aportan elevadas cargas contaminantes en el tramo.
- El periodo 2023-2024 estuvo marcado por la influencia del fenómeno El Niño, que evolucionó de una intensidad débil en junio 2023 hasta categorizarse como fuerte entre noviembre 2023 y marzo 2024. Este fenómeno provocó una reducción significativa en las precipitaciones de la ciudad, evidenciada en las estaciones meteorológicas de los tramos iniciales: la estación Paraíso (río Salitre) registró la mayor reducción con 1010.6 mm, seguida por las estaciones del Colegio Agustín Fernández (Torca) con 747.3 mm y Vitelma (Fucha) con 503.1 mm, mientras que Pasquilla (Tunjuelo) presentó la menor diferencia con 211 mm. Esta disminución en la precipitación se reflejó en los caudales de los tramos iniciales, donde las estaciones TU-Regader, FU-Delirio y TO-BosqueP experimentaron reducciones entre 26.4% y 46.2% en la mediana de los caudales, mientras que SA-ParqNal registró una reducción menor del 15.5%. La reducción en los volúmenes de agua afectó directamente la capacidad de dilución de los sistemas hídricos, resultando en mayores concentraciones de contaminantes. Esta situación, sumada a las presiones permanentes de descargas de aguas residuales y conexiones erradas, contribuyó al descenso de la calidad del agua, especialmente en los tramos medios y bajos de los sistemas hídricos de la ciudad.

Si bien durante los últimos años ha habido un avance positivo en la calidad del agua de los ríos de la ciudad, resulta fundamental para la ciudad y la región avanzar en la planificación, la generación de conocimiento, la gestión de la información, la gobernabilidad y la apropiación del recurso hídrico como eje estructural de la sociedad, para que exista una mejora significativa en las condiciones de calidad de los ríos urbanos. Por tal razón, se debe propender en el desarrollo de una herramienta que permita la evaluación de la calidad del agua de manera prospectiva y con una perspectiva regional y nacional.

Así las cosas, y considerando que los resultados del índice de calidad del agua (ICA) son particularmente representativos para la toma de decisiones en el nivel nacional, se constituye como un importante referente, para avanzar en el escalamiento en el orden regional, además de ser el insumo técnico para el diagnóstico de la Política Nacional de la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) y para los Estudios Nacionales del Agua (ENA) desarrollados desde el 2010, resulta fundamental la inclusión del ICA como indicador para el seguimiento, la evaluación y la categorización de la calidad del agua en la ciudad de Bogotá, con el cual se determine en los próximos años el porcentaje de los puntos de monitoreo de la

RCHB con un Índice de Calidad del Agua (ICA) en una categoría específica. Igualmente, es preciso indicar que con el objeto de realizar seguimiento a la sentencia del río Bogotá y armonizar la información de manera regional, se definió el ICA como indicador en el Sistema de Información de la cuenca Río Bogotá (SÍRíoBogotá), en el Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del río Bogotá (ORARBO) y para el seguimiento al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá (POMCA).

En este sentido, el ICA en corrientes superficiales corresponde a una expresión numérica agregada y simplificada surgida de la sumatoria aritmética equiponderada de los valores que se obtienen al medir la concentración de cinco, seis y siete variables fisicoquímicas básicas en las estaciones de monitoreo que hacen parte de la Red Básica de Monitoreo de Calidad de Agua y que evalúan la calidad del agua en las corrientes superficiales. (IDEAM, 2013). El ICA es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco, seis o siete variables, registradas en una estación de monitoreo durante un tiempo determinado.

Los valores calculados del indicador se comparan con los establecidos en tablas de interpretación permitiéndose clasificar la calidad del agua de forma descriptiva en una de cinco categorías (buena, aceptable, regular, mala o muy mala) que a su vez se asocian a un determinado color (azul, verde, amarillo, naranja y rojo, respectivamente), tal como lo muestra la siguiente tabla. La comparación temporal de la calidad del agua calificada mediante las cinco categorías y colores simplifica la interpretación, la identificación de tendencias (deterioro, estabilidad o recuperación) y la toma de decisiones por cuenta de las diferentes autoridades. Los valores del indicador pueden ser diagramados en mapas, asociándolos al punto que identifica la ubicación de las estaciones de monitoreo. (IDEAM, 2011).

Tabla 1. Rangos de valores para la clasificación del Índice de Calidad del Agua - ICA

VALORES QUE PUEDE TOMAR EL INDICADOR	CALIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA	SEÑAL DE ALERTA
0.00 – 0.25	Muy Mala	Rojo
0.26 – 0.50	Mala	Naranja
0.51 – 0.70	Regular	Amarillo
0.71 – 0.90	Aceptable	Verde
0.91 – 1.00	Buena	Azul

En este orden de ideas, la SRHS mediante Informe Técnico No. 05920 del 19/12/2024 (2024IE269454) realizó el análisis y determinación del ICA en los cuerpos de agua monitoreados en el marco del PMAE. A continuación, se presentan las principales conclusiones:

En lo que respecta a la cuenca del río Torca, la calidad de la quebrada Cañiza o La Floresta y el Canal El Redil obtuvieron una calidad "**Aceptable**"; en cuanto a la Quebrada Aguas Calientes, La Salitrosa y Tibabita, la categoría fue "**Regular**".

La evaluación de los valores promedio del ICA en la red tributaria del río Salitre revela un panorama de calidad hídrica caracterizado por una distribución heterogénea de las condiciones. El análisis muestra que el 39% de los tributarios evaluados se clasifica en la categoría "Regular", con predominio de canales de drenaje pluvial y tres quebradas naturales dentro de esta clasificación. La categoría "Mala" representa el 22% de los tributarios monitoreados, condición que se presenta exclusivamente en algunos canales que drenan hacia los sistemas de humedales y el canal Bonanza, evidenciando el impacto significativo sobre estos cuerpos de agua. En contraste favorable, el 39% restante de los tributarios mantiene condiciones superiores, distribuidos equitativamente entre categorías "Aceptable" (22%) y "Buena" (17%). Este último grupo está dominado por quebradas naturales de los tramos III y IV, con la notable inclusión del canal Bolivia y el canal La Perseverancia en la categoría "Aceptable", siendo estos los únicos sistemas artificiales que alcanzan condiciones superiores.

Se evaluaron catorce (14) cuerpos de agua de la cuenca Fucha, de los cuales, tres (3) de ellos tributan directamente al canal Cundinamarca. El 14.29 % se ubicó en la categoría "Aceptable", el 28.57 % en "Regular" y el 57.14 % en "Mala".

El análisis de los tributarios del río Tunjuelo evidencia una distribución desequilibrada de la calidad hídrica, con un total de 37 afluentes distribuidos en sus tramos. El tramo III concentra la mayor cantidad de cuerpos de agua, con 27 tributarios, de los cuales 14 se clasifican en categoría "Mala", 7 en "Regular", 5 en "Aceptable" y uno en "Muy Mala". El tramo I aporta 8 afluentes, con 1 en categoría "Mala", 5 en "Regular" y 2 en "Aceptable", mientras que el tramo II y IV cuentan con únicamente un tributario, clasificados en "Regular" y "Mala" respectivamente. Esta distribución refleja una marcada heterogeneidad espacial, con una significativa concentración de afluentes de baja calidad en el tramo III, lo que sugiere una intensa presión antrópica, sin embargo, en este mismo tramo se presenta un gran número de afluentes en la mejor categoría, dado que se localizan en zonas de transición entre el perímetro urbano y los Cerros Orientales, donde prevalecen coberturas agrícolas y boscosas con mínima intervención antrópica.

2. PRIORIZACIÓN DE PUNTOS DE VERTIMIENTO EN LAS PRINCIPALES FUENTES HÍDRICAS PARA EL CONTROL, MONITOREO Y ARTICULACIÓN DE ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN

La SDA ha venido desarrollando la identificación y actualización de puntos de vertimiento al recurso hídrico, lo cual es un insumo en el marco de la aplicación del instrumento económico de tasa retributiva. Así mismo, se ha estimado la carga contaminante vertida a los cuerpos de agua que sirve como fuente de información para la determinación de los puntos de vertimiento que generan una mayor afectación al agua. Así las cosas, por medio del informe técnico No. 05910 del 19/12/2024 (2024IE269020) se realizó un análisis de las cargas contaminantes vertidas en los años 2020, 2021, 2022 y 2023 de manera articulada con la implementación del instrumento de tasa retributiva, con el fin de determinar su dinámica en el tiempo y la priorización de puntos de vertimiento directos en los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca, considerando tres elementos de calidad y cantidad del agua, como lo son: el factor de asimilación o dilución (es decir, la relación del caudal del vertimiento frente al caudal del río), la carga de Demanda Bioquímica de Oxígeno y la carga de Sólidos Suspendidos Totales. A continuación, se presentan las conclusiones de los análisis.

- Se consolidó la información de carga contaminante asociada con los puntos de vertimiento de manera articulada con la implementación de tasa retributiva para el periodo 2020 a marzo de 2024 en los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca, y algunas corrientes secundarias de la RCHB-A (Canal río Negro y Molinos, quebrada Yomasa, Trompeta, Chigüaza y Limas) determinando el promedio de carga en cada punto permitiendo establecer el grado de afectación al recurso hídrico superficial de la ciudad.
- Con base en el caudal de los ríos y la variación que genera el flujo asociado con los puntos de vertimiento, a medida que las fuentes hídricas avanzan por la ciudad hasta el río Bogotá, se pudo estimar el factor de dilución que permitió evidenciar el nivel del impacto de una descarga sobre el río en términos de cantidad.
- Teniendo en cuenta la metodología utilizada y el análisis de priorización desarrollado para cada uno de los tramos de los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca, y algunas corrientes secundarias, fue posible jerarquizar los puntos de vertimiento que presentan una mayor afectación en la calidad de las fuentes hídricas principales de la ciudad de Bogotá.
- Con el análisis se puede establecer que los puntos de vertimiento y las corrientes secundarias priorizadas son coherentes, consecuentes y guardan relación directa con el PSMV de la EAAB-ESP revisado y actualizado mediante Resolución No. 3428 de 2017, y modificado por la Resolución No. 05479 de 2021 en cada uno de los tramos de los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca. Lo anterior, confirma que el escenario de intervención planteado en el horizonte del PSMV permitirá el

Página 16 de 62

saneamiento de los ríos urbanos y el mejoramiento de la calidad del agua del recurso hídrico superficial.

- En lo posible los puntos priorizados producto del análisis desarrollado en el presente documento, deben ser monitoreados en el marco del PMAE, para la consolidación de información de calidad y cantidad y la aplicación de los diferentes instrumentos ambientales para la gestión integral del recurso hídrico. En el río Torca los puntos identificados con los códigos RTO-T1-0780, RTO-T1-0790, RTO-T1-0130 y RTO-T1-0120. Para el río Salitre las descargas RSA-T3-0040, RSA-T3-0080, RSA-T4-0580, RSA-T4-0400, RSA-T3-0070 y RSA-T4-0300; de igual manera los vertimientos asociados al canal Molinos, canal Córdoba y río Negro. En el río Fucha los vertimientos RFU-T4-0020, RFU-T4-0050, RFU-T4-0030, RFU-T4-0260, RFU-T4-0130 y RFU-T4-0051; asimismo, las descargas asociadas con las subcuencas del canal Río Seco, Albina y San Francisco. Por último, para el río Tunjuelo los puntos RTU-T4-0250, RTU-T4-1050, RTU-T4-1180, RTU-T4-0580, RTU-T4-1051 y RTU-T4-1040; de igual manera se sugiere el monitoreo de la Estación Elevadora Bosatama.
- La evaluación de las cargas vertidas sobre las corrientes secundarias asociadas a los ríos Salitre (canal río Negro, Molinos) y Tunjuelo (quebrada Yomasa, Trompeta, Chigüaza y Limas) y su articulación con las estaciones de monitoreo de la RCHB-A permitieron establecer la priorización de los puntos de vertimiento de manera consecuente con la implementación de tasa retributiva, los primeros cinco puntos corresponden a: Canal Río Negro: CEV-CRN-0170, CEV-CRN-0210, CEV-CRN-0200, CEV-CRN-0150, CEV-CRN-0180; Canal Molinos: CMO-HCO-0157, CMO-HCO-0420, CMO-HCO-0155, CMO-HCO-0551, CMO-HCO-0210; Quebrada Yomasa: QYO-RTU-0290, QYO-RTU-0510, QYO-RTU-0300, QYO-RTU-0095, QYO-RTU-0530; Quebrada Trompeta: QTR-RTU-0060, QTR-RTU-0190, QTR-RTU-0087, QTR-RTU-0120, QTR-RTU-0110; Quebrada Chigüaza: QZA-RTU-0300, QZA-RTU-0420, QZA-RTU-0580, QZA-RTU-0810, QZA-RTU-0421; Quebrada Limas: QLI-RTU-0080, QLI-RTU-0021, QLI-RTU-0085, QLI-RTU-0043, QLI-RTU-0090.
- Resulta imperativo avanzar en el esquema de saneamiento de la ciudad de Bogotá, establecido en el PSMV, cuyo desarrollo traerá consigo el mejoramiento de la calidad de los ríos del Distrito Capital, de forma consecuente y articulada con las medidas adoptadas, a fin de garantizar un manejo integral para la reducción de la contaminación en la cuenca hidrográfica de los ríos de la ciudad y del río Bogotá.

3. FACTORES DE IMPACTO SOBRE EL RECURSO HÍDRICO

El desarrollo de un informe consolidado con los resultados de la información de Factores de Impacto sobre el recurso hídrico implica la captura y consolidación de los datos de calidad, cantidad y presión que ocasionan los usuarios sobre el mismo. Se compone en la práctica no sólo del ejercicio de monitoreo en campo y la realización de análisis de laboratorio para la generación de información primaria sino también de la consolidación de información secundaria reportada por los usuarios del recurso hídrico y el suelo, a diferentes actores institucionales involucrados.

De acuerdo a lo anterior, se consolidó la información de calidad y cantidad, obtenida en el marco de la ejecución del Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes en el Distrito Capital, durante el periodo 2021 al 2024 que incluyó el monitoreo de usuarios de 21 subsectores productivos pertenecientes a los sectores de actividades de elaboración de productos alimenticios y bebidas, actividades de fabricación y manufactura de bienes, actividades de hidrocarburos, actividades de minería, actividades productivas de agroindustria y ganadería y actividades diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI establecidos en la Resolución 631 de 2015.

Así las cosas, en el informe técnico No. 05919 del 19/12/2024 se muestran los resultados obtenidos durante la ejecución del Contrato de Prestación de Servicios No. SDA-20211379, celebrado entre la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA y la Unión Temporal PSL-ANQ, y un análisis del cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de vertimientos a la red de alcantarillado público (Resolución 631 de 2015 y Resolución 3957 de 2009). Este análisis se realizó con los resultados obtenidos de los monitoreos desarrollados en 1512 establecimientos (desde el año 2021 al 2024) distribuidas en 21 subsectores productivos, de acuerdo con la clasificación establecida por la Resolución 0631 de 2015.

De igual forma, se presentan los resultados de la actualización del cálculo de carga contaminante típica por sector, producto del análisis y la consolidación de datos de las Fases de Monitoreo 2021, 2022, 2023 y 2024 del PMAE, así como la determinación de datos atípicos.

Por otro lado, se estimó el porcentaje de participación de los sectores productivos en las áreas aferentes industriales de 11 puntos de vertimiento directos al recurso hídrico determinados en el desarrollo del Censo de vertimientos – Orden 4.59., Sentencia del Río Bogotá (*“Ordénese a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, al Distrito Capital en coordinación con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE y las Cámaras de Comercio, dentro del término perentorio e improrrogable de tres (3) años contados a partir de la ejecutoria de la sentencia, actualicen el censo de las empresas y personas que realicen actividades industriales con la información de procesos productivos, caracterización de vertimientos y sistemas de tratamiento en la fuente en la cuenca hidrográfica del Río Bogotá*

Igualmente ordena que estos resultados deben ser comunicados al Consejo Estratégico de la Cuenca Hidrográfica - CECH – y posteriormente a la Gerencia de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá – GCH - dentro del mes siguiente a su conclusión”) y complementados con los análisis de la información recolectada por la subdirección con el fin de trabajar sólo las áreas aferentes significativas.

Finalmente, se establece la priorización de los sectores productivos con respecto a las áreas aferentes objeto de análisis, para lo cual se determinó un factor (FC) el cual está definido por tres condiciones; tomando los sectores a priorizar aquellos en donde el FC sea igual o superior al percentil 60.

Los análisis y sus resultados fueron consignados en el Informe Técnico No. 05919 del 19/12/2024 (2024IE269453). A continuación, se presenta lo más relevante del ejercicio:

- Con base en los resultados de WQI-SP, se evidenció que para el periodo 2021 al 2024 ningún subsector cuenta con una categoría [excelente] y que la mejor categoría reportada en los análisis la presentó el subsector de Fabricación de autopartes (SFA) que corresponde a [buena]. Para el caso específico del periodo 2024 este subsector se categorizó en un índice de calidad [excelente], siendo el único de los subsectores evaluados que presenta dicha categoría.
- Para el periodo 2024 los subsectores Elaboración de Bebidas no Alcohólicas, Aguas Minerales y otras Aguas Embotelladas (SEBNA), Fabricación de sustancias y productos químicos (SFPQ), Fabricación de sabores y fragancias (SFSF) y Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI* (SDVVI*) cambian su clasificación WQI-SP de [marginal] a [buena], el subsector Elaboración de Aceites y Grasas de Origen Animal y Vegetal (SEAG) de [marginal] a [aceptable], el subsector Extracción de minerales de otras minas y canteras (SEM) de [pobre] a [aceptable], mientras que los subsectores Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos (SFJDC), Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (SDVVI (Autolavados)) y Fabricación de productos Textiles (SFPT) varían de [pobre] a [marginal], lo cual indica que para este periodo mejoró la calidad de los vertimientos generados por estas actividades productivas.
- Por otro lado, para el periodo 2021 al 2024 coincidiendo con el periodo 2024 los subsectores Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio (SGB); Ganadería de Aves de Corral - Beneficio (SGA); y Procesamiento de hortalizas, frutas, legumbres, raíces y tubérculos (SPHF); pertenecientes al sector actividades productivas de agroindustria y ganadería, además de los subsectores Elaboración de Productos Alimenticios (SEPA); Tratamiento y revestimiento de metales (STRM); Elaboración de Productos Lácteos (SEPL) y Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP), se encuentran en la categoría WQI-SP [pobre], considerando que no cumplen con los objetivos la mayoría de las veces y por lo general la calidad está apartada de las condiciones deseables. Esta situación de igual manera se ve reflejada en los bajos porcentajes de

Página 19 de 62

cumplimiento normativo de los Objetivos de Calidad, ubicándose en la categoría [regular], con porcentajes de cumplimiento entre 42.04 y 75.29 %, a excepción de los subsectores Elaboración de Productos Alimenticios (SEPA) y Tratamiento y revestimiento de metales (STRM), que presentan un porcentaje de cumplimiento normativo mayor al 80 %, correspondiente a la categoría [buena].

- En cuanto al análisis de cumplimiento normativo de objetivos de calidad, tomado a partir de los valores límites máximos permisibles para los vertimientos puntuales a los sistemas de alcantarillado público definidos en la Resolución 631 de 2015 y Resolución 3957 de 2009, se determinó el porcentaje de cumplimiento para cada determinante en cada uno de los subsectores objeto de estudio y el porcentaje de cumplimiento de objetivos de calidad general en cada subsector. De esta evaluación, se estableció que 14 subsectores de los 21 analizados, correspondiente a un 67 % se clasifican en una categoría [buena], sin embargo, ninguno logró ubicarse en el rango de la categoría [excelente], lo cual coincide con el cálculo del WQI-SP para el periodo 2021 al 2024.
- Para los determinantes de análisis definidos como generales, los mayores porcentajes de cumplimiento se presentaron en los determinantes Temp, SSED y pH y los menores en los determinantes GyA, DBO₅, DQO y SST con valores en la mediana de los datos entre un 44.7 % y 61.9 % de cumplimiento.
- En cuanto a los metales objeto de análisis para cada subsector y teniendo en cuenta los procesos que originan sus aguas residuales, se observó que en el subsector Tratamiento y revestimiento de metales (STRM), el metal más crítico en términos de porcentaje de cumplimiento corresponde a Cu (47.6 %), para el subsector de Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP) el Cr (62.5 %) y para el subsector Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (SDVVI (autolavados)) el Fe, siendo este último el que reportó el porcentaje más crítico de cumplimiento, correspondiente a 6 %.
- Para los determinantes denominados iones, se puede evidenciar que el mayor porcentaje de cumplimiento corresponde a los determinantes SO₄²⁻, CN⁻ y F⁻, mientras que los determinantes Cl⁻, C₆H₆O y S²⁻, se consideran los determinantes más críticos, en mayor medida para los subsectores Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP), Fabricación de plásticos en formas primarias, de formas básicas y artículos de plástico (SFAPP), Fabricación de sabores y fragancias (SFSF), Ganadería de Aves de Corral - Beneficio (SGA) y Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio (SGB).
- Para los determinantes HTP y SAAM, analizados en 11 y 20 subsectores, respectivamente, se tiene que la mediana de sus porcentajes de cumplimiento es de 93.8 %, (HTP) y 87.4 % (SAAM), sin embargo, estos determinantes presentan menores porcentajes de cumplimiento en el subsector Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (SDVVI (Autolavados)) con valores de 75 % (HTP) y 57 % (SAAM), lo cual puede estar relacionado intrínsecamente con la actividad productiva (lavado de automóviles y motos).

- En todos los subsectores objeto de estudio, se encontró que al menos un usuario excede los límites máximos permisibles de los vertimientos puntuales a la red de alcantarillado público de acuerdo con los valores establecidos en la Resolución No. 631 de 2015 y la Resolución No. 3957 de 2009 (aplicable por principio de rigor subsidiario). Este resultado permite inferir que un porcentaje considerable de industrias ubicadas en la ciudad no cuenta con sistemas de tratamiento adecuados para dar cumplimiento a lo requerido por la normatividad ambiental vigente. Es importante resaltar que para efectos del siguiente informe los usuarios del subsector Extracción de minerales de otras minas y canteras (SEM) se analizaron como generadores de vertimiento al alcantarillado público, no obstante, sus descargas son realizadas sobre fuentes hídricas del distrito.
- Las cargas típicas para la mayoría de los sectores productivos y subsectores tienen una menor variabilidad y por tanto una mayor confianza si se consideran las caracterizaciones más recientes. Durante el periodo evaluado las cargas típicas del subsector Elaboración de Aceites y Grasas de Origen Animal y Vegetal (SEAG) son significativamente superiores respecto a los demás subsectores evaluados, esto a pesar de realizarse únicamente 16 monitoreos en la vigencia evaluada. El subsector Fabricación de productos Textiles (SFPT) es uno de los más críticos no solo en la magnitud de sus las cargas típicas de los determinantes DBO₅, DQO y SST sino en la cantidad de usuarios, con un total de 153 muestras.
- Se evidenció que dos subsectores productivos tienen participación en todas las áreas aferentes, los cuales son Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (SDVVI (autolavados)) y Venta y distribución (SVD), siendo las actividades de mayor ocurrencia en el Distrito Capital, con un total de 332 y 121 usuarios respectivamente, se destaca que en ambos casos la mayor cantidad de usuarios monitoreados se presentó en el área aferente de la PTAR El Salitre.
- Otro subsector que presenta una cantidad de usuarios relevante corresponde a Elaboración de Productos Alimenticios (SEPA) en el área aferente asociada con el punto de descarga de la PTAR El Salitre, seguido de Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP) que descarga en el interceptor Tunjuelo medio.
- Los subsectores Fabricación de productos Textiles (SFPT), Ganadería de Aves de Corral - Beneficio (SGA) y Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio (SGB) se encuentran distribuidos en gran parte del Distrito Capital con encontrándose la mayoría de estos en el área aferente del Interceptor Boyacá (SFPT-45 y SGA-29) y en el Interceptor del Sur (SGB-28).
- Las áreas aferentes que presentan menor diversidad de sectores productivos son las relacionadas con la Estación Elevadora Gibraltar (6), el Interceptor Kennedy (9), el interceptor Estación de Bombeo río Negro (7), el interceptor Ismael Perdomo (8) y los puntos del tramo 4 del río Tunjuelo (5).
- El Interceptor Boyacá presenta las cargas más altas para DBO₅, DQO y SST, respecto a las áreas aferentes evaluadas, lo cual puede asociarse a la cantidad de industrias encontradas en el área, de

las que se destacan Elaboración de Productos Alimenticios (SEPA), Fabricación de productos Textiles (SFPT) y Ganadería de Aves de Corral - Beneficio (SGA) que aportan más del 70% de la carga de ARnD del punto de vertimiento.

- Del análisis espacial, se determinó que las áreas aferentes con mayor porcentaje de participación de ARnD y por tanto las que deben ser priorizadas son las asociadas con el Interceptor Boyacá y puntos del tramo 4 del río Tunjuelo. Estos dos puntos recogen especialmente los sectores de mayor industria en el Distrito correspondientes a la zona sur (localidades Bosa y Kennedy) y centro de la ciudad (localidades de Puente Aranda, Teusaquillo, Fontibón, Los Mártires y Santafé) que a su vez albergan una alta diversidad de actividades industriales, comerciales y de servicios.
- La determinación de una carga típica y el análisis espacial desarrollado a partir de los resultados de los programas de monitoreo permitió establecer la representatividad en términos de carga contaminante de aquellos sectores productivos cuyas descargas afectan el recurso hídrico superficial de la ciudad de Bogotá, por medio de la integración con las áreas aferentes de los puntos de vertimiento directos a las fuentes superficiales, logrando así establecer el impacto que ejercen los usuarios sobre el recurso.
- Los análisis presentados a lo largo del informe ponen en evidencia la alta variabilidad de las actividades industriales que se desarrollan en el Distrito, sin embargo, fue posible realizar una aproximación de las concentraciones típicas de los determinantes de la calidad (DBO₅, DQO y SST) y sus respectivas cargas asociadas con sus vertimientos, además de la definición de un índice análogo al utilizado para los ríos de la ciudad, denominado WQI-SP, que permite determinar de una forma aproximada el avance anual en la calidad del recurso hídrico en función de la calidad de los vertimientos de los usuarios monitoreados y con esto establecer las variaciones de las concentraciones por subsector, definir áreas objeto de control, planificar y ejecutar acciones de forma priorizada para la optimización de los procesos de evaluación, control y seguimiento ambiental que ejecuta la SRHS; propendiendo por la mitigación de los factores que impactan el recurso hídrico y al mejoramiento de la calidad del agua superficial de la ciudad.
- Las actividades productivas priorizadas conforme a los resultados obtenidos son: Procesamiento de hortalizas, frutas, legumbres, raíces y tubérculos (SPHF), Elaboración de Productos Lácteos (SEPL), Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP), Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio (SGB), Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (SDVVI (autolavados)), Ganadería de Aves de Corral - Beneficio (SGA), Tratamiento y revestimiento de metales (STRM), Elaboración de Productos Alimenticios (SEPA), Fabricación de productos Textiles (SFPT), Elaboración de Alimentos preparados para animales (SEPPA), Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos (SFJDC), Extracción de minerales de otras minas y canteras (SEM) y Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI* (SDVVI*), ya que el factor FC obtenido fue igual o inferior al percentil 60 (48.42). Este resultado es congruente con las variables

Página 22 de 62

analizadas en el desarrollo del informe Técnico No. 05919 del 19/12/2024. Es importante indicar que, aunque el subsector Extracción de minerales de otras minas y canteras, se encuentre dentro del rango de subsectores para priorizar, en la actualidad, el Distrito no cuenta con una variedad suficiente de usuarios asociados con la actividad productiva, y por tanto a lo largo del periodo evaluado se han caracterizado varias veces los mismos usuarios. Por consiguiente, los datos obtenidos no presentan una diversificación necesaria para la evaluación acertada del sector.

4. ESTADO AMBIENTAL DE LOS ACUÍFEROS CON INFLUENCIA EN EL PERÍMETRO URBANO DEL DISTRITO CAPITAL

El monitoreo continuo del comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del agua subterránea, de manera articulada con el análisis de la hidrogeoquímica, la calidad del agua subterránea y la evaluación del comportamiento de las direcciones de flujo, nivel piezométrico, con base en la información recopilada en las brigadas de niveles, permite caracterizar las condiciones actuales de las unidades hidrogeológicas, además, de tener la funcionalidad de generar alertas tempranas sobre la oferta, demanda y calidad del recurso hídrico subterráneo para la toma de decisiones sobre la concesión, prórroga y manejo del agua subterránea en el Distrito Capital

En ese orden de ideas, al encontrar condiciones especiales en relación con las unidades hidrogeológicas ubicadas en el distrito capital, se deben generar herramientas enfocadas al estudio, gestión y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico subterráneo.

Para tal fin y como base fundamental para analizar la hidrodinámica, hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea como una herramienta de conocimiento, administración y gestión en la toma de decisiones sobre el recurso hídrico subterráneo en el Distrito Capital se realizó el informe técnico con proceso SDA No. 6492135 “Informe de brigada de medición de niveles estáticos año 2024 ”, en el cual se consigna el análisis de datos recolectados durante las brigadas de medición de niveles estáticos, en las zonas norte y sur de la ciudad de Bogotá, realizadas en el segundo semestre 2024, concluyendo lo señalado a continuación:

- La dinámica del agua subterránea en la zona norte Bogotá, se ve influenciada de forma negativa debido a la explotación de agua subterránea de los pozos del Club Campestre Cafam (pz-11-0080 y pz-11-0047) siendo evidente una constante disminución en los niveles del agua. Esto se asocia al consumo por parte del pozo pz-11-0080. Adicionalmente, a pesar de reportar un constante descenso del nivel para el pozo pz-11-0190 (Cemex) y pz-01-0004 (Country Club No. 2), estos pozos aún no son influyentes en el cambio de la dinámica subterránea de acuífero de la Formación Sabana.
- La zona industrial del Distrito Capital presenta dos tendencias interrelacionadas. La primera es la reducción en el consumo de agua por parte de los usuarios de pozos concesionados durante el año 2024. Esta disminución ha dado lugar a la segunda tendencia destacable: un ascenso general en los niveles piezométricos en dicha zona.
- Dentro de la zona industrial se presenta una afectación a la dinámica del sistema hídrico subterráneo, el cual es ocasionado de forma leve debido a la explotación del pozo pz-16-0040

(Textilia No. 2), el cual genera un diámetro de afectación de 540 metros aproximadamente, así el comportamiento del nivel sea de tipo ascendente.

Cabe mencionar que se mantienen algunas conclusiones expuestas en el Informe Técnico No. 06144, del 29 de diciembre del 2024, entre las que se encuentran las siguientes:

RMAS.

- La mayoría de los acuíferos monitoreados en la RMAS presentan una tendencia ascendente en los niveles piezométricos, con incrementos destacados en el pozo pz-06-0008 (General Motors) hasta de 3.69 m, mientras que solo dos puntos muestran descensos que no superan 1 m. Estos resultados indican que no existen cambios drásticos en la dinámica subterráneas de los acuíferos monitoreados ya sea debido a la explotación del recurso hídrico o condiciones climáticas.

HIDROGEOQUÍMICA

- La geología y la composición mineralógica de la roca es correlacionable a los resultados de las muestras de los pozos que captan de la Formación Labor-Tierna, lo que da por entendido que la química del agua se relaciona principalmente a un factor intrínseco de la interacción entre el agua y el medio más que como resultado del tiempo de tránsito del recurso hídrico en el subsuelo.

CALIDAD DEL AGUA.

- El comportamiento de los parámetros analizados: Grasas y Aceites, Coliformes Fecales, Nitratos y Cloro residual en 205 muestras de laboratorio provenientes de los usuarios y del programa de Afluentes y Efluentes de la Secretaría de Ambiente para los años 2022, 2023 y 2024, permiten determinar que no existe una fuente de contaminación puntual en los acuíferos analizados. Sin embargo, es importante monitorear activamente, durante la vigencia 2025, el pozo pz-08-0023 (Textiles Lafayette SAS) ya que durante los años 2022 y 2023 reportó valores superiores al límite de referencia para el parámetro de Grasas y Aceites.

ÍNDICES.

- El índice de extracción de agua Subterráneas (IEAS) para la vigencia 2024 en el Distrito Capital es moderado, lo que indica que es sostenible a corto plazo considerando el equilibrio entre la oferta y la demanda, sin embargo, se requiere de monitoreo constante con el fin de verificar el comportamiento de los acuíferos y del nivel piezométrico.

5. ARTICULACIÓN SENTENCIA RÍO BOGOTÁ Y POMCA CUENCA RÍO BOGOTÁ

La cuenca media del río Bogotá, en donde se encuentra el Distrito Capital, recibe carga contaminante transportada por los ríos Torca, Fucha, Salitre y Tunjuelo. Esta carga llega a los ríos de la Ciudad por diferentes fuentes, tales como: aguas servidas de una población de cerca de 8 millones de habitantes, conexiones erradas, vertimientos industriales, aportes de sólidos originados de los procesos erosivos de los cerros orientales y de malas prácticas de disposición de residuos sólidos en canales y sumideros. Las fuentes mencionadas han constituido una de las mayores problemáticas que afronta el recurso hídrico a lo largo y ancho de la cuenca del río Bogotá.

En este orden de ideas, se emitió el Informe Técnico No. 05906 del 19/12/2024 (2024IE268243), que describe la articulación de las acciones ejecutadas por la SDA a través de la SRHS, para el cumplimiento de lo establecido en el POMCA del río Bogotá y lo señalado en la Sentencia del río Bogotá. Como resultado de este ejercicio se presentan los principales resultados a continuación:

- La Secretaría Distrital de Ambiente continúa con su participación en la revisión y el reporte de acciones definidas en el eje programático del POMCA del río Bogotá, presentando avances a la CAR correspondientes a cada programa asignado y año ejecutado. Específicamente para el numeral 6.2.3. Programa de Seguridad Hídrica en la Cuenca del Río Bogotá del documento “Tomo IV-Fase de Formulación del POMCA”, reportando las acciones realizadas desde el año 2021 al 2024.
- Considerando que el monitoreo de la calidad y la cantidad del recurso hídrico se ha consolidado como una actividad de gran importancia para satisfacer las necesidades de información adecuada y confiable en la toma de decisiones en el Distrito Capital, y a su vez permite realizar seguimiento a los objetivos planteados en el POMCA del río Bogotá. La SDA, celebró el Contrato de Prestación de Servicios No. 20211379 del 2021, con la UT PSL-ANQ, mediante el cual se contempló el monitoreo y análisis de 5066 muestras de agua, durante el periodo 2021-2024. De los 1538 monitoreos programados para el periodo 2024, se tiene una ejecución del 100%, correspondiente a la totalidad de monitoreos programados. Con respecto al componente de monitoreo de sectores productivos, para el año 2024 se ejecutaron 424 muestreos de los programados, lo que corresponde al 100 % de avance.
- El monitoreo de los sectores productivos localizados en el Distrito Capital se ha realizado en el marco del PMAE, lo que ha permitido cumplir con la Orden 4.58 de la Sentencia río Bogotá, emitida dentro de la Acción Popular No. 2001 – 90479 - Tema: Protección del río Bogotá: “Adopción de medidas administrativas y económicas, relacionadas con el incremento de operativos de control, muestreo y contra muestreo de la actividad industrial y agropecuaria”, lo cual, trae consigo el incremento de acciones de control por medio del muestreo y contra muestreo a los puntos de vertimiento de los sectores productivos.

Página 26 de 62

- Para la definición del Plan de monitoreo 2025, específicamente la distribución del número de muestras en los diferentes sectores productivos que establece la Resolución MADS 631 de 2015, y puntos de vertimiento objeto de cobro del instrumento económico de tasa retributiva, se tuvo en cuenta una priorización respecto a los sectores que generan un mayor impacto en el recurso hídrico, que a su vez permitan avanzar en el cumplimiento de: i) las Acciones Populares interpuestas por la comunidad, ii) lo estipulado en el POMCA del río Bogotá, iii) las órdenes que establece la Sentencia del río Bogotá, tales como los subsectores de fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles, ganadería de bovino, bufalino, equino, ovino y/o caprino – beneficio y ganadería de aves de corral – beneficio.
- Si bien la ejecución de los programas de monitoreo ha dado importantes resultados en el conocimiento de la dinámica de la calidad y cantidad del recurso hídrico de Bogotá, se hace necesario disponer de información con mayor cobertura, continuidad y resolución para hacer un diagnóstico más focalizado en el tiempo y en el espacio. Para lograr tal propósito, es necesario fortalecer las redes de monitoreo de la cantidad y la calidad del recurso hídrico e integrar la información generada con los Programas de Evaluación, Control y Seguimiento a los usuarios del recurso, además de la articulación con el POMCA río Bogotá y lo ordenado en la Sentencia del río Bogotá.
- Es fundamental dar continuidad a la implementación de los programas de monitoreo de manera periódica al recurso hídrico de Bogotá y sus Factores de Impacto, para garantizar la obtención de información de todos sus componentes: Red de Calidad Hídrica de Bogotá (RCHB), Programa de Monitoreo y de Afluentes y Efluentes del D.C (PMAE), la Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas (RMAS) y las Reservas Distritales de Humedal (RDH). La articulación de los programas de monitoreo con las actividades de vigilancia y control que adelanta la SRHS han permitido cumplir las acciones populares descritas en el informe Técnico No. 05906 del 19/12/2024, y que además, optimizan y fortalecen los procesos misionales tendientes al mejoramiento del recurso hídrico de la ciudad.
- Teniendo en cuenta que la ejecución de las actividades de evaluación, control y seguimiento sobre los usuarios que generan afectación al recurso hídrico en el D.C., es un factor fundamental para el mejoramiento de la calidad del agua, se deberá continuar con la planificación y programación del conjunto de actividades y acciones sobre los usuarios, para cada año del cuatrienio (2024-2028), que sean definidas a partir de los criterios de priorización establecidos para la intervención sistemática a los factores que generan impacto sobre los recursos y que adicionalmente, respondan al cumplimiento de las órdenes enmarcadas dentro de acciones populares, sentencias, tutelas, recursos, solicitudes de entes de control y de la comunidad.

6. ARTICULACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO CON LOS PROCESOS DE CONTROL, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO A USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO Y DEL SUELO

La Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, en ejercicio de sus funciones como autoridad ambiental, ha desarrollado el Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes (PMAE), herramienta de monitoreo de la Autoridad Ambiental Urbana que ha permitido, entre otros, la verificación de estándares y normas ambientales, que, a su vez, se convierten en el insumo del proceso misional de control y seguimiento, y la generación de información que sirva como base para la toma de decisiones en cuanto al manejo y recuperación del recurso hídrico y el desarrollo de las actuaciones administrativas consecuentes con los resultados obtenidos.

Históricamente en las fases del programa de monitoreo se han realizado muestreos a usuarios industriales, comerciales y de servicios de varios sectores, en vertimientos directos a fuentes hídricas superficiales, con el apoyo de recursos técnicos y humanos. La ejecución del programa ha dado importantes resultados en el conocimiento de la dinámica de la calidad hídrica de los efluentes industriales de Bogotá. De igual manera, el manejo de la información obtenida en el programa ha permitido consolidar datos sobre las cargas y concentraciones de contaminantes vertidos por localidad y por actividad económica, los cuales han sido utilizados por la SDA para la toma de decisiones en cuanto al manejo del recurso hídrico para el establecimiento de normas y metas de reducción concertadas con los diferentes sectores productivos de la ciudad.

Es así como la SDA, a través de la SRHS, celebró el contrato de prestación de servicios No. SDA –20211379 de 2021 con la Unión Temporal UT PSL-ANQ, cuyo objeto es “Prestar los servicios para la toma de muestras y análisis en laboratorio para el monitoreo de calidad y cantidad del recurso hídrico de la ciudad de Bogotá y sus factores de impacto”.

Ahora bien, con el objeto de articular las actividades de monitoreo con los procesos de control y seguimiento a usuarios del recurso hídrico y del suelo, en el presente capítulo se determinará el universo de usuarios, con caracterizaciones ejecutadas en el Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes en el año 2024, los cuales requieren que sean atendidos de manera prioritaria y que representan una afectación por el incumplimiento a la normatividad ambiental de los límites máximos permisibles, con base en lo establecido en la Resolución No. 631 de 2015 y la Resolución No. 3957 de 2009, a que haya lugar por la aplicación del principio de rigor subsidiario.

6.1 MATERIALES Y METODOS

A continuación, se realiza una descripción de los monitoreos ejecutados en el desarrollo del PMAE en el año 2024 para los componentes objeto de priorización correspondiente a sectores productivos (SP), usuarios de tasa retributiva diferentes a la EAAB (VD-OTROS) y red de monitoreo de aguas subterráneas (RMAS). Así como la metodología de priorización definida según el componente.

6.1.1 MONITOREO PMAE 2024

Durante la ejecución del monitoreo del recurso hídrico y sus factores de impacto en el Distrito Capital 2024, se programaron 431 monitoreos para el componente de Sectores Productivos, 28 para el componente VD-OTROS (que incluyen las 6 caracterizaciones del subsector SEM) y 76 para el componente RMAS.

Para la toma de muestras en los diferentes componentes se tuvieron en cuenta los lineamientos que se muestran en la siguiente tabla. Posterior al desarrollo de las actividades de monitoreo, revisión de resultados y radicación, se organizó la información obtenida, representada en fichas de monitoreo, resultados de los análisis de laboratorio e información capturada en campo (cadena de custodia), por cada usuario caracterizado.

Una vez consolidada la información se ejecutó la actividad de gestión interna de los resultados, con el fin de efectuar el análisis técnico relacionado con el desarrollo de actividades de control y seguimiento ambiental, en cuanto al cumplimiento de los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales, conforme a la normatividad ambiental vigente.

Tabla 2. Lineamientos monitoreos por componente

Componente	Tipo de muestreo	Parámetros in situ	Parámetros analizar
SP	Puntual	pH, Conductividad, Temperatura, Sólidos sedimentables y medición de caudal.	Resolución 631 de 2015, según el sector productivo.
VD-OTROS	Compuesto de dos (2) horas, con alícuotas cada media hora	pH, conductividad, Oxígeno disuelto, temperatura, aforo de caudal para las cinco alícuotas	Nitritos, Nitratos, NTK, AyG, Coliformes Fecales/ Termotolerantes, Nitrógeno Amoniacal, DBO ₅ , DQO, Fósforo Total, SST, SAAM
RMAS	Puntual	pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura	Parámetros de análisis varían según el pozo de aprovechamiento en el que se realice monitoreo.

Teniendo en cuenta que de los usuarios monitoreados del componente de SP varios fueron objeto de evaluación durante el 2024 (12 usuarios), otras caracterizaciones se desarrollaron en puntos del sistema de alcantarillado asociados con el sector de San Benito (54 monitoreos) y otros se relacionan con el monitoreo para otras Subdirecciones de la entidad (3 puntos), para efectos del presente análisis, la cantidad de usuarios monitoreados objeto del ejercicio de priorización se relacionan en siguiente figura.

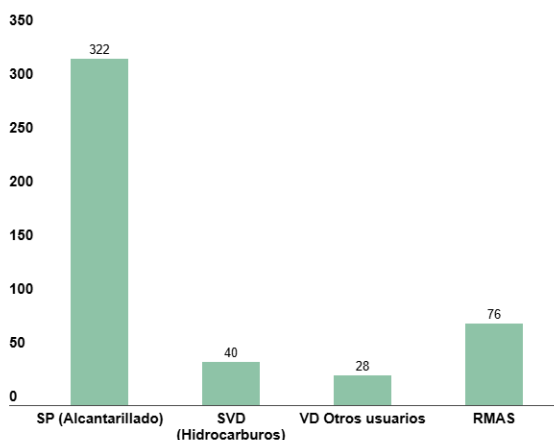


Figura 1. Cantidad de usuarios monitoreados evaluados

6.1.2 METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN COMPONENTES, SP, SVD y VD-OTROS.

La priorización de los componentes, SP, SVD y VD-OTROS se realizó bajo el factor de selección o Factor de Priorización (FS), el cual está determinado por dos variables, una asociada a la calidad definida por el F1 y F3 del WQI (calidad) y la otra asociada al caudal vertido (cantidad).

Con el fin de evaluar la calidad de los efluentes se tomó como base la implementación del Índice de Calidad del Agua – WQI (por sus Iniciales en inglés Water Quality Index). La metodología de origen canadiense consiste en determinar tres variables (F) a partir de los valores de las concentraciones y su cumplimiento con los OC, los cuales están definidos para cada uno de los subsectores productivos objeto de estudio, y que son aplicados a cada uno de usuarios, puntos o establecimientos monitoreados. Para ello se definió que los OC corresponderán a los límites máximos permisibles, con base en lo establecido en las Resolución No. 631 de 2015 y la Resolución No. 3957 de 2009, por el principio de rigor subsidiario.

Así las cosas, se realizó el cálculo de las variables F1 y F3 del índice. La variable F2 no fue calculada ya que esta representa la frecuencia del cumplimiento y al evaluarse una sola caracterización por usuario no es posible calcularla.

La explicación y cálculo para las variables F1 y F3, se muestran a continuación:

F1 [Alcance]: representa la cantidad de los determinantes de la calidad del agua que no cumplen los objetivos al menos una vez, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$F1 = \left(\frac{\text{número de parámetros que no cumplen}}{\text{número total de parámetros}} \right) * 100$$

Ecuación 1. Cálculo F1

F3 [Amplitud]: representa la cantidad por la cual los datos no cumplen los objetivos; este se calcula a partir de la excursión y la suma estandarizada de las excursiones [nse]. Cuando hay uno o varios datos que no cumplen los OC, se debe calcular la excursión de la siguiente manera:

$$\text{excursión}_i = \left(\frac{\text{valor del dato que no cumple}_i}{\text{valor del objetivo}_i} \right) - 1$$

Ecuación 2. Excursión para datos que no cumplen OC

Cuando los valores deben estar por encima del OC, como en el caso del pH, la excursión se calcula como:

$$\text{excursión}_i = \left(\frac{\text{valor del objetivo}_i}{\text{valor del dato que no cumple}_i} \right) - 1$$

Ecuación 3. Excursión para datos superiores a los OC

Finalmente, F3 se estima de la siguiente manera:

$$F3 = \left(\frac{nse}{0.01 * nse + 0.01} \right)$$

Ecuación 4. Cálculo F3

Por otra parte, con el fin de poder inferir el efecto de la carga contaminante vertida por cada uno de los usuarios objeto de análisis, se estableció como variable el caudal vertido, para lo cual se realizó el cálculo de caudal en m³/mes asociado con cada usuario. Una vez obtenido este valor, se determinó el porcentaje de participación de cada uno de los vertimientos, sobre la sumatoria del caudal de la totalidad de los usuarios considerados.

$$\text{Porcentaje de Participación } Q \text{ (PPQ)} = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} * 100$$

Ecuación 5. Cálculo de porcentaje de participación por caudal (PPQ)

Donde:

Q_i es el caudal vertido por el usuario i

n es el número total de usuarios o puntos objeto de análisis.

De acuerdo con lo anterior, el cálculo del FS se le asigna una ponderación del 0.5 al F1 y 0.25 al F3, teniendo en cuenta que el análisis técnico de caracterizaciones de control a vertimientos se basa en el cumplimiento de los límites máximos permisibles de los parámetros establecidos. Así mismo, al porcentaje de caudal se establece una ponderación del 0.25, con el fin de considerar implícitamente la carga vertida que puede aportar cada uno de los usuarios.

$$FS_i = \sum (0.5 * F1) + (0.25 * F3) + (0.25 * PPC)$$

Ecuación 6. Cálculo factor de selección (FS)

Con el fin de establecer el número de usuarios cuya programación debe ser priorizada, para realizar el análisis técnico pertinente, enfocado al desarrollo de las acciones de control sobre las concentraciones límites máximas permisibles establecidas en los vertimientos por componente, se determinaron los percentiles 25, 50 y 75 con respecto a los valores obtenidos de FS. Conociendo la dispersión de los datos se implementó una escala tonal policromática dejando los valores del percentil 50 de color amarillo, degradando hacia los más altos con tonalidades naranja y rojo, y los valores más bajos en tonalidades que varían de amarillas a verdes. Esto con el fin de poder realizar un análisis comparativo, para la toma de decisiones en el momento de realizar la clasificación de usuarios.

6.1.3 METODOLOGÍA PRIORIZACIÓN RMAS

La mayor parte de los conjuntos de datos del mundo real contienen valores atípicos (outliers) y los datos sobre la calidad del agua no son la excepción. Tales datos están caracterizados por presentar magnitudes inusualmente grandes o pequeñas, en comparación con los demás en el conjunto de datos (Seo, 2006). Los outliers pueden generar valores errados en análisis de datos tales como análisis de varianza y

regresión, o pueden proporcionar información útil acerca de los datos cuando se fija una respuesta inusual de un estudio determinado, constituyéndose su detección en una parte fundamental del análisis de datos. La detección de valores denominados outliers es una tarea de minería de datos que permite detectar objetos desviados, eventos extraños y/o excepcionales. Las causas de los outliers se pueden clasificar en dos: los derivados de errores en los datos y los derivados de la variabilidad inherente de los datos (Preetha y Radha, 2011). Luego, la detección de outliers es una parte importante del análisis de datos en los dos casos anteriores, aumentando la necesidad de métodos de análisis, para hacer uso de la información contenida de manera implícita en una base de datos (Fayyad et al., 1996).

El procedimiento para la detección de outliers consiste: (i) definir cuáles serían los posibles criterios para que un dato dentro de un conjunto de datos dado reciba el calificativo de outlier, y (ii) luego aplicar un método para identificar dichos valores. Los métodos para la detección de outliers se basan en estadísticas tales como la distancia entre valores, la desviación estándar y/o análisis basado en las distribuciones de densidad de los datos.

Por lo tanto, cuando se tiene un conjunto de datos con n observaciones de una variable x , donde \bar{x} es la media y S es la desviación estándar de la distribución de los datos, una observación se declara como *outlier* si se encuentra fuera del intervalo (Acuña y Rodríguez, 2004), $(\bar{x} - kS, \bar{x} + kS)$ donde el valor del coeficiente k es usualmente 2 ó 3. Estos valores se justifican en el hecho que al suponer una distribución normal se espera contar con un porcentaje del 95 % ó 99 %, respectivamente de los datos en el intervalo centrado en la media, con una longitud aproximadamente igual a dos o tres veces la desviación estándar respectivamente. Por consiguiente, la variable x es considerada outlier si: $(x - \bar{x})/S > k$ (Acuña y Rodríguez, 2004)

El problema del método anterior es que asume la distribución normal de la información, esperando formas de campana y simetría razonable en los datos, que con frecuencia es algo que no ocurre. Además, la media y desviación estándar son muy sensibles a los valores atípicos de magnitudes significativas (Iglewicz y Hoaglin, 1993; Chen *et al.*, 1996). En respuesta a esto, John Tukey en 1977 introdujo varios métodos para el análisis de datos, uno de ellos fue el *Boxplot*. Ésta es una conocida herramienta gráfica sencilla, que se utiliza con el propósito de mostrar información continua acerca de los datos univariados como la media y los *mild outliers (outliers)* (ver Figura 4) Este método es menos sensible a valores extremos de los datos que aquellos métodos que se basan en la media y la desviación estándar, ya que utiliza los cuartiles, los cuales son consistentes ante los valores extremos (Acuña y Rodríguez, 2004; Seo, 2006).

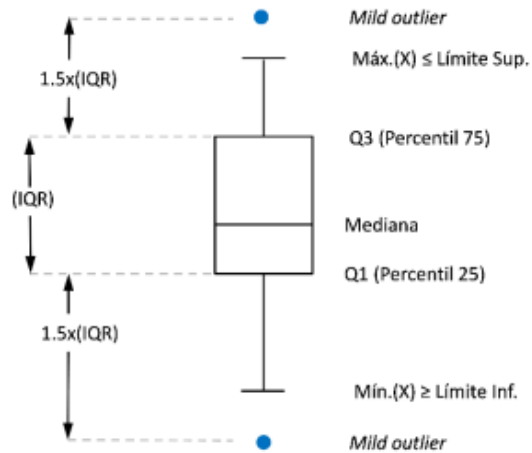


Figura 2. Diagrama de Caja o BoxPlot

Un dato x se declara outlier si se encuentra fuera del intervalo $Q_1 - 1,5 * IQR, Q_3 - 1,5 * IQR$ donde Q_1 es el primer cuartil, Q_3 es el tercer cuartil e IQR recibe el nombre de rango intercuartil (en inglés interquartil range) calculado como $Q_3 - Q_1$ (Acuña y Rodríguez, 2004).

Para todas las muestras recolectadas en los monitoreos se realizan los ensayos estándar de laboratorio para cuantificar los determinantes de la calidad del agua en cada uno de los pozos de aprovechamiento de agua subterránea. Por lo tanto, la detección de outliers mediante Box-Plot, se realizó en el conjunto de datos de cada determinante de la calidad agua. Para tal fin se calculan los cuartiles, el rango intercuartil y los límites superiores e inferiores por cada determinante.

Una vez identificados los datos detectados como outliers para todos los parámetros se realizó el conteo de los datos que se encuentran fuera del intervalo definido y se determinó como respuesta “ATÍPICO” y para aquellos que cumplen la respuesta al cálculo de outlier fue “TÍPICO”.

Con la consolidación de los datos, se inició estableciendo los porcentajes de cumplimiento a partir del número de variables de análisis que no cumplen, con lo cual se determina el factor para la priorización.

$$\text{Porcentaje de No cumplimiento (PNC)} = \frac{NPO_i}{NTPM_i} * 100$$

Ecuación 7. Cálculo de porcentaje de no cumplimiento normativo (PNC)

El Porcentaje de No cumplimiento se define como el número de parámetros que se identificaron como outlier con respecto al total de los parámetros de calidad monitoreados para cada pozo de aprovechamiento de agua subterránea i.

Donde, NPOi es número de parámetros atípicos para cada uno de los puntos monitoreados i, NTPMi es número total de parámetros monitoreados en cada uno de los pozos de aprovechamiento de agua subterránea i.

Repitiendo el análisis realizado con la priorización de sectores productivos y con el fin de establecer el número de usuarios cuya programación debe ser priorizada, para realizar el análisis técnico pertinente, se determinaron los percentiles 25, 50 y 75 para el PNC y se implementó la escala tonal policromática dejando los valores del percentil 50 de color amarillo, degradando hacia los más altos con tonalidades naranja y rojo, y los valores más bajos en tonalidades que varían de amarillas a verdes. Esto con el fin de poder realizar un análisis comparativo, para la toma de decisiones en el momento de realizar la clasificación de usuarios.

6.2 PRIORIZACIÓN DE USUARIOS

Si bien conforme al desarrollo de las metodologías expuestas se determina el número de usuarios o caracterizaciones cuya programación debe ser priorizada, es necesario el desarrollo de las actividades de control a la totalidad de los usuarios monitoreados. A continuación, se presenta la priorización distribuida en los diferentes grupos técnicos de trabajo de la SRHS. Se precisa que un establecimiento puede tener dos o más puntos de vertimiento, y en algunos casos, asociados con diferentes actividades productivas, por lo tanto, para la aplicación de la metodología de priorización se toma cada caracterización como un usuario independiente.

6.2.1 GRUPO CONTROL AL ALCANTARILLADO - SECTORES PRODUCTIVOS

La priorización de usuarios asociados con el componente de sectores productivos y que son objeto de control por parte del grupo de alcantarillado, se realizó teniendo en cuenta 322 muestras distribuidas en 19 subsectores productivos conforme a lo estipulado en la Resolución 0631 de 2015.

Siguiendo la metodología del numeral 6.1.2 se realizaron los cálculos respectivos para definir el FS por usuario. Las medidas de posición relativa de los factores de selección y el número de usuarios priorizados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Usuarios o caracterizaciones priorizadas Sectores Productivos Grupo Alcantarillado

Sectores Productivos	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Usuarios Priorizados	Universo de usuarios
	8.011	21.828	31.804	241	322

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que los usuarios cuya programación debe ser priorizada, son aquellos con un factor de selección superior a 8.011 (percentil 25), que corresponde a cerca del 75 % (241 usuarios) del universo analizado, para los Sectores Productivos (SP) objeto de control del grupo de Alcantarillado.

Si bien conforme a lo expuesto se determinó el número de usuarios cuya programación debe ser priorizada, es necesario el desarrollo de las actividades de control a la totalidad de los usuarios monitoreados, por lo tanto, el universo de usuarios que deben ser evaluados técnicamente durante el 2025, es de 322 para el grupo de alcantarillado, con énfasis en 241 usuarios. En el Anexo 1 se presentan los datos obtenidos y las variables determinadas para cada uno de los usuarios asociados con el componente de sectores productivos, que son objeto de control por parte del grupo de alcantarillado.

6.2.2 GRUPO HIDROCARBUROS - USUARIOS SVD

La priorización de usuarios para el grupo técnico Hidrocarburos de la SRHS, se realizó con un total de 40 usuarios pertenecientes al subsector Venta y distribución de combustibles (Downstream) - SVD. Siguiendo la metodología del numeral 6.1.2 se realizaron los cálculos respectivos para definir el FS por usuario. A continuación, se relacionan las medidas de posición relativa de los factores de selección y el número de usuarios priorizados:

Tabla 4. Usuarios o caracterizaciones priorizadas Venta y Distribución (SVD) Grupo Hidrocarburos

SVD	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Usuarios Priorizados	Universo de usuarios
	1.134	7.501	20.619	30	40

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que los usuarios cuya programación debe ser priorizada, son aquellos con factor de selección superior a 1.134 (percentil 25) que corresponde al 75 % de los establecimientos monitoreados, para el subsector Venta y distribución de combustibles (Downstream) – SVD.

Si bien conforme a lo expuesto se determinó el número de usuarios cuya programación debe ser priorizada, es necesario el desarrollo de las actividades de control a la totalidad de los usuarios

monitoreados, por lo tanto, el universo de usuarios que deben ser evaluados técnicamente durante el 2025, es de 40 para el grupo de Hidrocarburos, con énfasis en 30 usuarios. En el Anexo 2 se presentan los datos obtenidos y las variables determinadas para cada uno de los usuarios asociados con el componente del sector productivo Venta y distribución (Downstream), objeto de control por parte del grupo de Hidrocarburos

6.2.3 GRUPO AUTORIZACIONES - USUARIOS DE TASA RETRIBUTIVA (VD-OTROS)

La SDA anualmente implementa el instrumento económico de tasa retributiva a los usuarios que utilizan el recurso hídrico como receptor de sus vertimientos puntuales directos o indirectos. Para determinar los usuarios a priorizar en el desarrollo de actividades de control y seguimiento a los factores de impacto sobre el recurso hídrico superficial se consolidó la información de monitoreo ejecutada en el año 2024, de los usuarios objeto de tasa retributiva diferentes a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP). Se contó con un universo de 28 usuarios, de los cuales 6 pertenecen al subsector en extracción de minerales de otras minas y canteras - SEM.

Los valores de referencia (OC) considerados en el análisis de los usuarios VD-OTROS generadores de aguas residuales domésticas son los definidos en el artículo 8 de la Resolución 631 de 2015 “Carga menor o igual a 625,00 Kg/día DBO₅”. Siguiendo la metodología del numeral 6.1.2 se realizaron los cálculos respectivos para definir el FS por usuario, a partir del cual se obtuvieron los siguientes valores.

Tabla 5. Usuarios o caracterizaciones priorizadas Vertimientos Recurso Hídrico

Vertimientos otros usuarios	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Usuarios Priorizados	Universo de usuarios
	3.893	10.246	26.299	21	28

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que los usuarios cuya programación debe ser priorizada, son aquellos con factor de selección superior a 3.893 (percentil 25), que corresponde al 75 % de establecimientos monitoreados para los usuarios de tasa retributiva (VD-OTROS) objeto de control del grupo de Autorizaciones. No obstante, se deberán efectuar las actividades técnicas pertinentes tendientes al desarrollo de actividades de evaluación, control y seguimiento ambiental correspondientes a un universo de 28 caracterizaciones (Anexo 3).

6.2.3 GRUPO AGUAS SUBTERRÁNEAS - USUARIOS RMAS

Para los puntos de agua subterránea, se considera fundamental tener en cuenta los resultados del monitoreo continuo de los niveles del agua subterránea que permitieron caracterizar el comportamiento

del nivel estático, temperatura y conductividad eléctrica de diferentes unidades hidrogeológicas. Con el propósito de continuar con una línea base respecto a la calidad de los pozos de aprovechamiento de aguas subterráneas, se realizó una priorización con la metodología descrita en el numeral 6.1.3, para un universo de 76 usuarios. Las medidas de posición relativa del porcentaje de no cumplimiento (outlier) y el número de usuarios priorizados, se presentan a continuación:

Tabla 6. Usuarios o caracterizaciones priorizadas RMAS

RMAS	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Usuarios Priorizados	Universo de usuarios
	0.000	4.545	13.636	48	76

De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que los usuarios cuya programación debe priorizarse en nuevas vigencias son aquellos con un factor de selección superior a 4.545 (percentil 50), lo que corresponde al 63 % de usuarios RMAS (48 pozos), los cuales son objeto de control por parte del grupo de Aguas Subterráneas.

Si bien conforme a lo expuesto se determinó el número de usuarios cuya caracterización debe ser revisada como prioridad, es necesario evaluar la pertinencia de realizar las actividades de control a las 76 caracterizaciones ejecutadas en el componente RMAS (Anexo 4).

7. EVALUACIÓN, DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO DEL DISTRITO CAPITAL Y SUS FACTORES DE IMPACTO

7.1. PROGRAMA DE MONITOREO 2024

Teniendo en cuenta que el monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico se ha consolidado como una actividad de gran importancia en el proceso para satisfacer las necesidades de información adecuada y confiable para la toma de decisiones en el Distrito Capital, el presente numeral busca establecer los diversos aspectos que se deben tener en cuenta para definir los componentes de monitoreo y cantidades de muestras a monitorear durante las vigencias 2024 a 2027.

Con la ejecución del contrato SDA-20211379 de 2021, se llevaron a cabo los monitoreos para la operación de la Red de Calidad Hídrica de Bogotá (RCHB) y el Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes (PMAE), fundamentales para la generación de información y conocimiento sobre el estado del recurso hídrico de la ciudad, que sirve de base para la toma de decisiones y como insumo necesario para la elaboración de documentos técnicos para la gestión integral del recurso hídrico, asociados con el estado de la calidad de los ríos urbanos, la evaluación de los factores de impacto sobre el recurso hídrico superficial, la articulación de acciones con la sentencia y el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, y la implementación del instrumento de tasa retributiva, durante las vigencias 2021 hasta el 2024.

En el marco de la referida contratación se programó el monitoreo y análisis de 5993 muestras de agua, distribuidas en cuatro (4) componentes principales de interés para la SDA, como son la (1) Red de Calidad Hídrica de Bogotá – RCHB, (2) Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes – PMAE, (3) Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas – RMAS de la Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo – SRHS y (4) Reservas Distritales de Humedal – RDH de la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad – SER, durante los periodos 2021-2024

En la siguiente tabla, se presentan las cantidades de muestras las cuales se encuentran ejecutadas con un porcentaje de avance del 100%, y en la siguiente Figura se observa la distribución de las cantidades de muestras por componente.

Tabla 7. Distribución de los monitoreos para cada vigencia y por componente

PERIODO	2021	2022	2023	2024
RCHB				
RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ TRADICIONAL - I (A – RCHB-T (I))	170	170	170	170
RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ - AMPLIACIÓN (B – RCHB-A)	216	216	216	216
RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ - 24 H(C - RCHB 24 H)	24	24	24	24
RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ TRADICIONAL - II (D – RCHB-T (II))	170	170	170	170
TOTAL MUESTRAS RCHB POR PERIODO	580	580	580	580
TOTAL MUESTRAS RCHB	2320			
PMAE				
CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES (E - CA)	50	55	60	60
VERTIMIENTOS DIRECTOS A SUPERFICIALES (F - VD)	170	170	170	170
VERTIMIENTOS DIRECTOS A SUPERFICIALES 24 HORAS (G - VD 24 H)	24	24	24	24
VERTIMIENTOS DIRECTOS AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA 24 HORAS (H - VD ARnD 24H)	24	24	24	24
SECTORES PRODUCTIVOS (SRHS) (I - SP y I - SP (2))	362	387	414	424
SCASP - SECTORES PRODUCTIVOS (SCASP) (M - SCASP y M - SCASP (2))	50	60	70	70
AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA 24 HORAS (J - ARnD 24 H)	36	36	36	36
TOTAL MUESTRAS PMAE POR PERIODO	716	756	798	808
TOTAL MUESTRAS PMAE	3078			
RMAS				
POZOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA (RMAS)	70	75	75	75
TOTAL MUESTRAS RMAS	295			
SER				
ESPEJOS DE AGUA HUMEDALES (RDH)	75	75	75	75
TOTAL MUESTRAS RDH	300			

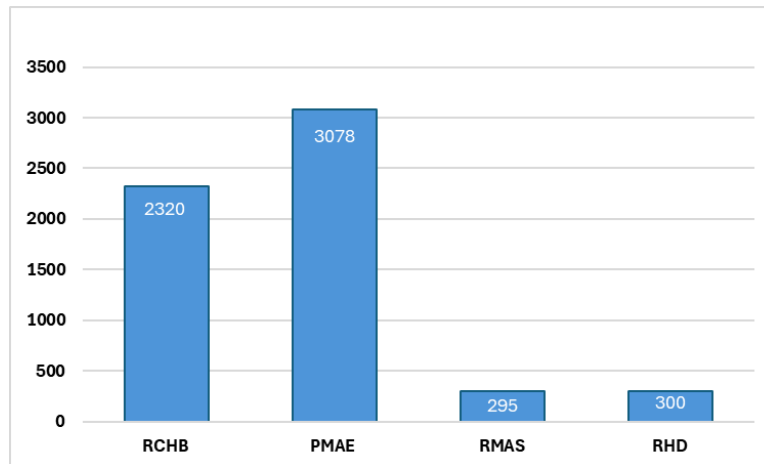


Figura 3. Distribución de la cantidad de muestras por componente de monitoreo.

7.2. PROGRAMA DE MONITOREO 2024 - 2027

Para la entidad resulta fundamental desarrollar una continua evaluación, definición y formulación del programa de monitoreo, en función de la dinámica, la reactividad e incertidumbre de los componentes del recurso hídrico asociados con los procesos de monitoreo, evaluación, control y seguimiento ambiental en cada uno de los periodos; de manera tal que se identifiquen las variables que generan una mayor contaminación, variables reactivas que dependen de las necesidades específicas de los ciudadanos, instituciones o entes de control, variables asociadas con el comportamiento y la dinámica de los sectores productivos en el distrito, entre otras, que conlleven a la optimización del programa de monitoreo.

Por consiguiente, la SRHS realizó la reformulación del Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes del Distrito Capital y la Red de Calidad Hídrica de Bogotá, a partir de los análisis desarrollados durante la vigencia 2024, así como la revisión de las directrices impartidas con el nuevo Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas del Distrito Capital 2024-2027 “Bogotá camina segura”.

Así las cosas, el grupo de recurso hídrico superficial adelantó la planeación y ejecución de un nuevo proceso contractual que garantizara la prestación del servicio para la toma de muestras y análisis en laboratorio para el monitoreo de calidad y cantidad del recurso hídrico de la ciudad de Bogotá y sus factores de impacto, incluyendo el uso de presupuesto a través de vigencias futuras, para los periodos 2024-2027, para lo cual se ejecutaron las siguientes actividades.

7.2.1. Revisión Proveedores y Cotizaciones Laboratorio:

A partir de la consulta de los laboratorios ambientales ubicados en la ciudad de Bogotá, dedicados a la realización de muestreos, toma de muestras y/o análisis fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos de calidad ambiental en la matriz agua, los cuales se encuentran acreditados por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, en cumplimiento del Decreto 1076 de 2015 Capítulo 9 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Resolución IDEAM 0104 de 28 de enero de 2022, se emitieron los oficios (solicitud de cotización), mediante el Proceso SDA No. 6219883 del 29 de marzo de 2024, en las cuales se incluyeron los diferentes tipos de monitoreo (toma de muestras), el listado de los parámetros de análisis de laboratorio en la matriz agua y comisiones de campo, con el fin de proyectar las cantidades de muestras necesarias para cada uno de estos y el valor del servicio correspondiente.

Adicional a lo anterior, con el fin de dejar el registro de cotizaciones en la plataforma del Sistema Electrónico de Contratación Pública SECOP II, el día 16 de mayo de 2024 se reitera la solicitud de cotización a los laboratorios ambientales, por este medio, estableciendo como plazo máximo el día 31 de mayo de

2024, sin embargo, a solicitud de uno de los proveedores interesados se extendió el plazo hasta el 05 de junio de 2024, fecha en la cual se recibió un total de ocho (8) cotizaciones.

7.2.2. Estudio de Mercado:

Recibidas las cotizaciones de los laboratorios ambientales, se revisaron los valores en cada uno de los ítems cotizados, garantizando que cada ítem solicitado tuviera al menos tres cotizaciones diferentes con el fin de que fueran comparables.

Los valores unitarios que estadísticamente se consideraron fuera del rango de los valores promedio, se omitieron, conforme los demás precios del mercado, ya que estos pueden generar desproporción en los valores promedio calculados. De esta manera, se tiene la certeza de que el contrato se pague a un precio justo y representativo en el mercado.

A partir del cálculo de la media geométrica del valor unitario para cada ítem y el análisis de los datos contra los valores del contrato que en ese momento se estaba desarrollando en la entidad (valor de referencia), se define el valor unitario para cada ítem cotizado, a partir de lo cual se logra estimar el presupuesto del proyecto, la proyección de las cantidades de toma de muestras y parámetros para los análisis de laboratorio a contratar para el monitoreo del recurso hídrico y sus factores de impacto en el Distrito Capital para cada uno de los componentes: Red de Calidad Hídrica de Bogotá – RCHB, Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes – PMAE, Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas – RMAS y espejos de agua de las Reservas Distritales de Humedal - RDH, para el periodo 2024-2027.

7.2.3. Definición de Variables:

La definición y formulación del Programa de Monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico de la ciudad de Bogotá y sus factores de impacto, para las vigencias 2024 a 2027, se realiza a partir de las cotizaciones recibidas, el análisis de precios, la elaboración de un estudio de mercado, y finalmente, la revisión de información para la selección de variables y parámetros para el diseño del Programa de Monitoreo, a partir de los análisis desarrollados durante el periodo comprendido entre enero y mayo de 2024, derivados de los documentos relacionados con la priorización de puntos de vertimientos para la articulación de escenarios de intervención (Informe Técnico No. 02701 del 29/05/2024), el estado de la calidad del recurso hídrico de Bogotá (Informe Técnico 02709 del 31/05/2024), la evaluación de los factores de impacto sobre el recurso hídrico Informe Técnico No. 02769 del 31/05/2024), articulación de acciones con el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. (Informe Técnico No. 02702 del 30/05/2024) y el estado ambiental de los acuíferos (Informe Técnico Proceso SDA No. 02772 del 31/05/2024), así como la revisión de las directrices impartidas con el nuevo Plan de

Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas del Distrito Capital 2024-2027 “Bogotá camina segura”.

A partir de esto, se definió realizar el monitoreo y análisis de 5988 muestras de agua, distribuidas en los componentes principales de interés para la SRHS, como lo es la Red de Calidad Hídrica de Bogotá – RCHB, el Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes – PMAE y la Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas – RMAS, así como el componente de Reservas Distritales de Humedal – RDH, de interés de la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad – SER, distribuida para cada periodo como se presenta en la siguiente tabla y figura.

Tabla 8. Distribución de muestras para cada periodo

ÍTEM	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3
	No. MUESTRAS 2024 - 2025	No. MUESTRAS 2026	No. MUESTRAS 2027
RCHB			
RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ TRADICIONAL (A-RCHB-I)	340	340	340
RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ - AMPLIACIÓN (B-RCHB AMPL)	360	360	360
RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ - 24 H (C-RCHB 24 H)	24	24	24
TOTAL MUESTRAS RCHB	724	724	724
PMAE			
CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES (D - CA)	60	65	70
VERTIMIENTOS DIRECTOS A SUPERFICIALES (E - VD)	180	180	180
VERTIMIENTOS DIRECTOS A SUPERFICIALES 24 HORAS (F - VD 24 H)	24	24	24
VERTIMIENTOS DIRECTOS AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA 24 HORAS (G - VD ARnD 24H)	24	24	24
SECTORES PRODUCTIVOS (SRHS) (H - SP y H - SP (2))	436	447	458
SECTORES PRODUCTIVOS (SCASP) (I - SCASP y I - SCASP (2))	70	70	70
AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA 24 HORAS (J - ARnD 24 H)	36	36	36
TOTAL MUESTRAS PMAE	830	846	862
RMAS			
POZOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA (K - PZ)	75	75	75
SER			
ESPEJOS DE AGUA RDH (L - HUM y L - HUM (2))	405	324	324
TOTAL MUESTRAS POR PERIODO	2034	1969	1985

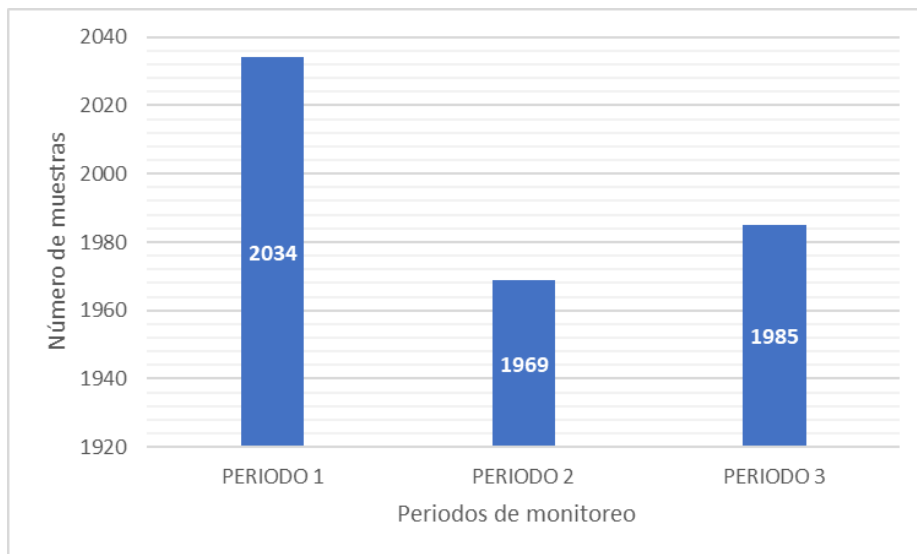


Figura 4. Distribución de la cantidad de muestras– Periodos 2024 – 2027

A continuación, se presenta la definición de variables para cada uno de los componentes de monitoreo.

7.2.3.1. Red de Calidad Hídrica de Bogotá –RCHB

El componente de la RCHB se encuentra conformado por tres (3) ítems, y para cada uno de estos se determinaron unas cantidades de muestras a analizar por cada año, como se relaciona en la siguiente figura y tabla.

Tabla 9. Cantidad de muestras para el componente de la RCHB

RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ		
ÍTEM	No. de muestras por ítem	OBSERVACIONES
RCHB Tradicional Campaña I y II – RCHB - T	340 (Mantiene) (12 monitoreos por punto)	La operación de la RCHB permite la captura de los datos fisicoquímicos y microbiológicos de los principales cuerpos de agua de la ciudad (ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y Torca), información importante para: establecer el estado y la dinámica en la calidad del recurso hídrico superficial de la ciudad en diferentes períodos del año (lluvioso y seco), la actualización de la línea base mediante la cual se definen los lineamientos de control, determinación de los usos de los cuerpos hídricos, cumplimiento de los objetivos de calidad, implementación del instrumento económico de tasa retributiva, reporte de índices de calidad del agua y el establecimiento de tramos críticos o áreas aferentes a los mismos donde la SDA debe enfocar el trabajo para disminuir la contaminación y

RED DE CALIDAD HÍDRICA DE BOGOTÁ		
ÍTEM	No. de muestras por ítem	OBSERVACIONES
RCHB Ampliación – RCHB - A	360 (Incrementar) 10 monitoreos por punto	<p>generar procesos de recuperación de la calidad del agua.</p> <p>Por otra parte, el monitoreo de la RCHB tiene como propósito recolectar información de calidad y cantidad hídrica para el cumplimiento de las acciones misionales de la SDA, a las metas del Programa 6.2.3 de Seguridad Hídrica en la Cuenca del Río Bogotá del POMCA del Río Bogotá, realizar el seguimiento a las actuaciones realizadas por la EAAB ESP en el marco del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, cumplir con lo ordenado en la sentencia Río Bogotá y como herramienta fundamental de seguimiento a la calidad del Recurso Hídrico de la Ciudad.</p>
RCHB 24 Horas – RCHB 24 H	24 (Mantiene)	<p>Los monitoreos de la RCHB ampliada se encuentran soportados en la necesidad de recolectar información de calidad y cantidad hídrica a nivel de subcuenca y así, analizar comportamientos a una escala territorial menor, asociados con áreas de drenaje de cuerpos de agua secundarios y los avances en su saneamiento en términos de calidad, sin embargo, para cada una de las vigencias 2025 – 2027 se requiere incrementar la cantidad de monitoreos en las estaciones definidas, con el fin de obtener información con mayor resolución y frecuencia.</p> <p>Finalmente, la obtención de información para el análisis de datos para la categorización de la calidad del agua por medio de la determinación de los indicadores del recurso hídrico (WQI e ICA), además para el reporte de indicadores en el observatorio ambiental de Bogotá y en el Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá – ORARBO, en función de la disponibilidad y pertinencia de la información.</p> <p>Las cantidades propuestas garantizarán la continuidad de la información durante el 2025-2027 y se establecieron con base en los Informes Técnicos No. 07901 del 27/12/2023 y 02709 del 31/05/2024 relacionados con la evaluación del estado de la calidad del recurso hídrico de Bogotá, además del informe No. 02702 del 30/05/2024 de articulación de acciones con el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. Adicionalmente son consecuentes con los análisis del Informe Técnico No. 05911 del 19/12/2024 y 05906 del 19/12/2024.</p>
TOTAL MUESTRAS	724	

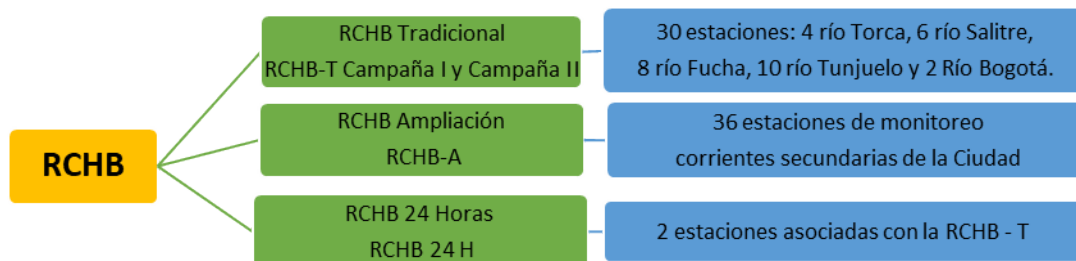


Figura 5. Distribución componentes de la RCHB

7.2.3.2. Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes – PMAE

El componente del PMAE abarca un total de **830, 846 y 862** muestras, distribuidas en los ítems que se presentan a continuación, estableciendo las cantidades que se determinaron para el monitoreo durante las vigencias 2025 a 2027.

Tabla 10. Distribución de la cantidad de muestras solicitadas para el componente PMAE

ÍTEMS DEL COMPONENTE	No. MUESTRAS POR ÍTEM					OBSERVACIONES
	2024	ACCIONES	2025	2026	2027	
Cuerpos De Agua – CA	60	Incrementar	60	65	70	Muestras tomadas unidades hidrográficas de niveles superiores a los ríos principales y algunos puntos de vertimiento asociados con las Reservas Distritales de Humedal, lo cual se realiza con el fin de incrementar el conocimiento del estado de calidad del recurso hídrico superficial secundario en el Distrito Capital e identificar los diferentes factores que pueden estar alterando su calidad.
Vertimientos Directos - VD	170	Incrementar y mantener	180	180	180	Este ítem es desarrollado con el fin de realizar la estimación de cargas contaminantes para el cobro y la implementación del instrumento de tasa retributiva, el seguimiento a las actividades realizadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB ESP, en el marco de la ejecución del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, la evaluación del cumplimiento de las metas de carga contaminante y el incremento del conocimiento del estado de calidad del recurso hídrico superficial secundario en el Distrito Capital. Además de ejecutar acciones para el

ÍTEM DEL COMPONENTE	No. MUESTRAS POR ÍTEM					OBSERVACIONES
	2024	ACCIONES	2025	2026	2027	
						<p>cumplimiento de las metas presentadas en el Programa 6.2.3 de Seguridad Hídrica en la Cuenca del Río Bogotá del POMCA.</p> <p>Para el desarrollo de los monitoreos a realizar durante el año 2025, es necesario considerar lo establecido en el documento de Priorización de puntos de vertimientos para el control, monitoreo y la articulación de escenarios de intervención (Informe Técnico No. 05910 del 19/12/2024).</p> <p>Además, resulta fundamental incrementar las cantidades para el periodo 2025-2027 como insumo del proceso de cuantificación de carga contaminante desarrollado en el marco de aplicación de la tasa retributiva por vertimientos puntuales (instrumento económico ambiental) y del proceso de actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la ciudad de Bogotá.</p>
Vertimientos Directos a Superficiales 24 Horas (VD 24 H)	24	Mantener	24	24	24	Corresponde a dos (2) jornadas de monitoreo, cada una con una duración de 24 horas, en puntos de vertimiento a corrientes superficiales seleccionados por la SDA, a partir del seguimiento a las actividades realizadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB ESP, en el marco de la ejecución del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV.
Vertimientos Directos Agua Residual No Doméstica 24 Horas (VD ARnD 24H)	24	Mantener	24	24	24	Corresponde a dos (2) jornadas de monitoreo, cada una con una duración de 24 horas, en puntos de monitoreo seleccionados en puntos de vertimiento asociados con usuarios objeto de cobro e implementación del instrumento de tasa retributiva.
Sectores Productivos SRHS – SP - SRHS	424	Incrementar	436	447	458	Las observaciones para este ítem se presentan en el siguiente numeral.
Agua Residual No Doméstica	36	Mantener	36	36	36	En cumplimiento con lo establecido en el Numeral 4.58 de la sentencia del río Bogotá y

ÍTEMS DEL COMPONENTE	No. MUESTRAS POR ÍTEM					OBSERVACIONES
	2024	ACCIONES	2025	2026	2027	
24 Horas – ARnD 24 H						con el fin de adoptar las medidas administrativas y económicas para el incremento de las acciones de control, mediante el muestreo de la actividad industrial y agropecuaria de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y el Numeral 4.64 Inciso 1 de la sentencia del río Bogotá, se planeó realizar tres jornadas de monitoreo, cada una con una duración de 24 horas, asociadas con el barrio San Benito, con el fin de establecer la posible incidencia de los sectores productivos de esta Zona y específicamente del subsector de Fabricación de Artículos de Piel.
Sectores Productivos SCASP – SP - SCASP	70	Mantener	70	70	70	Monitoreo y análisis de laboratorio de muestras tomadas en sectores productivos de interés de la Subdirección de Control Ambiental al Sector Público – SCASP, de acuerdo con la clasificación que establece la Resolución 631 de 2015.
Total muestras	808	Incrementar	830	846	862	



Figura 6. Distribución componentes del PMAE

7.2.3.3. Sectores Productivos – SP

El monitoreo a Sectores Productivos del Distrito Capital permite verificar el cumplimiento de los parámetros y valores límites máximos permisibles establecidos en la norma de vertimientos tanto a la red de alcantarillado público, como a las fuentes hídricas superficiales (Resolución MADS 631 de 2015 y resoluciones SDA 3957 y 3956 de 2009).

Adicional a lo anterior, el monitoreo de los sectores productivos que se encuentran en el Distrito Capital permite a la Secretaría Distrital de Ambiente cumplir con la Orden 4.58 de la Sentencia Río Bogotá, emitida dentro de la Acción Popular No. 2001 – 90479 - Tema: Protección del río Bogotá: “Adopción de medidas administrativas y económicas, relacionadas con el incremento de operativos de control, muestreo y contra muestreo de la actividad industrial y agropecuaria”. Así las cosas, la SDA ha vinculado la gestión y ejecución del componente de monitoreo de Sectores Productivos del programa con la adopción de las medidas para el incremento de las acciones de control, mediante el muestreo de usuarios comerciales, industriales o de servicios asociados con la cuenca hidrográfica del río Bogotá, que se ordena en el Numeral 4.58 de la sentencia del río Bogotá. De esta manera, la ejecución del programa de monitoreo durante las vigencias 2025 a 2027 trae consigo el incremento de acciones de control por medio del muestreo y contra-muestreo a los vertimientos de sectores productivos ubicados en el área urbana del Distrito Capital.

Así las cosas, para la ejecución de este ítem, para la vigencia 2024 se contempló el monitoreo y análisis de 424 muestras provenientes de 21 sectores productivos ubicados en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C., los cuales fueron seleccionados a partir de lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, sin embargo, para las vigencias 2025 – 2027 en la siguiente tabla se presenta la cantidad de muestras para cada uno de los sectores productivos que fueron determinadas y las acciones adelantadas.

Tabla 11. Distribución de la cantidad de muestras para cada sector productivo – Periodo 2025-2027

SIGLA	SECTOR PRODUCTIVO (SRHS)	CANTIDAD DE MUESTRAS SP PMAE 2024	ACCIONES	CANTIDAD DE MUESTRAS SP		
				2025	2026	2027
SEPA	Elaboración de Productos Alimenticios	32	Incrementar	34	35	36
SEPPA	Elaboración de Alimentos preparados para animales	5	Mantener	5	5	5
SEBNA	Elaboración de Bebidas no Alcohólicas, Aguas Minerales y otras Aguas Embotelladas	4	Mantener	4	4	4
SEPL	Elaboración de Productos Lácteos	18	Incrementar	20	22	24
SEAG	Elaboración de Aceites y Grasas de Origen Animal y Vegetal	4	Mantener	4	4	4

SIGLA	SECTOR PRODUCTIVO (SRHS)	CANTIDAD DE MUESTRAS SP PMAE 2024	ACCIONES	CANTIDAD DE MUESTRAS SP		
				2025	2026	2027
SFPT	Fabricación de productos Textiles	40	Incrementar	42	43	44
SFAP	Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles	51	Mantener	51	51	51
SFPQ	Fabricación de sustancias y productos químicos	7	Mantener	7	7	7
SFAPP	Fabricación de plásticos en formas primarias, de formas básicas y artículos de plástico	4	Mantener	4	4	4
SFSF	Fabricación de sabores y fragancias	3	Mantener	3	3	3
SFJDC	Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos	14	Mantener	14	14	14
SFPF	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	15	Incrementar	16	17	18
STRM	Tratamiento y revestimiento de metales	7	Incrementar	8	9	10
SDVVI*	Actividades Industriales, Comerciales o de Servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V Y VI (otros)	10	Mantener	10	10	10
SDVVI	Autolavados	101	Incrementar	105	107	109
SEM	Extracción de minerales de otras minas y canteras	6	---	0	0	0
SVD	Venta y distribución (Downstream)	40	Mantener	40	40	40
SPHF	Procesamiento de hortalizas, frutas, legumbres, raíces y tubérculos	11	Incrementar	13	14	15
SGB	Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio	21	Incrementar	23	24	25
SGA	Ganadería de Aves de Corral - Beneficio	29	Incrementar	31	32	33
SFA	Fabricación de autopartes	2	Mantener	2	2	2
TOTAL DE PUNTOS DE MONITOREO		424	---	436	447	458

Los incrementos asociados con los sectores productivos son totalmente consecuentes con los análisis desarrollados en el Informe Técnico No. 02769 del 31/05/2024 - Factores de impacto del recurso hídrico – 2024, y en el Informe Técnico No. 02702 del 30/05/2024 - Articulación de acciones con el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá (POMCA) y sentencia del río Bogotá, así como las caracterizaciones de vertimientos remitidas por la EAAB-ESP y los monitoreos desarrollados por la Secretaría Distrital de Ambiente. Además, guardan relación con lo determinado en los informes técnicos

Página 50 de 62

No. 05919 del 19/12/2024 (Factores de impacto) y No. 05906 del 19/12/2024 (POMCA y Sentencia río Bogotá).

Si bien durante los últimos años se ha venido incrementando la cantidad de monitoreos del sector productivo de fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP), la cantidad de usuarios o puntos de monitoreo determinados y los recursos invertidos han representado un esfuerzo significativo, además, dentro del componente agua residual no doméstica 24 horas – ARnD 24 H se incluye el monitoreo en la Estación Elevadora de San Benito, lo cual permite un análisis integral de la incidencia de sector de curtiembres en la zona y su efecto en la calidad del recurso hídrico. Aunado a lo anterior, el desarrollo de los monitoreos en este sector ha sido complejo; por lo tanto, se requiere estabilizar la cantidad de muestras a monitorear, toda vez que con las cantidades determinadas y los análisis desarrollados han resultado ser representativos. Por consiguiente, la cantidad de monitoreos desarrollados durante la vigencia 2024 se mantiene para los periodos 2025, 2026 y 2027 y habrá lugar a modificarla en caso de considerarse necesario. Así mismo se precisa que se han implementado estrategias de monitoreo sobre la red de alcantarillado público en el sector con el fin de priorizar áreas de control que permitan fortalecer las acciones de autoridad ambiental y por lo tanto se debe dar continuidad de este tipo de estrategia de monitoreo frente a la imposibilidad de obtener una caracterización específica de los usuarios del sector.

Es importante mencionar que, aunque el subsector SEM está en el límite del percentil para priorizar teniendo en cuenta el análisis de la información recopilada en el periodo 2021-2024, para el caso específico de 2024 se observa que WQI-SP pasó de categoría Pobre (43.7) a aceptable (79.9) y un cumplimiento del 92.6 % en los valores de referencia para vertimientos (informe técnico No. 05919 del 19/12/2024). Además, el Distrito no cuenta con una variedad suficiente de usuarios asociados con la actividad productiva, y por tanto a lo largo del periodo evaluado se han caracterizado varias veces los mismos usuarios. Así las cosas, los datos obtenidos no representan una variación significativa para la evaluación acertada del sector y se considera necesario suspender el monitoreo de este tipo de usuarios e incrementar las cantidades para los demás subsectores priorizados.

Por otra parte, con base en las caracterizaciones de vertimientos remitidas por la EAAB-ESP y los monitoreos desarrollados por la Secretaría Distrital de Ambiente, el grupo de alcantarillado de la SRHS realiza la recopilación de usuarios existentes en cada sector productivo por lo que se pudo establecer que para el sector de Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico (SFPP) existe una cantidad significativa de usuarios no contemplados que requieren el desarrollo de actuaciones de control y seguimiento ambiental por parte de la SRHS, por consiguiente, se consideró pertinente desde el punto de vista técnico, un incremento en la cantidad de muestras para este sector.

7.2.3.4. Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas – RMAS

Teniendo en cuenta que se requiere dar continuidad al monitoreo y análisis de laboratorio de diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para determinar la calidad del agua de los pozos de aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo, se hace necesario para obtener información de manera actualizada que permita continuar con la consolidación de la línea base de monitoreo de agua subterránea, además de aportar información sobre las características hidrogeológicas de los acuíferos presentes en el Distrito Capital, a través de la definición, diseño de las actividades de monitoreo y análisis de laboratorio de la Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas (RMAS).

Con relación a los parámetros físico - químicos y biológicos con base en los cuales se determina el estado de los niveles estáticos y dinámicos en el sitio de extracción y, ante la necesidad de garantizar la óptima operación y seguimiento a los consumos de los usuarios concesionados, la SDA mediante la Resolución 3035 del 26 de diciembre de 2023, modificó el artículo 4 de la Resolución 250 de 1997, en el sentido de establecer los parámetros para identificar la calidad del agua e hidrogeoquímicos, con el fin de tomar decisiones sobre la procedencia de los contaminantes registrados en los pozos concesionados. Los parámetros de calidad del agua se determinan a partir de la necesidad de incluir los indicadores de contaminación de aguas subterráneas debido a actividades agrícolas, industriales, efluentes domésticos, desechos municipales y trazador artificial provenientes del sistema de acueducto entre otros.

Así las cosas, para cada una de las vigencias 2025 – 2027, se realizará la toma y análisis de 75 muestras en pozos de aprovechamiento de agua subterránea, cuyos análisis se establecen de acuerdo con los parámetros de calidad del agua e hidrogeoquímicos, que deberán ser reportados por los titulares de los permisos de concesión de aguas subterráneas, definidos mediante la Resolución 3035 del 26 de diciembre de 2023.

7.2.3.5. Reservas Distritales de Humedal - RDH

Considerando que el monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico se ha consolidado como una actividad de gran importancia en el proceso para satisfacer las necesidades de información adecuada y confiable para la toma de decisiones en el Distrito Capital, y que de acuerdo con la Política de Humedales del Distrito Capital (Decreto 624 de 2007), se requiere la evaluación del estado de la calidad hídrica de las Reservas Distritales de Humedal (RDH) siendo esta información primordial para entender la dinámica de las especies de fauna y flora que ocurren en los humedales de Bogotá. Desde el año 2017 la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) realiza la evaluación del estado de la calidad hídrica de las RDH, a través de monitoreos periódicos de la calidad del agua y la caracterización hidrobiológica en puntos estratégicos de las mismas. La recopilación de la información obtenida por medio de los análisis cualitativos o cuantitativos

de seguimiento, evaluación y monitoreo de la biodiversidad y de la calidad del agua, ha soportado la toma de decisiones en la gestión integral del recurso hídrico de la ciudad.

Por lo expuesto y con el fin de dar continuidad a los análisis desarrollados en las RDH, se requiere incrementar el número de puntos definidos en las vigencias 2021-2024 y aumentar la frecuencia de manera que permita obtener una mayor cobertura de información. Por lo tanto, se planteó realizar la toma de muestras y análisis en 81 puntos distribuidos en los espejos de agua de las Reservas Distritales de Humedal del Distrito, para la vigencia 2024, y 972 muestras distribuidas durante cuatro campañas en cada periodo 2025, 2026 y 2027, para un total de 324 muestras para cada vigencia.

7.2.4. Adjudicación contrato de monitoreo No. SDA-20242714 Unión Temporal BIAM

Luego de la elaboración de los documentos técnicos y administrativos que establecieran las necesidades de la SDA, el día 18 de septiembre de 2024, se publicó en el Sistema Electrónico para la Contratación Pública - Portal SECOP II, el proceso licitación pública No. **SDA-LP-01-2024**, con los estudios y demás documentos previos, aviso de convocatoria y el complemento al proyecto de pliego de condiciones con sus anexos y formatos, para conocimiento y observación de los posibles interesados.

Dentro del término de publicación del proyecto de pliego de condiciones, se recibieron observaciones las cuales fueron respondidas mediante documento publicado en la plataforma del SECOP II el 11 de octubre de 2024, dando lugar a la apertura al proceso de selección mediante la expedición de la Resolución No. 01468 del 18 de octubre de 2024 y la celebración de audiencia para precisar el contenido y alcance del pliego de condiciones y asignación definitiva de riesgos que se llevó a cabo, el día 23 de octubre de 2024.

Dentro del término establecido (entre el 18 al 23 de octubre de 2024) para presentar observaciones al Pliego de Condiciones, se elaboraron los documentos de respuesta, publicados en la plataforma del SECOP II el 25 de octubre de 2024, generando la expedición de la Adenda No. 1 el día 28 de octubre de 2024, mediante la cual se modificó el numeral 2.1. NATURALEZA Y EXPERIENCIA DEL PROPONENTE, el numeral 4.3. APOYO A LA INDUSTRIA NACIONAL y el Anexo No. 06 matriz de Riesgos. Adicionalmente se dio respuesta a observaciones extemporáneas presentadas entre el 29 y 30 de octubre de 2024, cuyas respuestas también fueron publicadas en la plataforma SECOP II.

El día 01 de noviembre de 2024, conforme con el cronograma, la Secretaría Distrital Ambiente, llevó a cabo el cierre del proceso y recepción de ofertas mediante el Sistema Eléctrico para la Contratación Pública SECOP II, dando lugar a la publicación del informe de Evaluación preliminar de requisitos habilitantes publicado el día 07 de noviembre de 2024 y el Informe de Evaluación publicado el 20 de noviembre de

2024, una vez verificado el cumplimiento de los requisitos y documentos mínimos habilitantes, así como los documentos de ponderación.

De acuerdo con el cronograma del proceso, el 22 de noviembre de 2024 se llevó a cabo la Audiencia de Adjudicación del proceso de selección, en la cual se procedió a adjudicar a través de la Resolución No. 01791 del 22 de noviembre de 2024 la Licitación Pública No. SDA-LP-01-2024, que estableció por objeto: *“Prestar los servicios para la toma de muestras y análisis en laboratorio para el monitoreo de calidad y cantidad del recurso hídrico de la ciudad de Bogotá y sus factores de impacto”*, al proponente Unión Temporal BIAM.

Así las cosas, el 04 de diciembre de 2024, la SDA celebró el contrato de prestación de servicios No. SDA-20242714 con la Unión Temporal BIAM, mediante el cual se llevará a cabo la toma y análisis de laboratorio de 5988 muestras de agua distribuidas en los componentes de monitoreo (1) Red de Calidad Hídrica de Bogotá – RCHB, el (2) Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes – PMAE, la (3) Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas – RMAS de la Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo – SRHS y (4) las Reservas Distritales de Humedal - RDH de la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad – SER para el periodo comprendido entre diciembre del 2024 y diciembre del 2027.

Se precisa que las cantidades y componentes determinados (Ver Tabla 8), que fueron objeto del contrato SDA-20242714 celebrado con la Unión Temporal BIAM, pueden ser objeto de modificación en función de la dinámica, la reactividad e incertidumbre de los componentes asociados con los procesos de monitoreo, evaluación, control y seguimiento ambiental. Por consiguiente, habrá lugar a la modificación y actualización del plan de monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico de la ciudad de Bogotá y sus factores de impacto 2024 – 2027.

CONCLUSIONES

- La calidad del río Torca durante el periodo 2023-2024 se distribuye en dos categorías: [Buena] y [Aceptable]. En el primer tramo, se obtuvo el índice más alto, alcanzando un valor de 94, que se sitúa en el límite superior de la categoría [Buena]. El tramo dos presentó un deterioro notable de la calidad hídrica, evidenciado en una disminución de 17 unidades en el índice de Calidad del Agua (WQI) respecto al periodo 2022-2023, descendiendo de la categoría [Buena] a [Aceptable].
- Para el río Tunjuelo, la calidad del agua en el tramo inicial ha experimentado una disminución, cambiando de categoría [Buena] a [Aceptable] en comparación con el período anterior (2022-2023). El segundo tramo del río Tunjuelo, aunque mantuvo su categoría [Aceptable], registró un descenso de 6 unidades en su índice. El tramo tres experimentó la disminución más significativa, pasando de una categoría [Aceptable] a [Marginal], con una reducción de 18 unidades en su índice (de 65 a 47). El tramo final mantiene su clasificación [Marginal], pero se observa un descenso significativo de 13 unidades (de 59 a 46 unidades).
- En lo que respecta al río Salitre, la calidad de sus dos tramos iniciales mantiene su clasificación [Buena], mientras que en los tramos finales (Tramos 3 y 4) conservan su categorización [Marginal].
- El río Fucha presentó variaciones diferenciadas en sus tramos. El tramo inicial mantuvo su categoría [Buena] con una disminución de una unidad en el índice. El segundo tramo, aunque conservó su categoría [Marginal], registró un descenso de 6 unidades. Los tramos bajos de la cuenca del río Fucha (Tramos 3 y 4) mantuvieron sus categorías [Aceptable] y [Marginal] respectivamente en relación con el periodo anterior (2022-2023), aunque experimentaron un descenso significativo en la magnitud de sus índices WQI.
- El periodo 2023-2024 estuvo marcado por la influencia del fenómeno El Niño, que evolucionó de una intensidad débil en junio 2023 hasta categorizarse como fuerte entre noviembre 2023 y marzo 2024. Este fenómeno provocó una reducción significativa en las precipitaciones de la ciudad, evidenciada en las estaciones meteorológicas de los tramos iniciales. La reducción en los volúmenes de agua afectó directamente la capacidad de dilución de los sistemas hídricos, resultando en mayores concentraciones de contaminantes. Esta situación, sumada a las presiones permanentes de descargas de aguas residuales y conexiones erradas, contribuyó al descenso de la calidad del agua, especialmente en los tramos medios y bajos de los sistemas hídricos de la ciudad.
- Al comparar la evolución de ríos urbanos por categoría de calidad de agua según el WQI, para los periodos 2022-2023 y 2023-2024 se observa una disminución en los kilómetros de río en las categorías [Aceptable] y [Buena] que representa un deterioro en la calidad hídrica, el cual, se correlaciona con el déficit hidrológico experimentado durante el periodo de evaluación, caracterizado por una reducción significativa en la frecuencia e intensidad de eventos de precipitación. Esta condición ha resultado en un incremento en la extensión de tramos con valores del WQI inferiores a 65 unidades,

aunque es importante destacar que se mantuvo la condición establecida durante los tres últimos periodos (2020- 2021, 2021-2022 y 2022-2023), en la que ningún río presentó una categoría de calidad de agua **Pobre** (WQI<45), situación que históricamente nunca había sucedido, lo cual representa un esfuerzo significativo en el continuo desarrollo de actividades de evaluación, control y seguimiento sobre los factores de impacto ambiental derivados de las actividades que inciden sobre el recurso hídrico de la ciudad.

- Si bien durante los últimos años ha habido un avance positivo en la calidad del agua de los ríos de la ciudad, resulta fundamental para la ciudad y la región avanzar en la planificación, generación de conocimiento, gestión, gobernabilidad y apropiación del recurso hídrico como eje estructural de la sociedad, para que exista una mejora significativa en las condiciones de calidad de los ríos urbanos. Por tal razón, se debe propender en el desarrollo de una herramienta que permita la evaluación de la calidad del agua de manera prospectiva y con una perspectiva regional y nacional. Así las cosas, y considerando que los resultados del índice de calidad del agua (ICA) son particularmente representativos para la toma de decisiones en el nivel nacional, se constituye como un importante referente, para avanzar en el escalamiento en el orden regional, además de ser el insumo técnico para el diagnóstico de la Política Nacional de la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) y para los Estudios Nacionales del Agua (ENA) desarrollados desde el 2010, resulta fundamental la inclusión del ICA como indicador para el seguimiento, la evaluación y la categorización de la calidad del agua en la ciudad de Bogotá, con el cual se determine en los próximos años el porcentaje de los puntos de monitoreo de la RCHB con un Índice de Calidad del Agua (ICA) en una categoría específica. Igualmente, es preciso indicar que con el objeto de realizar seguimiento a la sentencia del río Bogotá y armonizar la información de manera regional, se definió el ICA como indicador en el Sistema de Información de la cuenca Río Bogotá (SÍRíoBogotá), en el Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del río Bogotá (ORARBO) y para el seguimiento al Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá (POMCA).
- El análisis del indicador ICA en los cuerpos de agua monitoreados en el marco del Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes (PMAE) establece que para la cuenca del río Torca, la calidad de la quebrada Cañiza o La Floresta y el Canal El Redil obtuvieron una calidad **"Aceptable"**; en cuanto a la Quebrada Aguas Calientes, La Salitrosa y Tibabita, la categoría fue **"Regular"**. En cuanto a la cuenca del río Salitre, el análisis muestra que el 39% de los tributarios evaluados se clasifica en la categoría **"Regular"**; la categoría **"Mala"** representa el 22% de las corrientes monitoreadas; en contraste favorable, el 39% restante mantiene condiciones superiores, distribuidos equitativamente entre categorías **"Aceptable"** (22%) y **"Buena"** (17%). En lo referente a la cuenca Fucha, se evaluaron catorce (14) cuerpos de agua, de los cuales, tres (3) de ellos tributan directamente al canal Cundinamarca. El 14.29 % se ubicó en la categoría **"Aceptable"**, el 28.57 % en **"Regular"** y el 57.14 % en **"Mala"**. Para las subcuencas del río Tunjuelo, su tramo 3 concentra la mayor cantidad de cuerpos de agua, con 27 tributarios, de los cuales, 14 se clasifican en categoría **"Mala"**, 7 en **"Regular"**, 5 en **"Aceptable"** y uno

en "Muy Mala"; El tramo 1 aporta 8 afluentes, con 1 en categoría "Mala", 5 en "Regular" y 2 en "Aceptable", mientras que el tramo 2 y 4 cuentan únicamente un tributario analizado, clasificados en "Regular" y "Mala" respectivamente.

- Teniendo en cuenta la metodología utilizada y el análisis de priorización desarrollado para cada uno de los tramos de los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca, y algunas corrientes secundarias, fue posible jerarquizar los puntos de vertimiento que presentan una mayor afectación en la calidad de las fuentes hídricas principales de la ciudad de Bogotá, los cuales son coherentes, consecuentes y guardan relación directa con el PSMV de la EAAB-ESP revisado y actualizado mediante Resolución No. 3428 de 2017, y modificado por la Resolución No. 05479 de 2021 en cada uno de los tramos de los ríos Tunjuelo, Fucha, Salitre y Torca. Lo anterior, confirma que el escenario de intervención planteado en el horizonte del PSMV permitirá el saneamiento de los ríos urbanos y el mejoramiento de la calidad del agua del recurso hídrico superficial. En lo posible los puntos priorizados producto del análisis desarrollado en el informe técnico No. 05910 del 19/12/2024, deben ser monitoreados en el marco del PMAE, para la consolidación de información de calidad y cantidad y la aplicación de los diferentes instrumentos ambientales para la gestión integral del recurso hídrico.
- La evaluación de las cargas vertidas sobre las corrientes secundarias asociadas con los ríos Salitre (canal río Negro, Molinos) y Tunjuelo (quebrada Yomasa, Trompeta, Chigüaza y Limas) y su articulación con las estaciones de monitoreo de la RCHB-A permitieron establecer la priorización de los puntos de vertimiento de manera consecuente con la implementación de tasa retributiva, los cuales se relacionan de manera específica en el informe técnico No. 05910 del 19/12/2024.
- Resulta imperativo avanzar en el esquema de saneamiento de la ciudad de Bogotá, establecido en el PSMV, cuyo desarrollo traerá consigo el mejoramiento de la calidad de los ríos del Distrito Capital, de forma consecuente y articulada con las medidas adoptadas, a fin de garantizar un manejo integral para la reducción de la contaminación en la cuenca hidrográfica de los ríos de la ciudad y del río Bogotá.
- Con base en los resultados de WQI-SP, se evidenció que para el periodo consolidado 2021 a 2024 ningún subsector cuenta con una categoría [excelente] y que la mejor categoría reportada en los análisis la presentó el subsector de Fabricación de autopartes (SFA) que corresponde a [buena]. Para el caso específico del periodo 2024 este subsector se categorizó en un índice de calidad [excelente], siendo el único de los subsectores evaluados que presenta dicha categoría.
- Al comparar los periodos 2023 y 2024, se determina que los subsectores Elaboración de Bebidas no Alcohólicas, Aguas Minerales y otras Aguas Embotelladas (SEBNA), Fabricación de sustancias y productos químicos (SFPQ), Fabricación de sabores y fragancias (SFSF) y Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI* (SDVVI*) cambian su clasificación de [marginal] a [buena], el subsector Elaboración de Aceites y Grasas de Origen Animal y Vegetal (SEAG) de [marginal] a [aceptable], el subsector Extracción de minerales de otras minas y canteras (SEM) de [pobre] a [aceptable], mientras que los subsectores Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos (SFJDC), Actividades industriales, comerciales o de servicios

diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (SDVVI (Autolavados)) y Fabricación de productos Textiles (SFPT) varían de [pobre] a [marginal], lo cual indica que para el periodo 2024 mejoró la calidad de los vertimientos generados por estas actividades productivas.

- En cuanto al análisis de cumplimiento normativo de objetivos de calidad, tomado a partir de los valores límites máximos permisibles para los vertimientos puntuales a los sistemas de alcantarillado público definidos en la Resolución 631 de 2015 y Resolución 3957 de 2009, se determinó el porcentaje de cumplimiento para cada determinante en cada uno de los subsectores objeto de estudio y el porcentaje de cumplimiento de objetivos de calidad general en cada subsector. De esta evaluación, se estableció que 14 subsectores de los 21 analizados, correspondiente a un 67 % se clasifican en una categoría [buena], sin embargo, ninguno logró ubicarse en el rango de la categoría [excelente], lo cual coincide con el cálculo del WQI-SP para el periodo 2021 al 2024.
- Las cargas típicas para la mayoría de los sectores productivos y subsectores tienen una menor variabilidad y por tanto una mayor confianza si se consideran las caracterizaciones más recientes. Durante el periodo evaluado las cargas típicas del subsector Elaboración de Aceites y Grasas de Origen Animal y Vegetal (SEAG) son significativamente superiores respecto a los demás subsectores evaluados, esto a pesar de realizarse únicamente 16 monitoreos en la vigencia evaluada (2021-2024). El subsector Fabricación de productos Textiles (SFPT) es uno de los más críticos no solo en la magnitud de sus las cargas típicas de los determinantes DBO₅, DQO y SST sino en la cantidad de usuarios, con un total de 153 muestras.
- El Interceptor Boyacá presenta las cargas más altas para DBO₅, DQO y SST, respecto a las áreas aferentes evaluadas, lo cual puede asociarse a la cantidad de industrias encontradas en el área, de las que se destacan Elaboración de Productos Alimenticios (SEPA), Fabricación de productos Textiles (SFPT) y Ganadería de Aves de Corral - Beneficio (SGA) que aportan más del 70% de la carga de ARnD del punto de vertimiento.
- Del análisis espacial, se determinó que las áreas aferentes con mayor porcentaje de participación de ARnD y por tanto las que deben ser priorizadas son las asociadas con el Interceptor Boyacá y puntos del tramo 4 del río Tunjuelo.
- En todos los subsectores objeto de estudio, se encontró que al menos un usuario excede los límites máximos permisibles de los vertimientos puntuales a la red de alcantarillado público conforme a los valores establecidos en la Resolución No. 631 de 2015 y la Resolución No. 3957 de 2009 (aplicable por principio de rigor subsidiario). Este resultado permite inferir que un porcentaje considerable de industrias ubicadas en la ciudad no cuenta con sistemas de tratamiento adecuados para dar cumplimiento a lo requerido por la normatividad ambiental vigente. Es importante resaltar que para efectos del siguiente informe los usuarios del subsector SEM se analizaron como generadores de vertimiento al alcantarillado público, no obstante, sus descargas son realizadas sobre fuentes hídricas del distrito.

- Las actividades productivas priorizadas conforme a los resultados obtenidos son: Procesamiento de hortalizas, frutas, legumbres, raíces y tubérculos (SPHF), Elaboración de Productos Lácteos (SEPL), Fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP), Ganadería de Bovino, Bufalino, Equino, Ovino y/o Caprino - Beneficio (SGB), Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI (SDVVI (autolavados)), Ganadería de Aves de Corral - Beneficio (SGA), Tratamiento y revestimiento de metales (STRM), Elaboración de Productos Alimenticios (SEPA), Fabricación de productos Textiles (SFPT), Elaboración de Alimentos preparados para animales (SEPPA), Fabricación de jabones, detergentes y productos cosméticos (SFJDC), Extracción de minerales de otras minas y canteras (SEM) y Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI* (SDVVI*), ya que el factor FC obtenido fue igual o inferior al percentil 60 (48.42).
- Es importante mencionar que, aunque el subsector SEM está en el límite del percentil para priorizar teniendo en cuenta el análisis de la información recopilada en el periodo 2021-2024, para el caso específico de 2024 se observa que WQI-SP pasó de categoría Pobre (43.7) a aceptable (79.9) y un cumplimiento del 92.6 % en los valores de referencia para vertimientos (informe técnico No. 05919 del 19/12/2024). Además, el Distrito no cuenta con una variedad suficiente de usuarios asociados con la actividad productiva, y por tanto a lo largo del periodo evaluado se han caracterizado varias veces los mismos usuarios. Así las cosas, los datos obtenidos no representan una variación significativa para la evaluación acertada del sector y se considera necesario suspender el monitoreo de este tipo de usuarios e incrementar las cantidades para los demás subsectores priorizados.
- Si bien en los análisis desarrollados se pone en evidencia la alta variabilidad en la cantidad de monitoreos realizados por fase en cada sector productivo, fue posible realizar una aproximación de las concentraciones típicas de los determinantes de la calidad y sus respectivas cargas contaminantes asociadas sus vertimientos, además de la definición de un indicador análogo al utilizado para los ríos de la ciudad, denominado WQI-SP, el cual permite determinar de una forma aproximada el avance anual en la calidad del recurso hídrico en función de la calidad de los vertimientos de los usuarios monitoreados y con esto establecer las variaciones de las concentraciones por subsector, definir áreas objeto de control, planificar y ejecutar acciones de forma priorizada para la optimización y fortalecimiento de los procesos de evaluación, control y seguimiento ambiental que ejecuta la SRHS; propendiendo por la mitigación de los factores que impactan el recurso hídrico y al mejoramiento de la calidad del agua superficial de la ciudad.
- La mayoría de los acuíferos monitoreados en la RMAS presentan una tendencia ascendente en los niveles piezométricos. Estos resultados indican que no existen cambios drásticos en la dinámica subterráneas de los acuíferos monitoreados ya sea debido a la explotación del recurso hídrico o condiciones climáticas.

- El análisis de correlación cruzada revela que los niveles piezométricos en la mayoría de los acuíferos están correlacionados con la precipitación en los primeros cinco meses, mientras que algunos puntos, como el pz13-00016 (ING1), presentan respuestas diferidas de hasta 20 meses
- La geología y la composición mineralógica de la roca es correlacionable a los resultados de las muestras de los pozos que captan de la Formación Labor-Tierna, lo que da por entendido que la química del agua se relaciona principalmente a un factor intrínseco de la interacción entre el agua y el medio más que como resultado del tiempo de tránsito del recurso hídrico en el subsuelo
- El comportamiento de los parámetros analizados: Grasas y Aceites, Coliformes Fecales, Nitratos y Cloro residual en 205 muestras de laboratorio provenientes de los usuarios y del programa de Afluentes y Efluentes de la Secretaría de Ambiente para los años 2022, 2023 y 2024, permiten determinar que no existe una fuente de contaminación puntual en los acuíferos analizados
- La dinámica del agua subterránea en la zona norte Bogotá, se ve influenciada de forma negativa debido a la explotación de agua subterránea de los pozos del Club Campestre Cafam (pz-11-0080 y pz-11-0047) siendo evidente una constante disminución en los niveles del agua.
- La zona industrial del Distrito Capital presenta dos tendencias interrelacionadas. La primera es la reducción en el consumo de agua por parte de los usuarios de pozos concesionados durante el año 2024. Esta disminución ha dado lugar a la segunda tendencia destacable: un ascenso general en los niveles piezométricos en dicha zona.
- Dentro de la zona industrial se presenta una afectación a la dinámica del sistema hídrico subterráneo, el cual es ocasionado de forma leve debido a la explotación del pozo pz-16-0040 (Textilia No. 2), el cual genera un diámetro de afectación de 540 metros aproximadamente, así el comportamiento del nivel sea de tipo ascendente
- Teniendo en cuenta que la ejecución de las actividades de evaluación, control y seguimiento sobre los usuarios que generan afectación al recurso hídrico en el D.C., es un factor fundamental para el mejoramiento de la calidad del agua, se deberá continuar con la planificación y programación del conjunto de actividades y acciones sobre los usuarios, para cada año del cuatrienio (2024-2028), que sean definidas a partir de los criterios de priorización establecidos para la intervención sistemática a los factores que generan impacto sobre los recursos y que adicionalmente, respondan al cumplimiento de las órdenes enmarcadas dentro de acciones populares, sentencias, tutelas, recursos, solicitudes de entes de control y de la comunidad.
- Con el objeto articular las actividades de monitoreo con los procesos de control y seguimiento a usuarios del recurso hídrico, en el numeral 6 del presente documento se determinó el universo de usuarios, con caracterizaciones ejecutadas en el Programa de Monitoreo desarrollado en el año 2024, los cuales se requieren sean atendidos de manera prioritaria y que representen una afectación por el incumplimiento a la normatividad ambiental de límites máximos permisibles, con base en lo establecido en la Resolución No. 631 de 2015 y la Resolución No. 3957 de 2009 a que haya lugar por la aplicación del principio de rigor subsidiario.

- Si bien durante los últimos años se ha venido incrementando la cantidad de monitoreos del sector productivo de fabricación de artículos de piel, curtido y adobe de pieles (SFAP), la cantidad de usuarios o puntos de monitoreo determinados y los recursos invertidos han representado un esfuerzo significativo, además, dentro del componente agua residual no doméstica 24 horas – ARnD 24 H se incluye el monitoreo en la Estación Elevadora de San Benito, lo cual permite un análisis integral de la incidencia de sector de curtiembres en la zona y su efecto en la calidad del recurso hídrico. Aunado a lo anterior, el desarrollo de los monitoreos en este sector ha sido complejo; por lo tanto, se requiere estabilizar la cantidad de muestras a monitorear, toda vez que con las cantidades determinadas y los análisis desarrollados han resultado ser representativos. Por consiguiente, la cantidad de monitoreos desarrollados durante la vigencia 2024 se mantiene para los periodos 2025, 2026 y 2027 y habrá lugar a modificarla en caso de considerarse necesario. Así mismo se precisa que se han implementado estrategias de monitoreo sobre la red de alcantarillado público en el sector con el fin de priorizar áreas de control que permitan fortalecer las acciones de autoridad ambiental y por lo tanto se debe dar continuidad de este tipo de estrategia de monitoreo frente a la imposibilidad de obtener una caracterización específica de los usuarios del sector.
- La definición del Programa de Monitoreo de la calidad y cantidad del recurso hídrico de la ciudad de Bogotá y sus factores de impacto, para las vigencias 2024 a 2027, descrito en el numeral 7 del presente documento, tuvo en cuenta una priorización respecto a los sectores que generan un mayor impacto en el recurso hídrico, que a su vez permite avanzar en el cumplimiento de: i) las Acciones Populares, ii) lo estipulado en el POMCA del río Bogotá, iii) las órdenes que establece la Sentencia del río Bogotá, IV) tutelas, recursos, solicitudes de entes de control y de la comunidad, por lo tanto, se recomienda continuar con la planificación y programación del conjunto de actividades y acciones sobre los usuarios para cada año, de manera que se optimicen y fortalezcan los procesos misionales de monitoreo, evaluación, control y seguimiento, tendientes al mejoramiento del recurso hídrico de la ciudad, tal como se ha desarrollado durante los últimos años.
- Las cantidades asociadas con el monitoreo de los sectores productivos, son totalmente consecuentes con los análisis desarrollados en los informes técnicos expuestos, así como las caracterizaciones de vertimientos remitidas por la EAAB-ESP y los monitoreos desarrollados por la Secretaría Distrital de Ambiente.
- Las acciones planteadas se definen, entre otras, con el objetivo de fortalecer el proceso de evaluación, control y seguimiento a los factores de impacto a los recursos naturales y a la estructura ecológica principal en Bogotá D.C., y serán la base para la construcción del Programa de control y planificación ambiental sobre el recurso hídrico del Distrito Capital para las vigencias 2024 – 2027. Así las cosas, se deben establecer las actividades de evaluación, control y seguimiento en cuanto a vertimientos a la red de alcantarillado, a cuerpos de agua superficiales o al suelo, así como al aprovechamiento de aguas superficiales y/o subterráneas y seguimiento al PSMV, concentrándose en lo que representa mayor amenaza al recurso. Así mismo la continua evaluación del programa de monitoreo que deriva en la

modificación de la periodicidad, frecuencia, cantidad, variables a monitorear, entre otras acciones desarrolladas, representa una optimización del proceso y por tanto un avance significativo en la construcción de la herramienta que permite planificar y orientar acciones en el marco de la gestión integral del recurso hídrico.

- La integración de los lineamientos técnicos presentados en este documento contempla el control, la planificación y la gestión ambiental como un ejercicio dinámico, que considera la reactividad e incertidumbre de las variables asociadas con los procesos de monitoreo, evaluación, control y seguimiento de manera que sea posible consolidar un programa para la intervención sistemática a los factores que generan impacto sobre el recurso hídrico.



FABIAN MAURICIO CAICEDO CARRASCAL
SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO Y DEL SUELO

Anexos: 1. Priorización Alcantarillado 2024
2. Priorización Hidrocarburos 2024
3. Priorización Autorizaciones 2024
4. Priorización RMAS 2024

Elaboró:

JUAN GABRIEL ALVARADO CARDENAS	CPS:	SDA-CPS-20242148	FECHA EJECUCIÓN:	30/12/2024
--------------------------------	------	------------------	------------------	------------

Revisó:

JUAN GABRIEL ALVARADO CARDENAS	CPS:	SDA-CPS-20242148	FECHA EJECUCIÓN:	30/12/2024
--------------------------------	------	------------------	------------------	------------

Aprobó:

Firmó:

FABIAN MAURICIO CAICEDO CARRASCAL	CPS:	FUNCIONARIO	FECHA EJECUCIÓN:	30/12/2024
-----------------------------------	------	-------------	------------------	------------