



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Facultad Nacional de Salud Pública**

Diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Doña María y los principales factores que influyen en su deterioro o preservación en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí, periodo 2004-2022

Harol Valencia Yepes  
Juan José Mosquera Moncada

Trabajo de grado presentado para optar al título de Administrador en Salud: énfasis en gestión sanitaria y ambiental

Asesor  
PhD. Fernando León Guzmán Duque

Universidad de Antioquia  
Facultad Nacional de Salud Pública  
Héctor Abad Gómez  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2023

<b>Cita</b>	Harol Valencia Yepes (1) y Juan José Mosquera Moncada (2)
<b>Referencia</b>	(1) Valencia Yepes H, Mosquera Moncada J. Diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Doña María en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí en el periodo 2018-2022. [Trabajo de grado profesional]. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia; 2023.
<b>Estilo Vancouver/ICMJE (2018)</b>	



Biblioteca Salud Pública

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Tabla de contenido

Tabla de Ilustraciones .....	5
Lista de tablas .....	8
Siglas, acrónimos y abreviaturas.....	9
Resumen .....	10
Abstract .....	11
1. Introducción.....	12
2. Planteamiento del problema .....	13
2.1. Antecedentes .....	13
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	13
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	14
2.1.3. Antecedentes locales .....	15
2.2 Descripción del problema.....	16
3. Justificación.....	18
4. Objetivos .....	20
4.1. Objetivo general .....	20
4.2. Objetivos específicos .....	20
5. Marcos de referencia.....	21
5.1 Marco Conceptual .....	21
5.1.1 Calidad del agua: conceptos y variables relevantes.....	21
5.1.2 Métodos de diagnóstico de la calidad del agua.....	22
5.1.3 Impacto de la contaminación en los recursos hídricos .....	22
5.1.4 Factores de riesgo y fuentes de contaminación en las fuentes de agua .....	23
5.1.5. Biodegradabilidad.....	23
5.2 Marco geográfico .....	24
5.3. Marco legal.....	27
5.3.1. Marco jurídico.....	27
5.3.2. Marco normativo .....	32
6. Metodología.....	35
6.1 Tipo de estudio.....	35
6.2. Población objeto o universo .....	35
6.3. Caracterización de la población .....	35
6.4 Criterios de inclusión y de exclusión .....	35
6.5 Recolección de la información .....	36
6.6 Procedimiento Actividades para dar cumplimiento de los objetivos .....	38
7. Aspectos éticos .....	40
8. Resultados y análisis de resultados .....	41

8.1. Objetivo específico #1 .....	41
8.2. Objetivo específico #2 .....	53
8.3. Objetivo específico #3 .....	85
8.4. Objetivo específico #4 .....	89
9. Discusión.....	91
10. Conclusiones.....	94
11. Recomendaciones.....	96
12. Agradecimientos.....	98
13. Referencias Bibliográficas .....	99
14. Anexos .....	107
Anexo 1. Tabla metodología de actividades.....	107
Anexo 2. Respuesta del AMVA al derecho de petición 014583-2023 .....	109
Anexo 3. Respuesta del AMVA al derecho de petición 022533-2023 .....	115
Anexo 4. Respuesta de la Alcaldía de Itagüí al derecho de petición 23081799974187 .....	119

## Tabla de Ilustraciones

<b>Ilustración 1.</b> División Política de Itagüí .....	24
<b>Ilustración 2.</b> Barrios de la comuna 4. ....	25
<b>Ilustración 3.</b> Zonas de vida quebrada doña María.....	26
<b>Ilustración 4.</b> Red hídrica quebrada doña María.....	26
<b>Ilustración 5.</b> División de tramos 1 .....	42
<b>Ilustración 6.</b> Puntos críticos hallados .....	43
<b>Ilustración 7.</b> Residuos arrojados por personas que transitan por el parque del Artista .....	44
<b>Ilustración 8.</b> Bolsas arrojadas por vehículos que transitan por el sector .....	44
<b>Ilustración 9.</b> Basura acumulada punto crítico 1 .....	44
<b>Ilustración 10.</b> Residuos cortopunzantes arrojados a la quebrada Doña María .....	45
<b>Ilustración 11.</b> Desagües de locales comerciales directamente al cauce de la quebrada .....	45
<b>Ilustración 12.</b> Recicladores asentados en las riberas de la quebrada .....	46
<b>Ilustración 13.</b> Residuos generados por habitantes en situación de calle .....	46
<b>Ilustración 14.</b> Residuos generados por habitantes en situación de calle .....	47
<b>Ilustración 15.</b> Residuos generados por habitantes en situación de calle .....	47
<b>Ilustración 16.</b> Habitantes en situación de calle asentados en las riberas de la quebrada Doña Maria.....	47
<b>Ilustración 17.</b> Habitantes en situación de calle asentados en las riberas de la quebrada Doña María.....	47
<b>Ilustración 18.</b> Recipiente para residuos que la comunidad utiliza para aglomerar los residuos domésticos.....	48
<b>Ilustración 19.</b> Punto de aglomeración de residuos domésticos en puente de la quebrada .....	48
<b>Ilustración 20.</b> Acumulación de residuos provenientes de las casas de la comuna 4 49	
<b>Ilustración 21.</b> Acumulación de residuos domésticos en recipiente de un parque en las riberas de la quebrada .....	49
<b>Ilustración 22.</b> Empresas con presunta disposición de ARnD directo al cauce de la quebrada .....	50
<b>Ilustración 23.</b> Empresa de reciclaje asentada en la ribera de la quebrada Doña Maria .....	50
<b>Ilustración 24.</b> Empresas con disposición de ARnD directo al cauce de la quebrada Doña María.....	51

<b>Ilustración 25.</b> Empresa de reciclaje asentada en la ribera de la quebrada Doña María .....	51
<b>Ilustración 26.</b> Viviendas asentadas en la ribera de la quebrada Doña María .....	52
<b>Ilustración 27.</b> Cartel de prohibido arrojar basuras en el sector cercano a la desembocadura.....	52
<b>Ilustración 28.</b> Caudal quebrada Doña María 2004-2022 .....	54
<b>Ilustración 29.</b> Temperatura del agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	55
<b>Ilustración 30.</b> Turbiedad del agua de la quebrada Doña María 2004-2022.....	56
<b>Ilustración 31.</b> Sólidos totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022....	57
<b>Ilustración 32.</b> Sólidos Disueltos Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	58
<b>Ilustración 33.</b> Sólidos Suspendidos Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	59
<b>Ilustración 34.</b> Sólidos Volátiles Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	60
<b>Ilustración 35.</b> Sólidos Fijos Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	60
<b>Ilustración 36.</b> Sólidos Sedimentables en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	61
<b>Ilustración 37.</b> pH del agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	62
<b>Ilustración 38.</b> Oxígeno disuelto en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022	63
<b>Ilustración 39.</b> Conductividad eléctrica en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	64
<b>Ilustración 40.</b> Hierro total quebrada Doña María 2004 .....	67
<b>Ilustración 41.</b> Sulfatos en el agua de la quebrada Doña María 2004 .....	68
<b>Ilustración 42.</b> Sulfuros en el agua de la quebrada Doña María 2004 .....	69
<b>Ilustración 43.</b> Cloruros en el agua de la quebrada Doña María 2004.....	69
<b>Ilustración 44.</b> Grasas y aceites en el agua de la quebrada Doña María 2004 .....	70
<b>Ilustración 45.</b> Fosforo total en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	71
<b>Ilustración 46.</b> Fosfato en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022 .....	72
<b>Ilustración 47.</b> Nitratos en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022.....	73
<b>Ilustración 48.</b> Nitritos en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022.....	74
<b>Ilustración 49.</b> Nitrógeno orgánico en el agua de la quebrada Doña María 2006-2022 .....	75
<b>Ilustración 50.</b> Cadmio en el agua de la quebrada Doña María 2004.....	76
<b>Ilustración 51.</b> Cobre en el agua de la quebrada Doña María 2004-2011 .....	77

<b>Ilustración 52.</b> Cromo en el agua de la quebrada Doña María 2011 .....	77
<b>Ilustración 53.</b> Cromo hexavalente en el agua de la quebrada Doña María 2004 .....	78
<b>Ilustración 54.</b> Níquel en el agua de la quebrada Doña María 2004.....	79
<b>Ilustración 55.</b> Plomo en el agua de la quebrada Doña María 2004-2011 .....	80
<b>Ilustración 56.</b> Valores de Escherichia Coli UFC en el agua de la quebrada Doña María 2004 .....	81
<b>Ilustración 57.</b> Índice biológico BMWP 2004-2022 .....	82
<b>Ilustración 58.</b> Código de colores índice biológico BMWP.....	82
<b>Ilustración 59.</b> Clasificación rango numérico y código de colores, índice ICACOSU.	84

## Lista de tablas

Tabla 1. Marco jurídico .....	27
Tabla 2. Marco normativo a nivel internacional .....	32
Tabla 3. Marco normativo a nivel nacional .....	32
Tabla 4. Marco normativo a nivel local .....	33
Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión del presente estudio .....	36
Tabla 6. Relación DBO <sub>5</sub> y DQO - Biodegradabilidad.....	65
Tabla 7. Índices de calidad quebrada Doña María 2004-2022.....	83
Tabla 8. PMI microcuenca doña María.....	87



## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

1. AMVA: Área Metropolitana Del Valle De Aburra
2. ARD: Aguas Residuales Domesticas
3. ARnD: Aguas Residuales no Domesticas
4. BID: Banco Interamericano de Desarrollo
5. BMWP: Biological Monitoring Working Party
6. CAR: Corporación Autónoma Regional
7. DBO<sub>5</sub>: Demanda Biológica de Oxígeno (Estándar, al quinto día)
8. DQO: Demanda Química de Oxígeno
9. EPA: Environmental Protection Agency
10. ICA: Índice de Calidad del Agua
11. ICACOSU: Índice de Calidad del Agua en Corrientes Superficiales
12. JAC: Juntas Administradoras Locales
13. JMP: Joint Monitoring Programme
14. NTU: Nephelometric Turbidity Unit
15. OD: Oxígeno Disuelto
16. OMS: Organización Mundial de la Salud
17. OPS: Organización Panamericana de la Salud
18. PMI: Programa de Mejoramiento Integral
19. SFT: Sólidos Fijos Totales
20. SIATA: Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá
21. SST: Sólidos Suspendedos Totales
22. ST: Sólidos totales
23. SVT: Sólidos Volátiles Totales
24. SDT: Sólidos Disueltos Totales
25. UFC: unidades formadoras de colonia
26. SSED: Sólidos Sedimentables

## Resumen

La quebrada Doña María, ha presentado una alta carga de contaminación desde décadas atrás, lo cual ha ido incrementado en los últimos años. El objetivo del presente estudio fue realizar un diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Doña María y los principales factores que influyen en su deterioro o preservación en el tramo que atraviesa la microcuenca de la quebrada en la parte baja del municipio de Itagüí, más específicamente en la comuna 4, en el periodo comprendido entre 2004-2022.

Para esto, se realizó un trabajo enmarcado dentro de un enfoque descriptivo en donde se tuvo en cuenta políticas, programas, planes y campañas establecidos por las correspondientes autoridades ambientales, como son: La administración municipal del municipio de Itagüí, Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), CORANTIOQUIA y Área Metropolitana del Valle de Aburra (AMVA); de igual forma, se consideraron diferentes parámetros físicos y químicos de la quebrada, la temperatura, los sólidos suspendidos, el pH, el oxígeno disuelto, la DBO<sub>5</sub>, la DQO, entre otros. También parámetros microbiológicos, como E Coli e indicadores de la calidad del agua, como el índice biológico (por sus siglas en inglés BMWP) y el Índice de Calidad General del Agua en Corrientes Superficiales (ICACOSU). Es importante mencionar que, en algunos casos, se empleó la resolución 0631 de 2015 con la intención de tener una línea base, esto sin olvidar que el punto de análisis es una fuente superficial y no un vertimiento. La fuente de información primaria, fue obtenida para dar cumplimiento al objetivo específico uno, "Identificar los puntos críticos de contaminación que afectan la calidad del agua de la quebrada Doña María" en el tramo estudiado; las fuentes de información secundaria como son, la literatura científica, informes y estudios realizados por la Corporación Pro-Romeral, la alcaldía de Itagüí y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), se emplearon para ejecutar los otros objetivos específicos.

Los resultados obtenidos para el periodo 2004-2022, presentaron valores interesantes para el análisis. La turbiedad incrementó en 671 UNT en promedio desde el año 2004 al 2022; la baja relación DBO<sub>5</sub>/DQO en 69,77% de las muestras, deja evidencia de la poca biodegradabilidad del agua de la quebrada Doña María en este punto; indicando que una parte significativa de la materia orgánica es difícil de degradar para los microorganismos. Por otro lado, el ICACOSU mostró que del total de 44 datos recolectados el 38.64% de los resultados tiene un ICACOSU malo, el 47.73% un ICACOSU regular y tan solo el 6.82% dio como resultado un ICACOSU aceptable. En conclusión, se lograron identificar y clasificar 10 puntos críticos, de los cuales, el 40% son causados por la falta de cultura ambiental, el 30% por los habitantes en situación de calle y recicladores, y el 30% final es producto de las empresas y casas asentadas en el sector cercano a la quebrada Doña María. Todo lo anterior representa un riesgo significativo para la calidad del agua de la quebrada en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí; igualmente, los parámetros fisicoquímicos como turbiedad, SST, la baja biodegradabilidad y pésimos resultados de los índices de calidad del agua, reflejan un deterioro importante en la calidad del agua de la quebrada Doña María.

**Palabras clave:** Calidad del agua, quebrada Doña María, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos, municipio de Itagüí.

## Abstract

The Doña María stream has presented a high pollution load for decades, which has been increasing in recent years. The objective of this study was to make a diagnosis of the water quality of the Doña María stream and the main factors that influence its deterioration or preservation in the section that crosses the micro-watershed of the stream in the lower part of the municipality of Itagüí, more specifically in commune 4, in the period between 2004-2022. For this purpose, a descriptive approach was used, taking into account policies, programs, plans and campaigns established by the corresponding environmental authorities, such as The municipal administration of the municipality of Itagüí, Regional Autonomous Corporations (CAR), CORANTIOQUIA and Metropolitan Area of the Aburra Valley (AMVA); likewise, different physical and chemical parameters of the stream were considered, temperature, suspended solids, pH, dissolved oxygen, BOD<sub>5</sub>, COD, among others. Also, microbiological parameters, such as E Coli and water quality indicators, such as the biological index (BMWP) and the Index of General Water Quality in Surface Streams (ICACOSU). It is important to mention that, in some cases, resolution 0631 of 2015 was used with the intention of having a baseline, this without forgetting that the point of analysis is a surface source and not a discharge. The primary source of information was obtained to comply with specific objective one, "Identify the critical points of contamination that affect the water quality of the Doña María stream" in the section studied; secondary sources of information such as scientific literature, reports and studies conducted by the Pro-Romeral Corporation, the Mayor's Office of Itagüí and the Metropolitan Area of the Aburra Valley (AMVA), were used to execute the other specific objectives.

The results obtained for the 2004-2022 period presented interesting values for analysis. Turbidity increased by 671 UNT on average from 2004 to 2022; the low BOD<sub>5</sub>/DQO ratio in 69.77% of the samples, leaves evidence of the low biodegradability of the water of the Doña María stream at this point; indicating that a significant part of the organic matter is difficult for microorganisms to degrade. On the other hand, the ICACOSU showed that of the total of 44 data collected, 38.64% of the results had a poor ICACOSU, 47.73% had a fair ICACOSU and only 6.82% had an acceptable ICACOSU. In conclusion, 10 critical points were identified and classified, of which 40% are caused by the lack of environmental culture, 30% by street dwellers and recyclers, and the final 30% is the result of the companies and houses located in the sector near the Doña María stream. All of the above represents a significant risk for the water quality of the stream in the section that crosses commune 4 of the municipality of Itagüí; likewise, the physicochemical parameters such as turbidity, TSS, low biodegradability and poor results of the water quality indexes, reflect a significant deterioration in the water quality of the Doña María stream.

**Keywords:** Water quality, Doña María stream, physicochemical parameters, microbiological parameters, municipality of Itagüí.

## 1. Introducción

La calidad del agua es un tema de gran preocupación a nivel mundial debido a diversos factores que afectan a este recurso vital. La contaminación física, química y microbiológica de las fuentes de agua, causada por descargas de productos químicos industriales, residuos agrícolas y desechos domésticos tanto líquidos como sólidos; sin un tratamiento previo adecuado o una mala disposición de estos, es un problema ambiental de gran magnitud. Estas sustancias pueden poner en peligro la salud humana y los ecosistemas acuáticos, generando riesgos significativos para las comunidades que dependen de estas fuentes de agua para el consumo y la agricultura, así como para el entorno ecosistémico en general.

En este contexto, la quebrada Doña María, ubicada en el municipio de Itagüí, se presenta como uno de los recursos hídricos más importantes para la comunidad local. Sin embargo, ha sido afectada por diversas actividades humanas y factores ambientales que tienen un impacto negativo en su calidad.

Entre los posibles problemas se encuentran los vertidos de aguas residuales sin tratamiento provenientes de asentamientos humanos cercanos, descargas industriales, acumulación de residuos sólidos y erosión de las áreas circundantes debido a la deforestación y el manejo inadecuado del suelo. Estas acciones pueden introducir una variedad de contaminantes, como microorganismos patógenos, compuestos químicos tóxicos, nutrientes en exceso y sedimentos, comprometiendo la calidad del agua, el equilibrio y la salud del ecosistema.

Es por ello, por lo que este trabajo investigativo tiene como objetivo principal: Diagnosticar la calidad del agua de la quebrada Doña María en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí entre los años 2004-2022. El trabajo se enmarcará dentro de un enfoque descriptivo analítico, para diagnosticar la calidad del agua de la cuenca Doña María en su parte baja, haciendo uso de las fuentes primarias y secundarias como la literatura científica y de los informes y estudios de las entidades gubernamentales y autoridades ambientales competentes, como la Secretaría de Medio Ambiente de Itagüí, la Subsecretaría de Salud Pública de Itagüí, el AMVA y Corantioquia; así mismo se tendrá como marco de referencia los planes y programas del gobierno nacional relacionados con la calidad del agua, políticas nacionales del recurso hídrico y demás normatividad relacionada al tema que guarda relación con el marco normativo internacional y nacional.

## **2. Planteamiento del problema**

### **2.1. Antecedentes**

A continuación, se presentan algunos estudios previos y alternativas sostenibles, estos estudios proporcionan una base de conocimientos existente en el campo y sirven como punto de partida para el presente trabajo.

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

El estudio publicado por la revista Internacional de Botánica Experimental Oyton llamado: Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción realizado por Amado Álvarez Jesús, Enrique Rubiños Panta, Francisco Gavi Reyes, Juan José Alarcón Cabañero, Elizabeth Hernández Acosta, Carlos Ramírez Ayala, Enrique Mejía Saenz, Francisco Pedrero Salcedo, Emilio Nicolas, Enrique Salazar Sosa.<sup>1</sup>

Este artículo se centra en el desarrollo de un índice de calidad del agua como método estandarizado para evaluar de manera integral la categoría del agua en los distintos almacenamientos de agua, ríos y arroyos de la cuenca del Amajac. El objetivo es comparar la calidad del agua entre localidades y en el tiempo, así como predecir su contaminación y establecer estrategias de manejo de los recursos hídricos.<sup>1</sup>

Los resultados obtenidos revelaron que la calidad del agua en la cuenca del Amajac se clasifica principalmente como de calidad media (ICA = 50-69) para usos como abastecimiento público, uso recreativo, vida acuática, uso agrícola e industrial, aunque requieren de tratamiento en algunos casos. Sin embargo, el 59% de los cuerpos de agua se encuentran en la categoría de contaminados (ICA = 30-49), lo que limita su uso a fines industriales o agrícolas con tratamiento. Además, aproximadamente el 12% de los cuerpos de agua evaluados presentan un alto grado de contaminación, lo que los hace prácticamente inaceptables para cualquier uso. Se destaca que el oxígeno disuelto y los coliformes fecales fueron los parámetros que más influyeron en la contaminación del agua.<sup>1</sup>

Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México es un artículo publicado por la revista de ingeniería y realizado por Julia Pacheco Ávila, Armando Cabrera Sansores, Rosela Pérez Ceballos con la finalidad de elaborar un diagnóstico de la calidad en los pozos de extracción de agua potable, se evaluó la calidad química y bacteriológica del agua subterránea. Durante los muestreos, se recolectaron muestras en los sistemas de agua potable de las 106 cabeceras municipales del Estado de Yucatán. Los resultados mostraron que el agua subterránea del Estado de Yucatán presenta una calidad bacteriológica clasificada como “peligrosa” y “muy contaminada” en la parte oriental del estado.<sup>2</sup>

Diagnóstico de la calidad del agua del río Pixquiac en la congregación Zoncuantla, Municipio de Coatepec, Veracruz es un trabajo recepcional realizado por Cortés Soto Nancy Gabriela y publicado por la Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería

Química. En el cual Se realizó un estudio de la calidad del agua del río Pixquiac, congregación Zoncuantla, Municipio de Coatepec, Veracruz, entre mayo y julio de 2010. Los parámetros analizados fueron los considerados como básicos en estudios de la calidad del agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza total, turbiedad y bacteriológico, así como, los datos históricos recabados por el grupo de monitoreo comunitario “Amigos del Pixquiac”-GWWVer., con el propósito de analizar el efecto de actividad antropogénica en el cuerpo de agua presente en la región.<sup>3</sup>

Caracterización y diagnóstico de la calidad de agua en la cuenca alta del Río Bermúdez, Heredia, Costa Rica es un proyecto realizado por Deivis Anchia Leitón y publicado por el centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza. Mediante este proyecto se llevó a cabo una caracterización y diagnóstico de la calidad del agua superficial en la cuenca alta del río Bermúdez utilizando el índice holandés e índice BMWP-CR. La aplicación de dichos índices permitió identificar contaminación incipiente en algunos puntos de la microcuenca, lo que posee relación con el caudal existente y la época del año en la cual se realizaron los muestreos de campo, pero además posee relación con los usos del suelo destinados a la ganadería de leche en grandes áreas y al mismo tiempo áreas urbanas importantes con 35% y 44% respectivamente del área total de la cuenca.<sup>4</sup>

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

El artículo de la revista “Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia” realizado por: María Cecilia Arango, Luisa Fernanda Álvarez, Gloria Alexandra Arango, Orlando Elí Torres, Asmed de Jesús Monsalve. Este artículo trata de la importancia de la calidad del agua para el abastecimiento de agua en el área urbana del municipio de San Luis, Antioquia, y la necesidad de evaluar la calidad de las fuentes que lo proveen, las quebradas La Cristalina y La Risaralda. El propósito del estudio es elaborar un mapa de calidad de agua que sirva como referencia para comparar la evolución de estas quebradas y justificar la inversión en mejoras prioritarias en los tramos más críticos. Para determinar la calidad del agua, se utilizaron indicadores físicos, químicos y biológicos, incluyendo características como el tipo de sustrato, cobertura de riberas, hábitats acuáticos, temperatura, conductividad, oxígeno, pH, coliformes y macroinvertebrados acuáticos.<sup>5</sup>

En este artículo se emplean métodos biológicos para la vigilancia de la contaminación y la gestión ambiental, ya que permiten detectar alteraciones en los ecosistemas acuáticos y optimizar el uso de los recursos disponibles. Este artículo destaca la importancia de preservar la calidad del agua de las quebradas, ya que ayuda a prevenir deterioro del entorno ambiental de las cuencas y protegiendo el medio ambiente y todos los cuerpos de aguas.<sup>5</sup>

Calidad del agua en la parte alta de las cuencas Juan Cojo y El Salado (Girardota – Antioquia, Colombia) es un trabajo realizado por Ana María Gómez-Marín; Darío Naranjo-Fernández, Andrés Alfonso Martínez y Darío de Jesús Gallego Suárez. En este trabajo se realizó un diagnóstico preliminar del estado actual del recurso hídrico en las cuencas hídricas Juan Cojo y El Salado, ubicadas en la vertiente Noreste del Valle de

Aburrá, en el municipio de Girardota. Mediante una campaña de muestreo y aforo realizada en agosto de 2004, se evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en treinta sitios perturbados y no perturbados por actividades agropecuarias. Los resultados mostraron que la mayoría de los puntos presentaban contaminación microbiológica con coliformes totales y fecales, lo que indica deficiencias en la disposición de desechos líquidos domésticos y agropecuarios. Además, se concluyó que las corrientes exhiben características propias de aguas en la parte baja de cuencas no intervenidas, con un grado de contaminación no alarmante, pero sin las características propias de manantiales y aguas en las partes altas de una cuenca, incluyendo algunas estaciones de muestreo con condiciones meso eutróficas.<sup>6</sup>

Diagnóstico de la calidad del agua en las playas de El Cabrero (Cartagena, Colombia) durante el periodo de lluvias de 2019 realizado por Cristina Andrea Madero Orozco y Merleides del Rosario Olivo Martínez este trabajo tuvo como propósito diagnosticar la calidad del agua de la playa El Cabrero en la ciudad de Cartagena de Indias, teniendo en cuenta la caracterización de los parámetros fisicoquímicos, los índices de calidad del agua (ICA) y los índices de contaminación (ICO). Se realizó un monitoreo a la playa por cuatro meses en el periodo de lluvias comprendido entre septiembre y diciembre del año 2019, en donde se analizaron parámetros in-situ como la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y el dióxido de carbono y ex-situ como la acidez, la alcalinidad, nitritos, nitratos, fosfatos, salinidad, sólidos disueltos totales, turbidez y conductividad. Se realizó el cálculo del índice de la calidad de las aguas marinas (ICAM), índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) e índice de contaminación trófico (ICOTRO). Teniendo en cuenta los valores de referencia de cada parámetro, se evidenció que en la playa de El Cabrero las actividades antropogénicas afectan parámetros como el oxígeno disuelto, el cual resultó bajo en algunas fechas, los nitritos y nitratos, los cuales arrojaron valores de cero, y los fosfatos, los sólidos disueltos totales y la turbidez, los cuales se encuentran elevados.<sup>7</sup>

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Desde la década de los años 80 (y previas), se tiene conocimiento de la fuerte contaminación con la que cuenta esta quebrada producto de las actividades industriales, tal como lo expone Nora Higuera Fajardo en su investigación “Caracterización de posibles contaminantes de la Quebrada Dona María Itagüí (Antioquia)”<sup>40</sup> del año 1989, allí la autora determina a partir de muestreos como múltiples contaminantes están presentes dentro del recurso hídrico producto de la actividad industrial y en una menor parte debido a la actividad doméstica.

El documento “Quebrada Doña María: de amenaza a sujeto de derechos. Realizado por Jean Mauricio Sánchez Silva”, busca generar conciencia sobre los riesgos asociados a los eventos naturales en esta zona. A medida que el crecimiento urbano avanza y se producen alteraciones en los escenarios geográficos, como ríos y cuerpos de agua, es crucial entender y sensibilizar a la población sobre estos riesgos. El objetivo es formular recomendaciones que contribuyan a una planificación más acertada y a la toma de decisiones informadas, teniendo en cuenta los derechos de la quebrada como

un ser vivo y los riesgos que enfrenta la población que habita en la parte baja de su cuenca.<sup>8</sup>

En este contexto, se destaca la importancia de cambiar el paradigma de sometimiento de la naturaleza por uno en el que se reconozca el derecho de los elementos naturales a coexistir de manera armónica con las ciudades y se eviten riesgos para la población. La legislación mundial ha empezado a reconocer los derechos de los cuerpos de agua, y es fundamental adoptar una visión que considere a los afluentes hídricos como seres vivos que actúan y pueden generar consecuencias a largo plazo si se intervienen de manera inapropiada.<sup>8</sup>

El trabajo se enmarca en los resultados de un ejercicio académico realizado dentro de la Maestría en Planeación Territorial y Dinámicas de Población de la Universidad Externado de Colombia. Además de explorar conceptos y políticas relacionadas con la gestión del riesgo y los derechos de los cuerpos de agua, se presenta una descripción detallada del área de estudio, centrándose en la quebrada Doña María en el municipio de Itagüí. Los hallazgos y resultados obtenidos en esta investigación brindan una base sólida para formular recomendaciones y contribuir a procesos de planificación que aborden los riesgos asociados a esta quebrada y los asentamientos en peligro.<sup>8</sup>

Por otro lado, el trabajo de grado: Evaluar la calidad del agua de la quebrada “Doña María” a través de macroinvertebrados y variables fisicoquímicas, para la construcción de bases pedagógicas en el cuidado de las fuentes hídricas del corregimiento de San Antonio de Prado, 2017. Para optar el título de Administradoras en Salud con énfasis en Gestión Sanitaria y Ambiental, busca Evaluar la calidad del agua de la quebrada “Doña María” a través de macroinvertebrados y variables fisicoquímicas, indica que la utilización de bioindicadores se ha convertido en una herramienta fundamental para evaluar el estado de los cuerpos acuáticos, donde su principal conclusión fue afirmar que existen diferentes presiones en la quebrada, lo que afecta directamente a la reducción de espacios para una mejor calidad de vida de la población, la pérdida de los servicios ecosistémicos y ambientales y la pérdida de un recurso natural no renovable, en donde la escasez y el acceso son cada vez más significativos.<sup>9</sup>

## **2.2 Descripción del problema**

La calidad del agua se ha convertido en una preocupación global debido a diversos factores que inciden en el recurso hídrico. La contaminación fisicoquímica y microbiológica de las fuentes de agua, causada por la descarga de productos químicos industriales, desechos agrícolas y residuos domésticos sin un tratamiento adecuado es sin duda un problema ambiental de gran magnitud. Estas sustancias pueden perjudicar la salud humana y los ecosistemas acuáticos, lo que supone graves riesgos para las comunidades que dependen de estas fuentes de agua para el consumo y la agricultura, y también, como afecta al entorno ecosistémico.

La quebrada Doña María, ubicada en el municipio de Itagüí, es quizás el recurso hídrico más importante con el que cuenta la comunidad local, la quebrada “ha sido víctima” de diversas actividades humanas y factores ambientales que podrían estar influyendo



negativamente en su calidad, entre los posibles problemas se incluyen vertidos de aguas residuales sin tratamiento provenientes de asentamientos humanos próximos a su ribera, descargas industriales, acumulación de residuos sólidos y erosión de las áreas circundantes debido a la deforestación y el mal manejo de la tierra<sup>10</sup>. Estas acciones pueden introducir una variedad de contaminantes, como microorganismos patógenos, compuestos químicos tóxicos, nutrientes en exceso y sedimentos, que comprometen la calidad del agua, el equilibrio y la salud del ecosistema.<sup>11</sup>

En ese sentido, es importante mencionar que el municipio de Itagüí históricamente se ha caracterizado por ser el pionero industrial del Valle de Aburrá en el departamento de Antioquia desde los inicios del siglo XX y adicionalmente para la época, el crecimiento poblacional que iba presentando el municipio en las zonas aledañas al cauce de la quebrada doña María iban dando ruta a una problemática que hoy en día sigue más que vigente. Por lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el estado de la calidad del agua de la quebrada Doña María y los principales factores que influyen en su deterioro o preservación en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí durante el periodo 2004-2022?

### 3. Justificación

En las últimas décadas se ha observado un deterioro de la calidad del agua en la quebrada Doña María, lo cual compromete no solo su calidad si no que su ecosistema completo puede verse también impactado de manera negativa, así como la población y cuerpos vivos que habitan su entorno y ribera de una manera más preocupante, es por eso que mediante el presente trabajo se desea realizar un diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Doña María, específicamente en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí durante el periodo 2004-2022.

Ahora, la razón por la cual se elige la comuna 4 del municipio de Itagüí como población, es debido a que esta comuna es la que mayor asentamiento industrial tiene dentro del municipio en comparación con las demás comunas, lo cual es interesante analizar y a partir de ello determinar el impacto directo o indirecto que estas industrias pueden llegar a tener frente a la calidad del agua de la quebrada doña María, es importante precisar, que en esta comuna es donde se encuentra el tramo final de la quebrada ya que tiene su punto de descarga y desembocadura en el Rio Aburrá entre la calle 75 y la carrera 42 que a esta altura ya es reconocida como la autopista Sur, como punto de referencia se encuentra la estación de servicio Texaco, que esta inmediatamente al lado del punto de descarga. Por lo tanto, de acuerdo con los puntos de muestreo que tiene dispuestos el AMVA, es importante detallar cómo llega la quebrada respecto a la calidad del agua al municipio de Itagüí, aclarando que una vez el recurso hídrico ingresa al municipio, teniendo en cuenta los diversos parámetros e índices de calidad del agua, el recurso no es apto para el consumo humano.

Este diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada Doña María es crucial para identificar y comprender la magnitud de los problemas de contaminación presentes en la zona. Los resultados obtenidos podrán servir de base para la implementación de medidas de protección y conservación del recurso hídrico, así como para la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades competentes y la comunidad en general.<sup>12</sup>

Desde la relevancia social, ambiental y de salud pública, se requiere de esta investigación, ya que genera recomendaciones, lineamientos y una perspectiva crítica y objetiva que se aplica a una fuente hídrica afectada por décadas sin el adecuado manejo integral de la quebrada doña María por parte de los actores competentes para el manejo del recurso, dichas recomendaciones se dirigen a las entidades gubernamentales, a la comunidad y empresas que afectan la calidad del agua de la quebrada doña maría competentes para aplicar políticas de calidad y manejo del agua e implementar programas y proyectos para promover acciones de mejora que impacten positivamente, no solo a la quebrada doña María.

Este estudio pretende abordar estos desafíos y generar información precisa y relevante sobre la calidad del agua en la quebrada Doña María. Los resultados obtenidos a partir de este diagnóstico permitirán identificar los puntos críticos de contaminación, determinar los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la calidad del agua, y describir las estrategias de prevención implementadas por el AMVA y las medidas correctivas llevadas a cabo por las autoridades ambientales. Con base en estos hallazgos, se

plantearon estrategias efectivas para prevenir y mitigar la contaminación en la quebrada Doña María, garantizando así la protección a largo plazo de este valioso recurso hídrico. Es importante destacar que este estudio no solo tiene implicaciones ambientales, sino también sociales y de salud pública; no solo es tener los datos de parámetros medidos y analizados, si no, que se hará con esos datos, que en ultimas es el principio y la ruta para tomar la iniciativa de tener estos datos. Los resultados obtenidos y las recomendaciones derivadas de este diagnóstico serán fundamentales para la toma de decisiones por parte de las autoridades municipales, entidades gubernamentales encargadas de la gestión del agua, comunidad, empresas e industrias. Asimismo, beneficiarán directamente a la comunidad local y ecosistemas aguas debajo de la quebrada.

No se estima todo el cauce de la cuenca ya que la quebrada Doña María la cual es un referente ambiental del sector, debido a que esta cuenta con una longitud del cauce principal de 25,84 km.

1. Estudiar todo el cauce supone un estudio más amplio con más recursos económicos y humano para poder recorrer y diagnosticar la calidad del agua de todo el cauce.
2. Se escoge el último tramo ya que es donde se ubica el punto de monitoreo del AMVA de donde provienen los datos utilizados en el estudio.
3. Este tramo es donde se encuentra mayor cantidad de empresas y de población asentada a las riberas de la quebrada doña maría.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Diagnosticar la calidad del agua de la quebrada Doña María y los principales factores que influyen en su deterioro o preservación en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí entre los años 2004-2022.

### **4.2. Objetivos específicos**

1. Identificar los puntos críticos de contaminación que afectan la calidad del agua de la quebrada Doña María en la comuna 4 del municipio de Itagüí.
2. Analizar los parámetros fisicoquímicos, biológicos e índices de calidad del agua de la quebrada Doña María en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí.
3. Describir cuáles son las estrategias de prevención desarrolladas e implementadas por el AMVA para reducir y/o prevenir el deterioro de la calidad del agua de la quebrada Doña María.
4. Identificar las medidas correctivas que las autoridades ambientales implementan para evitar la mala disposición de residuos líquidos y sólidos.

## 5. Marcos de referencia

### 5.1 Marco Conceptual

#### 5.1.1 Calidad del agua: conceptos y variables relevantes

La calidad del agua es un término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua. Este término actualmente es fundamental en el tema ambiental ya que después de la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente: El desarrollo en la perspectiva del Siglo XXI de enero de 1992 en Dublín, Irlanda tomo más fuerza este término ya que la calidad del agua se convierte en actor fundamental para lo que es la salud de las personas y el desarrollo de su bienestar; de acuerdo con esta conferencia, se indica lo siguiente:

La importancia que se ha atribuido a los indicadores químicos de la calidad del agua debe complementarse con indicadores más amplios basados en todas las propiedades de un cuerpo de agua, incluidos los parámetros físicos, químicos, biológicos. También debe reconocerse que la calidad del agua dulce recibe la influencia directa de los fenómenos naturales y las actividades humanas que no entran en la esfera de los recursos hídricos, como las prácticas de la explotación de los suelos, la erosión y la deforestación.<sup>13</sup>

Simultáneamente, con el crecimiento exponencial de las industrias productivas en el mundo durante el siglo XX (incluso en la actualidad), la calidad del agua se ha visto seriamente afectada, sobre todo en las industrias que requieren de un uso intensivo del recurso hídrico como lo puede ser el sector minero, agropecuario, industria textil, entre otro; debido a esto, es que se ha indagado más a profundidad tanto el núcleo como las aristas del tema y así mismo, se le ha dado la importancia que amerita el mismo ya que para nadie es un secreto el rol trascendental que juega para la vida de los seres vivos el agua.<sup>13</sup>

En realidad, cuando hablamos de la palabra calidad del agua nos encontramos con múltiples y diversas definiciones que, sin duda alguna, nos permite tener una visión holística de las innumerables aristas que hay dentro de esta palabra, en ese sentido de acuerdo al derrotero que busca seguir el presente trabajo, se encuentra en la definición que proporciona Aguilar Ibarra en el año 2010 la orientación conceptual más acorde a este término, este menciona que “desde un punto de vista integral, definir la calidad del agua significa ir más allá de sus atributos fisicoquímicos o biológicos; implica tomar en cuenta el contexto ecológico, así como los usos y valores que la sociedad les otorga”<sup>14</sup>, de esa manera el mismo autor también menciona que “la prosperidad de una sociedad depende en gran medida de su capacidad para utilizar, proteger y regenerar sus recursos hídricos (el agua en un sentido puramente físico) y acuáticos (la biodiversidad acuática)”<sup>14</sup>. Según lo planteado por Aguilar, no solo es definir un concepto, comprender su comportamiento y el de los actores que interactúan e inciden en la calidad del agua de manera directa e indirecta, por encasillar esta palabra desde lo semántico podría sesgar una palabra diversa, plural y contextual.<sup>14</sup>

### **5.1.2 Métodos de diagnóstico de la calidad del agua.**

Los métodos de diagnóstico de la calidad del agua son herramientas fundamentales para evaluar y monitorear la salud de los recursos hídricos. Existen diversas técnicas y enfoques utilizados en estos métodos, que abarcan desde análisis químicos y físicos hasta técnicas biológicas y microbiológicas. Los análisis químicos permiten determinar la presencia y concentración de contaminantes como metales pesados, pesticidas y productos químicos orgánicos. Las técnicas físicas evalúan parámetros como el pH, la conductividad eléctrica y la turbidez del agua, que proporcionan información sobre la composición y claridad del líquido. Por otro lado, los métodos biológicos y microbiológicos se basan en la observación de organismos acuáticos y microorganismos indicadores de la calidad del agua, que pueden indicar la presencia de contaminantes o la salud del ecosistema acuático.

Uno de los métodos de diagnóstico más utilizados es el muestreo y análisis de muestras de agua en laboratorio. Se recogen muestras en diferentes puntos del cuerpo de agua, como ríos, lagos o acuíferos, y se analizan en el laboratorio para determinar la presencia de contaminantes y evaluar su concentración. Este enfoque proporciona una visión detallada de la calidad del agua en un momento dado, pero requiere tiempo y recursos significativos. Además, para obtener un panorama más completo, es necesario realizar muestreos regulares en diferentes condiciones y estaciones del año, ya que la calidad del agua puede variar temporalmente debido a factores climáticos y actividades humanas.<sup>15</sup>

### **5.1.3 Impacto de la contaminación en los recursos hídricos**

La contaminación ejerce un impacto significativo en los recursos hídricos, amenazando la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos. La descarga de contaminantes provenientes de fuentes industriales, agrícolas y urbanas contamina ríos, lagos, acuíferos y océanos. Estos contaminantes pueden incluir sustancias químicas tóxicas, como metales pesados, pesticidas y productos químicos industriales, así como nutrientes en exceso, como nitratos y fosfatos provenientes de la agricultura y las aguas residuales. Estas sustancias pueden alterar la composición química del agua y dañar la vida acuática, afectando el equilibrio de los ecosistemas y la biodiversidad.

El impacto de la contaminación en los recursos hídricos no se limita solo al ámbito acuático, sino que también afecta a los seres humanos y al medio ambiente en general. El agua contaminada utilizada para consumo humano puede ser una fuente de enfermedades transmitidas por el agua, como diarrea, hepatitis, y otros trastornos gastrointestinales. Además, los ecosistemas acuáticos degradados por la contaminación pierden su capacidad para proporcionar servicios vitales, como la regulación del ciclo del agua, la purificación natural del agua y el hábitat para numerosas especies.<sup>16</sup>

#### **5.1.4 Factores de riesgo y fuentes de contaminación en las fuentes de agua**

Las fuentes de agua están expuestas a una serie de factores de riesgo y fuentes de contaminación que pueden comprometer su calidad. Entre los factores de riesgo se encuentran las actividades humanas, como la agricultura intensiva, la industria y la disposición inadecuada de desechos. La escorrentía de sustancias químicas agrícolas, como fertilizantes y pesticidas, puede infiltrarse en el suelo y llegar a las fuentes de agua, aumentando la concentración de nutrientes y contaminantes químicos. Asimismo, las actividades industriales pueden liberar sustancias tóxicas y productos químicos no biodegradables en los cuerpos de agua. Además, el manejo inapropiado de desechos sólidos y líquidos, incluyendo las aguas residuales sin tratar, representa una fuente significativa de contaminación del agua.

Otra fuente importante de contaminación del agua es la descarga de residuos domésticos y urbanos. Las aguas residuales generadas por los hogares y las áreas urbanas pueden contener microorganismos patógenos, productos químicos tóxicos y nutrientes en exceso. Si estas aguas residuales no se tratan adecuadamente antes de su liberación en los cuerpos de agua, pueden contaminar significativamente las fuentes de agua y representar un riesgo para la salud pública. Además, las prácticas inapropiadas de eliminación de basura, como el vertido de desechos sólidos en ríos y lagos, también pueden contribuir a la contaminación del agua y afectar negativamente los ecosistemas acuáticos.

Los desastres naturales también pueden desempeñar un papel importante en la contaminación de las fuentes de agua. Las inundaciones, por ejemplo, pueden transportar y dispersar una variedad de contaminantes, incluyendo sustancias químicas y desechos, desde áreas afectadas hacia las fuentes de agua cercanas. Asimismo, los eventos sísmicos pueden dañar la infraestructura de los sistemas de suministro de agua, lo que puede resultar en la liberación de contaminantes en el entorno acuático. Además, el cambio climático, con su impacto en los patrones de lluvia y las temperaturas, puede influir en la calidad del agua y aumentar el riesgo de contaminación.<sup>16</sup>

#### **5.1.5. Biodegradabilidad**

La biodegradabilidad, relación (DBO<sub>5</sub>/DQO) es útil en la gestión de aguas residuales y en la evaluación de la calidad del agua, ya que proporciona información sobre la capacidad del agua para recuperarse naturalmente de la contaminación orgánica y sobre la necesidad de tratamientos específicos para reducir la carga de contaminantes.

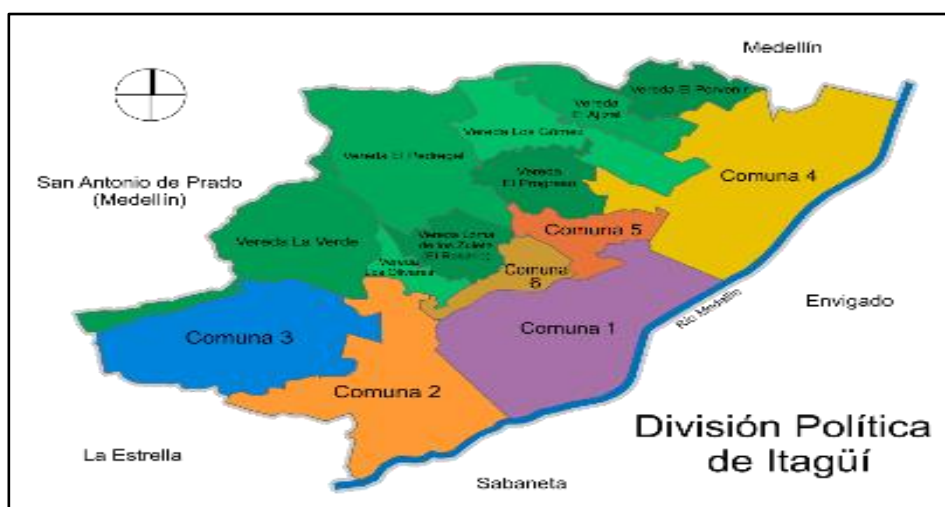
## 5.2 Marco geográfico

El Municipio de Itagüí está situado al sur de la ciudad de Medellín, en el Valle de Aburrá, una de las nueve regiones en las que se divide cultural y geográficamente el departamento de Antioquia. Colinda con Medellín, Envigado, Sabaneta y La Estrella. Tiene una extensión territorial de 21.09 km<sup>2</sup>, y 12.17 km<sup>2</sup> a la zona urbana y 8.91 km<sup>2</sup> a la zona rural, uno de los municipios más pequeños del país, que gran parte del territorio se destina a uso urbano.

El clima mantiene una agradable temperatura promedio entre 21°C y 26°C, sin la presencia de estaciones. Las precipitaciones por lluvia son frecuentes alcanzando en el año, al sur del Valle de Aburrá, los 2700 milímetros aproximadamente. En cuanto a la ecología del municipio, hay que observar en este pequeño municipio diferentes zonas rurales como parques donde hay diferentes clases de árboles que le sirven de pulmón. También en la zona montañosa se tienen tierras que sirven más que todo para el pastoreo de ganado. El principal afluente es el río Medellín, que es donde llegan las quebradas La Tablaza, La María, La Olivares, La Muñoz y La Limoná.

Su economía esta sostenida mayor mente por las Industrias textiles, el subproceso de confección, químicos, metalurgia, su población actual es de 233.215 Habitantes siendo así uno de los municipios más densamente poblado de Colombia.<sup>17</sup>

El municipio de Itagüí está conformado por 6 comunas y un corregimiento que se divide de la siguiente manera (ver **Ilustración 1**).<sup>17</sup>.



**Ilustración 1.** División Política de Itagüí

**Fuente:** Alcaldía de Itagüí<sup>17</sup>.

La comuna 4 del municipio de Itagüí está constituida por un total de 7 barrios y su área total está distribuida de la siguiente manera (**Ilustración 2**).





CODIGO	BARRIOS	AREA m2
58	SANTA MARIA No. 1	189.633,54
59	SANTA MARIA No. 2	513.486,91
60	SIMON BOLIVAR	197.035,54
61	LA ESMERALDA	279.020,64
62	SANTA MARÍA No. 3	1.450.583,27
63	COLINAS DEL SUR	236.122,42
64	SAN FERNANDO	684.224,17

**Ilustración 2.** Barrios de la comuna 4.

**Fuente:** Alcaldía de Itagüí<sup>17</sup>.

La comuna 4 es atravesada por la cuenca más importante del municipio de Itagüí la quebrada Doña María la cual es un referente ambiental del sector ya que cuenta con un área de la microcuenca: 75,8 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce principal: 25,84 km que se encuentra localización en la ladera occidental del Valle de Aburrá, entre los municipios de Medellín, Itagüí y La Estrella,<sup>27</sup> A esta tributan directamente más de 90 microcuencas (La Manguala, La Despensa, La Limoná, La Cabuyala, La Cajones, El Barcino, La Zulia, La Astillera, La Larga, La Piedra Gorda, La Isabela, La Pópala, La Zorrita, La Guapante, etc.), todas jóvenes, con fuertes pendientes, alta rugosidad y recorridos cortos.<sup>18</sup>

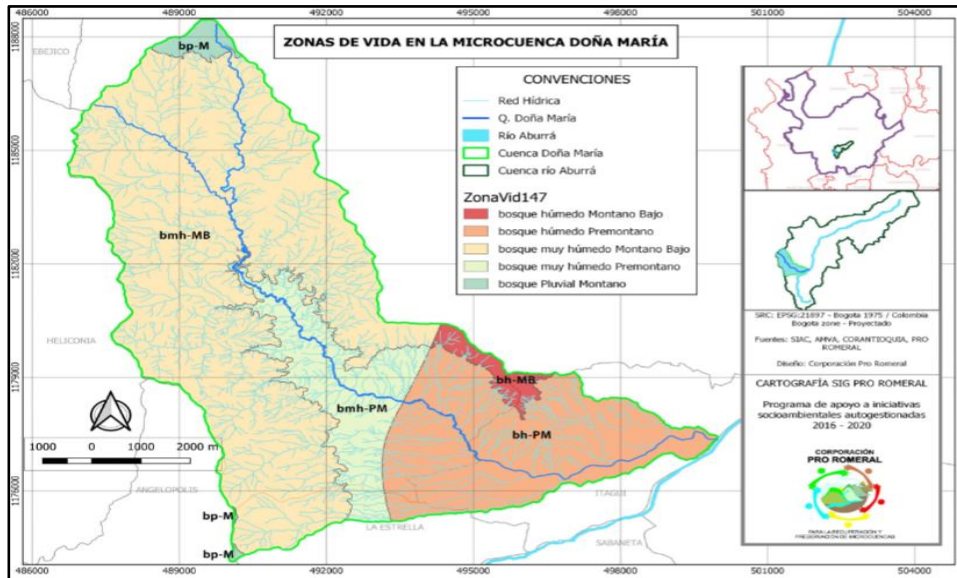
La cuota más baja está a 1500 msnm (sitio de la desembocadura en el río Aburrá) y la más alta a 3105 msnm (en el Alto del Padre Amaya), soportando gradientes de humedad y precipitación variados que originan 5 zonas de vida: bosque húmedo Premontano (bh-P), bosque muy húmedo Premontano (bmh-P), bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB) y bosque pluvial Montano (bp-M), de acuerdo con la clasificación de zonas de vida (Holdridge, 1987) (Ilustración 3).<sup>19</sup>

Esta cuenca abastece acueductos veredales y está en deterioro por contaminación y afectaciones a la calidad del agua presenta problemas de saneamiento, relacionados con vertimientos de aguas residuales en las fuentes hídricas por la inexistencia de sistemas de tratamiento o la falta de mantenimiento adecuado en las zonas rurales y por la interrupción del sistema de alcantarillado en los barrios urbanos. La calidad del agua de la cuenca Doña María se ve afectada por la mala disposición de residuos tanto sólidos como líquidos, la erosión y movimientos en masa esto sumándole la gran carga de químicos descargados por la gran cantidad de industrias que se encuentran en el municipio de Itagüí industrias.<sup>20</sup>

Al ser una cuenca abastecedora de acueductos a nivel veredal se encuentran en conflicto alto por usos del agua, lo que representa un riesgo de desabastecimiento ante situaciones extremas de sequía o por condiciones de contaminación.<sup>21</sup>

Las características de la microcuenca doña María, sumándole las que tributan directamente a doña María, forman una red hídrica muy densa, lo que indica el grado

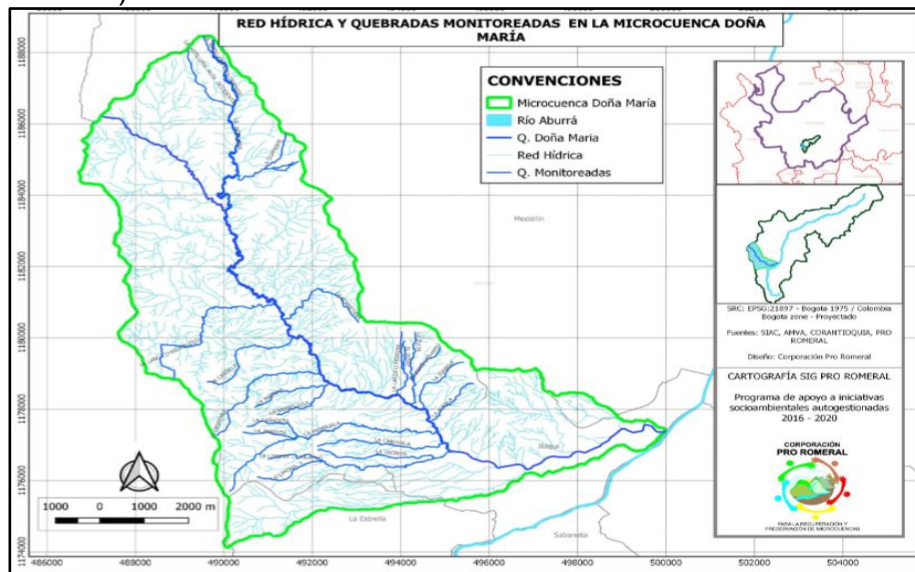
de accidentalidad topográfica y fisonómica de la microcuenca, pero la abundancia de agua en la misma, ligada a la cantidad de población asociada a la doña maría, ha terminado por tener bocatomas tanto colectivas como individuales. Cómo puede observarse la situación de las subcuencas tributarias a la Doña María y su densa red hídrica (*Ilustración 3*).<sup>22</sup>



**Ilustración 3.** Zonas de vida quebrada doña María.

**Fuente:** Corporación Pro-Romeral.

Por su gran importancia en el municipio de Itagüí tanto cultural como social la quebrada Doña María presenta diversas problemáticas de vertimientos los cuales se ven concentrados en la parte baja cerca de su desembocadura en el río Aburrá esto porque en ese sector se encuentran asentadas la mayoría de las industrias en el municipio de Itagüí. (*Ilustración 4*)<sup>21</sup>



**Ilustración 4.** Red hídrica quebrada doña María

**Fuente:** Corporación Pro-Romeral.

### 5.3. Marco legal

#### 5.3.1. Marco jurídico

**Tabla 1. Marco jurídico**

Ley, decreto, resolución, acuerdo	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco jurídico	Secciones de interés
Declaración de Río sobre el Ambiente y Desarrollo <sup>22</sup>	Organización de Naciones Unidas, 1992	Se establecen acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza de manera integral e interdependiente de la Tierra.	Principio 10 relacionado con emplear el mejor modo de tratar las cuestiones ambientales con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. Principio 11 los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. (Principio 25)
Constitución Política de Colombia <sup>23</sup>	Congreso de la república de Colombia, 1991	Crear una plataforma para abrir vías de libertad, participación e inclusión a las diferencias ideológicas por vía política en reemplazo de la violencia y exclusión. Inclusión de DD de 3ra generación.	Capítulo 3 del título 2, Art 79. Derecho a gozar de un ambiente sano. Art. 268.7. Presentar al Congreso de la República un informe anual sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente a nivel nacional.
Ley 09 de 1979 <sup>24</sup>	Congreso de la república de Colombia, 1979	Esta ley establece las normas sanitarias para la prevención y control de los agentes biológicos, físicos o químicos que alteran las características del ambiente que producen riesgo para para la salud humana, así como el código sanitario nacional.	Art. 51 a 54: Control y prevención de las aguas para consumo humano. Art. 55 aguas superficiales. Art. 69 a 79: potabilización de agua
Ley 99 de 1993 <sup>25</sup>	Congreso de la república de Colombia, 1993	Creación del ministerio de medioambiente, y disposiciones de prevención y control de contaminación de las aguas.	Art 31.12. Ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua. Art 45.3. Parágrafo 2. Tratamientos de aguas y manejo y disposición de desechos líquidos y sólidos
Ley 1801 de 2016 <sup>26</sup>	Congreso de la república de Colombia, 2016	Disponer normativa relacionada con el Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana	Art 28.3. y 111.13. Arrojar en las redes de alcantarillado, acueducto y de aguas lluvias, cualquier objeto, sustancia, residuo, escombros, lodo, combustibles o lubricantes, que alteren u obstruyan el normal funcionamiento. Capítulo 2 recurso hídrico, fauna, flora y aire, Art. 100.2, 100.3 y 100.4 comportamientos contrarios a la preservación del agua.

Ley, decreto, resolución, acuerdo	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco jurídico	Secciones de interés
Decreto 1541 de 1978 <sup>27</sup> (modificado por el Decreto 1594 de 1984)	Presidencia de la república de Colombia, 1978	Por medio del presente decreto se controlan los vertimientos por uso doméstico, industrial, y se dispone reglamentación al respecto	Art. 104 a 106: Ocupación de cauces y permiso de ocupación de cauces, Art. 211 a 219: Control de vertimientos, Art. 220 a 224: Vertimiento por uso doméstico y municipal, Art. 226 a 230: Vertimiento por uso industrial, Art. 231: Reglamentación de vertimientos
Decreto 1594 de 1984 <sup>28</sup>	INDERENA, 1981	Determina que las concesiones de agua podrán ser otorgadas hasta por veinte años y su vigencia está condicionada al otorgamiento del crédito para financiar las obras de infraestructura física, en especial, para la realización de estudios de factibilidad sobre aprovechamiento de aguas con destino a la formulación de proyectos de riego en diversos niveles.	Artículo 1 Cuando quiera que el presente Decreto se refiera a recurso, se entenderá por tal las aguas superficiales, subterráneas, marinas y estuarinas, incluidas las aguas servidas, artículo 3, artículo 4, artículo 6.
Decreto 2857 de 1981 <sup>29</sup>	Presidencia de la república de Colombia, 1981	Por medio del cual se reglamenta la ordenación y protección de cuencas hidrográficas	Art. 8 donde se autorizan y regulan los asentamientos. Art. 12, planea la ordenación de las cuencas como una medida dirigida a prevenir su deterioro o a lograr su recuperación.
Decreto 1594 de 1984 <sup>30</sup> (Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21)	Presidencia de la república de Colombia, 1984	Disposición de normas de vertimientos de residuos líquidos y usos del agua.	Art. 22-23 Ordenamiento del recurso agua, criterios de calidad y normas de vertimientos. Art. 29 Usos del agua. Art. 37 a 50 Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71 Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97 Normas de vertimientos.
Decreto Nacional 3930 de 2010 <sup>31</sup> (Compilado por el Decreto 1076 de 2015)	Presidencia de la república de Colombia, 2010	Se establecen las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados	Art 2. El presente decreto aplica a las autoridades ambientales competentes definidas en el artículo 3° del presente decreto, a los generadores de vertimientos y a los prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado. Parágrafo 1 del Art 8. ajuste de la reglamentación del uso de las aguas, de la reglamentación de vertimientos, de las concesiones, de los permisos de vertimiento, de los planes de cumplimiento y de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos y de las metas de reducción, según el caso

Ley, decreto, resolución, acuerdo	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco jurídico	Secciones de interés
Decreto 1076 de 2015 <sup>32</sup>	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015	Este decreto incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición	Inciso 7, Art 1.1.2.1.1. Otorgar permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables en las áreas del Parques Nacionales Naturales y emitir concepto en el marco del proceso de licenciamiento ambiental de proyectos, obras o actividades que afecten o puedan afectar las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, conforme a actividades permitidas por la Constitución y la ley.
Ley 79 de 1986 <sup>33</sup>	Congreso de la república de Colombia, 1986	Ley por medio de la cual se prevé a la conservación de agua y se dictan otras disposiciones.	Art. 1 donde se declaran áreas de reserva forestal protectora, para la conservación y preservación del agua
Decreto 605 de 1996 <sup>34</sup>	Presidencia de la república de Colombia, 1996	Reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de agua para consumo humano	Art. 1. Contaminación, aquellas que constituyan una molestia o degraden la calidad del aire, agua, suelo o del ambiente en general. Art. 104.6. De las prohibiciones y sanciones, donde se prohíbe la disposición o abandono de basuras, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto (...) en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos.
Decreto 901 de 1997 (Derogado por el Art 35 del Decreto 3100 de 2003). Decreto 3100 de 2003 (Derogado por el Art 28 del Decreto 2667 de 2012) y Decreto 3440 de 2004 <sup>35</sup>	Presidencia de la república de Colombia, Min Ambiente 1997-2003-2004	En los decretos mencionados, se actualizan la metodología de cálculo y desarrollan el tema de Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos Puntuales.	En estos decretos se determina y actualiza la tasa retributiva por vertimientos puntuales, el cual, es un instrumento económico que contribuye al control de la contaminación hídrica buscando cambiar en el comportamiento de los agentes contaminadores, generando conciencia del daño ambiental que ocasionan tanto las actividades diarias como los diferentes sectores productivos.



Ley, decreto, resolución, acuerdo	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco jurídico	Secciones de interés
Decreto 1575 de 2007 <sup>36</sup>	Presidencia de la república de Colombia, Min Protección social, Min Ambiente, 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	Capítulo 2 donde se disponen características y criterios de la calidad del agua para consumo humano, Art. 3 donde se describen las características fisicoquímicas y microbiológicas, que puedan afectar directa o indirectamente la salud humana
Decreto 3930 de 2010 <sup>37</sup>	Presidencia de la república de Colombia, Min Ambiente, 2010	Decreto por medio del cual se reglamenta disposiciones generales basadas en el uso del agua y residuos líquidos	Capítulo 7, de la obtención de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento, Art. 41, Requerimiento de permiso de vertimiento (Art. 42 y 43 del presente decreto)
Decreto 1076 de 2015 <sup>38</sup>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible	Sección 5, de la obtención de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento, Art. 2.2.3.3.5.1. Toda persona cuya actividad genere vertimientos a las aguas superficiales (...) deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente, el respectivo permiso de vertimientos.
Resolución 1433 de 2004 <sup>39</sup>	Presidencia de la república de Colombia, Min Ambiente, 2004	Por medio de esta resolución, se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003 acerca de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV	Parágrafo 1 del Art 4. Donde se incorporan indicadores como volumen total de agua residual volumen de agua residual colectada, cantidad de carga contaminante asociada por vertimiento, volumen total de las aguas residuales, lo cual permite una mejor medición de las afectaciones que pueda llegar a tener la respectiva cuenca.
Resolución 631 de 2015 <sup>40</sup>	Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, 2015	Resolución donde se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se determina permisos de vertimientos sobre quienes desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios, y que en el desarrollo de sus actividades generen aguas residuales que son vertidas sobre cuerpos de agua superficiales o al alcantarillado público	Art. 2 acerca de las definiciones sobre las ARD y ARnD. Capítulo 2 acerca de la disposición relacionada a los vertimientos puntuales de aguas residuales, Art 3. Acerca del cumplimiento de la norma de vertimientos Cuando la captación y la descarga se realicen en el mismo cuerpo de agua. Capítulo 3 y 5 acerca de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos respectivamente que presenten vertimientos puntuales de ARD

Ley, decreto, resolución, acuerdo	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco jurídico	Secciones de interés
Resolución 4716 de 2010 <sup>42</sup>	Min Protección Social, Min Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial, 2010	Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007	Art 1. Se tiene por objeto establecer las condiciones, recursos y obligaciones mínimas que deben cumplir las autoridades sanitaria departamental, distrital y municipal categoría especial, 1, 2, 3 y ambiental competente, para elaborar los Mapas de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Acuerdo Municipal 13 <sup>43</sup>	Concejo Municipal de Itagüí, 2013	Se establece e institucionaliza en el Municipio de Itagüí la Política Pública para garantizar el Derecho Humano al Agua Potable, su mínimo vital, el saneamiento básico, la conservación del patrimonio hídrico y el fortalecimiento institucional (...).	Art 2, parágrafo 1. Esta política busca fortalecer el tejido social a través de la gestión comunitaria para la <u>protección y conservación del patrimonio hídrico</u> , en busca de la satisfacción de necesidades vitales que les permitan a las comunidades organizadas mantener estable un sistema social, cultural, ambiental y económico.
Decreto 987 de 2015 <sup>44</sup>	Alcaldía de Itagüí, 2015	Por medio del cual se reglamenta el acuerdo municipal 015 de 2013 sobre la política pública del agua	Art 4. La administración municipal dispondrá en la discusión del presupuesto participativo, de manera prioritaria el tema del agua y su política, Art 5. La vigilancia y seguimiento al cumplimiento de esta política pública del agua será realizada por la secretaría del medio ambiente la cual podrá convocar y articular a las secretarías que considere necesarias para prestar el apoyo asesorar capacitar y canalizar los recursos económicos que se deriven de la implementación de la presente política
Acuerdo municipal 08 de 2020 <sup>45</sup>	Concejo Municipal de Itagüí, 2020	Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo para el municipio de Itagüí, para el período constitucional 2020-2023 y se disponen compromisos para la sostenibilidad ambiental del municipio	Título 5, Art 137. Se disponen de líneas estratégicas acerca de la gestión del recurso agua y suelo. Además del desarrollo de los compromisos se articulará con las políticas y directrices definidas por el AMVA y la corporación autónoma regional CORANTIOQUIA. Así mismo se adelantarán esquemas en los que la ciudadanía se apropie de la protección ambiental mediante una estrategia de participación capacitación y diálogo con el fin de lograr ciudadanos empoderados.

### 5.3.2. Marco normativo

**Tabla 2. Marco normativo a nivel internacional**

Manual, guía, plan, programa	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco normativo	Secciones de interés
Plan maestro de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para Colombia <sup>46</sup>	Organización de Naciones Unidas (ONU)	El objetivo de los ODS se basa en un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a (...) proteger el planeta (proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua) y acabar con las desigualdades sociales.	Línea estratégica 6 basada en agua limpia y saneamiento, donde se busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento universal, además de apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

**Tabla 3. Marco normativo a nivel nacional**

Manual, guía, plan, programa	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco normativo	Secciones de interés
Documento CONPES 2767 de 1995 <sup>47</sup>	Departamento Nacional de Planeación DNP, Ministerio de Desarrollo Económico, 1995	Plan de aguas de acueducto y alcantarillado que busca ampliar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de acueducto y alcantarillado	Este plan, cuenta con un manejo especial de los programas de protección de cuencas hidrográficas (...) mantenimiento de la productividad de los sistemas hídricos y descontaminación de los cuerpos receptores de aguas residuales, a partir del deterioro ambiental de los cuerpos receptores de las aguas residuales que se ha acelerado en los últimos años debido a los vertimientos no controlados, en especial en las zonas urbanas
Documento CONPES 3550 de 2008 <sup>48</sup>	Departamento Nacional de Planeación DNP, Gabinete Ministerial, IDEAM, ICA, INS, INVIMA, 2008	Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química	El objetivo principal del presente documento es definir los lineamientos generales para fortalecer la gestión integral de la salud ambiental orientada a la prevención, manejo y control de los efectos adversos en la salud resultado de los factores ambientales.
Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021 <sup>49</sup>	Ministerio de salud y protección social, 2013	Busca la reducción de la inequidad en salud, planteando 3 objetivos: 1) avanzar hacia la garantía del goce efectivo del derecho a la salud; 2) mejorar las condiciones de vida que modifican la situación de salud y disminuyen la carga de enfermedad existente.	Capítulo 7 apartado 7.1. y siguientes donde se desarrolla el eje temático de salud ambiental y las dimensiones prioritarias, hablando de la intervención de los determinantes sanitarios y ambientales de la salud, priorizando la calidad del agua para consumo humano (...), y el riesgo generado por la gestión inadecuada de los residuos sólidos y líquidos.



Manual, guía, plan, programa	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco normativo	Secciones de interés
Política Nacional Para La Gestión Integral Del Recurso Hídrico <sup>50</sup>	Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Territorial, 2010	Esta política establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años, que además de apuntar a resolver la actual problemática del recurso hídrico, permitan hacer uso eficiente del recurso y preservarlo	Capítulo 3 donde se hablan y desarrollan los diagnósticos, inciso A Estado del recurso hídrico, punto 5 donde se determinan los riesgos asociados al recurso hídrico se desarrollan los problemas de contaminación producto de los residuos líquidos, así mismo, en el mismo capítulo, inciso B Gestión del recurso hídrico, punto 2 hablan de la normativa vinculada con las concesiones de agua y permisos de vertimiento de residuos líquidos, donde se concluye que existen dificultades para su aplicación relacionadas principalmente con falta de unidad de criterio por parte de las autoridades ambientales y falta de protocolos y guías para su implementación

**Tabla 4. Marco normativo a nivel local**

Manual, guía, plan, programa	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco normativo	Secciones de interés
POMCA rio Aburra <sup>51</sup>	AMVA, CORANTIOQUIA, CORNARE, Min ambiente, 2019	El objetivo de este documento es dejar sentadas las bases de organización de las relaciones entre los actores con respecto al uso sostenible de los recursos naturales de la cuenca, a fin de facilitar y consolidar adecuadamente el esquema para la implementación de un instrumento de planificación del territorio, sentado sobre la perspectiva de la sostenibilidad ambiental.	Una sección de interés dentro del documento es el resumen ejecutivo, que a su vez, determina que este POMCA tiene la Gestión Integral del Recurso Hídrico en el territorio, al reconocer las particularidades regionales y las potencialidades de la participación de actores sociales e institucionales para garantizar la sostenibilidad del recurso, adicionalmente, en la fase de aprestamiento se menciona la alta contaminación que presente la cuenca debido a los vertimientos de aguas residuales industriales.
Programa de seguimiento y monitoreo a la calidad y Cantidad del recurso hídrico superficial <sup>52</sup>	AMVA, 2018	Aunar esfuerzos para la apropiación tecnológica y del conocimiento para la gestión integral del recurso hídrico superficial y subterráneo, (...) en la cuenca hidrográfica del río Aburrá-Medellín y la formulación de instrumentos de planificación	Capítulo 3, de los impactos a evaluar o mejorar, apartado donde se busca "evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica en diferentes períodos hidro climáticos del río Aburrá - Medellín y quebradas afluentes, así como la afectación de la diversidad de especies hidrobiológicas."

Manual, guía, plan, programa	Entidad quien expide, fecha de expedición	Objeto del marco normativo	Secciones de interés
Programa para el mejoramiento integral de la microcuenca de la quebrada doña maría, municipios de Itagüí y Medellín <sup>53</sup>	AMVA, 2018	Desarrollar un programa integral para la microcuenca Doña María de los municipios de Itagüí y Medellín que permita un mejoramiento de las condiciones del recurso hídrico y una apropiación de todos los actores en la microcuenca para que sea sostenible a mediano y largo plazo	Los lineamientos de este programa se basan en la apropiación social con los diferentes actores de la quebrada en un proceso vinculante con el objetivo de generar conocimiento, apropiación y empoderamiento. Así mismo, la continuidad desde las administraciones municipales, en colaboración con las autoridades ambientales, que son las encargadas de velar por la continuidad del programa y de sus proyectos y finalmente, el seguimiento desde las mesas interinstitucionales que estarán encargadas de hacer veeduría e impulsar el desarrollo del programa y sus proyectos.
Plan de ordenación y manejo de la microcuenca de la Quebrada Doña María municipios de Itagüí, La Estrella y Medellín <sup>54</sup>	AMVA, IDEAM, 2008	Este proyecto resume los resultados del Plan de ordenación y manejo de la microcuenca de la Quebrada Doña María, desde la caracterización física, biótica y antrópica de la microcuenca, indispensable para la formulación de cualquier plan de ordenación y manejo, hasta la prospectiva y la formulación misma del plan	Capítulo 2.5 análisis del riesgo, si bien en este documento, especialmente en este apartado, no se menciona directamente el problema ecosistémico de la quebrada a partir de los vertimientos y residuos líquidos en su cauce, se detalla el riesgo a partir de la ordenación y zonificación que se propone en el POMCA y POT municipales, donde el tramo bajo de la microcuenca presenta una categoría de riesgo alta, que para el caso de esta investigación es el tramo seleccionado a estudiar.
Guía para la formulación y/o ajustes de los planes de saneamiento y manejo de vertimientos <sup>55</sup>	CORANTIOQUIA, 2017	Es el instrumento de planificación creado por el documento CONPES 3177 de 2002, Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales y el Decreto 3100 de 2003 Tasas Retributivas por Contaminación, y desarrollado por la Resolución 1433 de 2004 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial - MAVDT- (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Min ambiente)	Esta guía tiene como finalidad avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos por medio de programas, proyectos y actividades encaminadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales al sistema público de alcantarillado.

## 6. Metodología

### 6.1 Tipo de estudio

Este estudio tiene un alcance descriptivo. Según la definición de Sampieri <sup>57</sup>, los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación, en este caso, el fenómeno que se desea abordar con precisión es el diagnóstico de la calidad del agua de la quebrada doña María en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí y de esa manera, analizar y clasificar los datos recolectados por medio de fuentes primarias y secundarias, respondiendo a los objetivos específicos que plantea la presente investigación, lo cual conlleva a realizar análisis de acuerdo a los objetivos que correspondan con dicha acción.

### 6.2. Población objeto o universo

La población a la que se refirieron los datos de esta investigación fueron los habitantes en general (cuando se habla de habitantes, también se hace referencia a toda clase de industria asentada en el sector) agrupados en la comuna 4 del municipio de Itagüí desde el año 2004 al 2022 especialmente los asentados en el tramo que atraviesa la quebrada doña María en esta comuna.

### 6.3. Caracterización de la población

La comuna 4 es la más grande del municipio de Itagüí la cual, cuenta con un total de 65.009 personas, de acuerdo al último Informe Estadístico Itagüí del año 2021 desarrollado por el Departamento Administrativo de Planeación y la Subdirección de Información y Caracterización del municipio de Itagüí, lo cual, representa el 22,42% de la población de todo el municipio; en ese sentido, los hombres tienen una representación proporcional menor que las mujeres, con el 47,26% y 52,74% respectivamente y el grupo de edad más representativo es el comprendido entre los 20 y 29 años, con una cifra de 11.718 personas, lo que equivale al 18,03% de los habitantes <sup>58</sup>.

### 6.4 Criterios de inclusión y de exclusión

Como se evidencia en la **Tabla 5**, en el presente estudio, se trabajó con los habitantes en general de la comuna 4 del municipio de Itagüí. Respecto a la exclusión por habitantes no pertenecientes a la población asentada en las zonas aledañas a la quebrada doña María dentro de la comuna 4 del municipio, no se tiene en cuenta ya que interfiere de manera directa en el análisis y descripción de los datos y resultados, por tal razón, no se centró en esta población.

**Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión del presente estudio**

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Pertenecer a las zonas aledañas o de interacción de la microcuenca de la quebrada doña María dentro de la comuna 4 del municipio de Itagüí.	Estar por fuera de la comuna 4 del municipio de Itagüí.
Tener presencia en esta zona mínimo entre el periodo comprendido por los años 2004-2022.	Tener algún conflicto de interés con la intención del presente estudio.

### **Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

- Documentos, informes, manuales.
- Diario de campo (realizado en las salidas de campo).
- Guías para la recolección de información.

## **6.5 Recolección de la información**

### **6.5.1 Entrevistas personales**

Para contribuir con los objetivos propuestos, en varios momentos de la investigación fue necesario consultar las opiniones de distintas personas con perfiles variados con las que se compartieron importantes experiencias que enriquecieron el desarrollo del trabajo. A continuación, se listan las entrevistas respectivas:

#### **6.5.1.1 Sector académico**

- John Didier Martínez Dávila. Administrador Sanitario y Ambiental. Especialista en Gestión Ambiental. Profesor de la Facultad Nacional de Salud Pública. Asesoría realizada el día 21 de agosto de 2023, 1:30 pm enfocada en la normatividad a emplear para realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que hacen parte del presente estudio.

#### **6.5.1.2 Sector institucional - Político**

Funcionarios de autoridades ambientales:

##### **1. Secretario de Medio Ambiente del municipio de Itagüí**

- Sebastián Zuleta Zea. Ingeniero Civil. Reunión realizada el 09 de marzo del año 2023, hora 10:00 am, donde se trataron inquietudes y dudas por

parte del equipo investigador relacionadas con el tema de vertimientos de ARD y ARnD sobre el caudal de la quebrada Doña María, además, se consulto acerca de cuál era el manejo que se le daba por parte de la secretaria de Medio Ambiente ante los posibles incumplimientos en este tema por parte de las industrias asentadas en el área de interacción cercana a la quebrada.

## **2. Subsecretaria de Salud Pública del municipio de Itagüí**

- Alejandro Pulgarín Arteaga (que para la época de la reunión ya se desempeñaba como subsecretario de aseguramiento y control de la salud). Enfermero. Reunión realizada el 23 de marzo del año 2023, hora 01:00 pm, donde por parte del equipo investigador, con la compañía del líder comunitario Álvaro Andrés Vargas, se expusieron y trataron ante el subsecretario un pliego de preguntas relacionadas con el tema de vertimientos de ARD y ARnD sobre el caudal de la quebrada Doña María que no pudieron ser resueltas en el encuentro que se sostuvo con el secretario de medio ambiente del municipio.

## **3. Área Metropolitana del Valle de Aburrá.**

- Sara Lizeth Salamanca Arias. Profesional del área de gestión ambiental, perteneciente al equipo de profesionales del Área Metropolitana del Valle de Aburra. Comunicación realizada el 25 de mayo de 2018, hora 12:10 pm, donde se buscó compartir la información que se requería para este estudio relacionada con los puntos de muestreo que el AMVA tiene determinados para medir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

### **6.5.1.3 Sector comunitario**

- María Emma Chaverra. Líder ambiental independiente del municipio de Itagüí. Entrevista realizada el día 17 de agosto del año 2023, hora 03:30 pm de 2023, donde se compartió un histórico por parte de la líder ambiental y comunitaria, buscando entender los comportamientos y dinámicas tanto sociales como ambientales de la quebrada Doña María y de su comunidad vecina.

### **6.5.2 Derechos de petición**

Para responder al objetivo específico No. 2: Analizar los parámetros fisicoquímicos, biológicos e índices de calidad del agua de la quebrada Doña María en el tramo que

atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí en el periodo 2004-2022. Fue necesario realizar dos derechos de petición al AMVA, el primero de estos, bajo radicado numero 014583-2023, se realiza para poder realizar una radiografía inicial y así mismo un abre bocas de la situación en general de la quebrada como sus problemáticas. En ese sentido, para tener un mejor contexto, se realiza un segundo derecho de petición bajo radicado numero 022533-2023, con el fin de solicitar algún tipo de explicación frente a los datos obtenidos inicialmente y las dudas que genero este primer proceso.

- El 19 de mayo de 2023, hora 01:07 pm, se realiza el primero de dos derechos de petición, con la intención de obtener la información secundaria (parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e índices de calidad del agua) de la quebrada Doña María.
- El 01 de agosto de 2023, hora 12:14 pm, se realiza el segundo derecho de petición, con la intención de clarificar la información secundaria obtenida en una primera instancia y de esta misma manera, aclarar los interrogantes derivados de este proceso analítico (parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e índices de calidad del agua) de la quebrada Doña María.

Radicados estos derechos de petición, se solicitaron las bases de datos de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e índices de calidad del agua reportados por el AMVA, así como información relacionada con los puntos de muestreo que tiene determinados esta autoridad en la microcuenca. Así mismo, mediante reuniones con el secretario de Medio Ambiente y subsecretario de Salud Pública de la Alcaldía de Itagüí, se solicitó toda la información correspondiente al rol que desempeñan estos despachos frente a la jurisprudencia que presentan frente a la quebrada doña María, así mismo, que información tenían referente a la calidad del agua de la microcuenca. Toda esta información luego de que fue explorada y depurada, se aportaron los datos para la construcción de tablas y gráficas y dar lugar a los respectivos análisis descriptivos con el fin de dar respuesta a los objetivos específicos del presente estudio.

## **6.6 Procedimiento Actividades para dar cumplimiento de los objetivos**

- Lectura previa
- Trabajo en campo
  - Solicitud de información documental
  - Recorrido en campo
- Análisis de la información. Es importante mencionar que, en algunos casos, se empleó la resolución 0631 de 2015 con la intención de tener una línea base, esto sin olvidar que el punto de análisis es una fuente superficial y no un vertimiento.

La metodología empleada para abordar el presente estudio fue a través de un diagrama simple, de elaboración propia donde se buscó darle simplicidad y orden a la ruta que se empleó para darle respuesta a los objetivos por medio de actividades y tareas previamente establecidas. Es así como a cada objetivo específico se le asignó como

mínimo una tarea, una actividad y junto a ello, una pregunta para cada tarea que buscaba darle respuesta a esta composición metodológica, como se explica en el siguiente grafico:



De esta manera fue abordada la metodología, actividades y tareas empleadas para dar respuesta a los objetivos, las cuales, pueden verse de una manera más detallada en el anexo 1.

## 7. Aspectos éticos

De acuerdo con los principios establecidos en el Código de Núremberg (1947), el Informe Belmont (1978) y las pautas éticas internacionales CIOMS (1991), donde se establecieron principios éticos universales que deberían de aplicarse en la revisión ética de los protocolos de investigación, y de acuerdo a los parámetros tipificados en la resolución 8430/93 del Ministerio de Salud en su artículo 10 y 11, se consideró este estudio como investigación sin riesgo, y en cumplimiento con los aspectos mencionados en el artículo 6 de dicha resolución, el presente estudio se desarrollará a partir de los siguientes criterios<sup>57</sup>:

La investigación tendrá como derrotero la pauta 1: valor social, científico y respeto de los derechos y la pauta 4: posibles beneficios individuales y riesgos de participar en una investigación, de las pautas éticas internacionales CIOMS, interpretando estas pautas como un todo; por otro lado, se tiene en cuenta el código de Núremberg donde se plantea el primer antecedente/hito que se encuentra correlacionado al principio de autonomía, donde “se reconoce la capacidad de las personas para decidir sobre lo que puede hacerse con su cuerpo y sus atributos sociales o intelectuales, al tiempo que promueve el respeto a su voluntad de participar o negarse a hacerlo en cualquier tipo de investigación”<sup>30</sup>, así mismo, el informe de Belmont establece los principios de respeto por las personas, beneficencia y justicia y es así como a partir de estos principios éticos fundamentales, es que esta investigación busca justificar su objeto y fin, así como fundamentar la descripción investigativa que se pretende hacer con la pregunta de investigación ya planteada en este trabajo.

El conocimiento que se pretende producir a partir del presente estudio no se puede obtener por otros medios idóneos como fórmulas matemáticas o estado del arte, toda vez que es necesario indagar en campo múltiples variables, procesos e indicadores que no se pueden predeterminar y/o estandarizar (de manera general).<sup>57</sup>

Contar con el Consentimiento Informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la Resolución 8430/93.

Es importante establecer que la presente investigación se llevara a cabo una vez se obtenga la autorización de la Universidad de Antioquia, cuando el consentimiento informado (CI) de los participantes presente aval, y por último cuando el presente estudio presente la aprobación del comité de ética de la Universidad de Antioquia.

Aunque el valor social y científico justifica las investigaciones, los investigadores del estudio deben garantizar la preservación de los derechos humanos evitando que los participantes en el estudio o las comunidades anfitrionas sean maltratados o injusticias, no refiriéndonos solo a riesgos físicos, sino también a afectaciones sociales, jurídicas, económicas y/o emocionales.



## 8. Resultados y análisis de resultados

### 8.1. Objetivo específico #1

**Identificar los puntos críticos de contaminación que afectan la calidad del agua de la quebrada Doña María en la comuna 4 del municipio de Itagüí.**

El AMVA tiene identificado un punto crítico que a su vez es un punto de monitoreo de la calidad y cantidad del agua:

- Ubicación del punto de monitoreo: Municipio de Itagüí.
- Coordenadas: 6°10'51.13" Norte y 75°35'28.79" Oeste.
- Altitud: 1525 msnm

Una de sus principales características es que el cauce está invadido por algunas viviendas, lo que representa un peligro debido a que en ocasiones se presentan inundaciones. El sitio de monitoreo está ubicado 100 m antes de la confluencia con el río Aburrá-Medellín. En ese punto, la quebrada recibe numerosas descargas de origen doméstico, que alberga en sus márgenes vegetación tipo rastrojo medio y alto. Problemática que se ha visto intensificada debido al proceso de urbanización sobre las márgenes de la quebrada Doña María.<sup>59</sup>

Dentro de la información proporcionada por el AMVA, se identificaron tres principales problemáticas en relación con la calidad del agua de la quebrada Doña María.

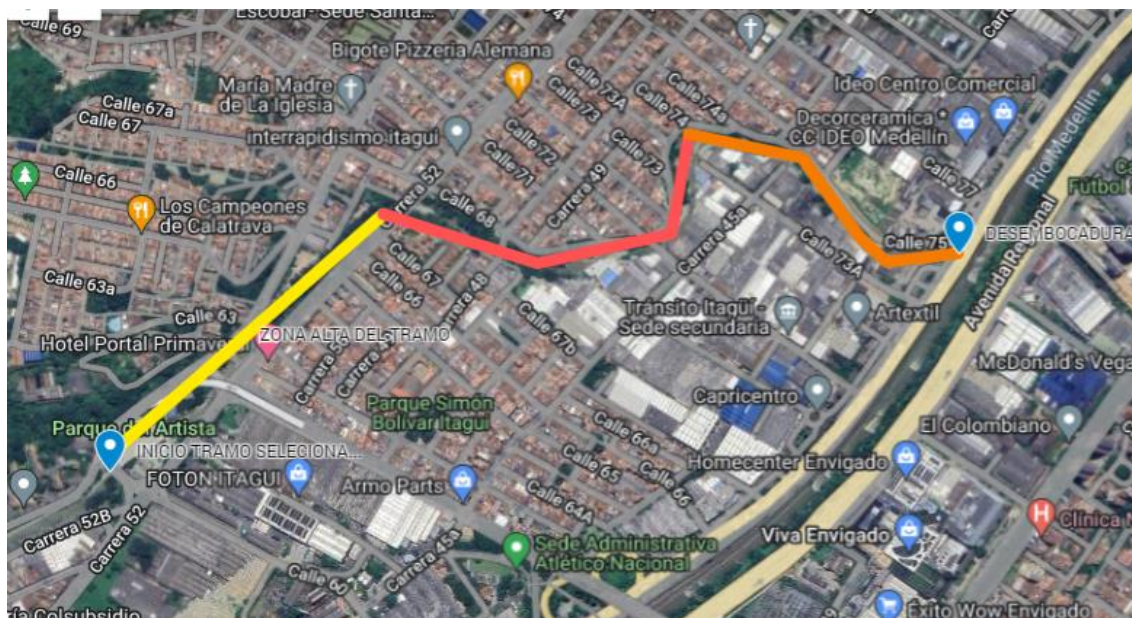
1. Desconexión al alcantarillado en la parte baja de la quebrada Doña María por parte de viviendas y empresas.
2. La posible lejanía de los puntos de acopio de basuras o falta de cobertura para este servicio, igualmente, la falta de cultura ambiental de las comunidades que viven cerca a la quebrada.
3. Disminución o remoción de la cobertura vegetal en zona de ribera, lo cual se debe principalmente a la ocupación del cauce para la construcción de viviendas.<sup>59</sup>

En la visita de campo realizada se realizó un recorrido por todo el tramo descrito en la **Ilustración 5**, de la quebrada Doña María que comprende más exactamente desde el Parque del Artista hasta la desembocadura de la quebrada al Río Aburrá. Se evidenciaron distintos puntos críticos los cuales ponen en riesgo la calidad del agua de la quebrada Doña María, estos puntos críticos se dividieron en tres grupos, teniendo en cuenta el motivo por el que se consideran una fuente de contaminación:

- Habitantes de calle o las personas recicladoras asentadas en las riberas de la quebrada Doña María.
- Falta de cultura ambiental de las personas cercanas o que concurren las riberas de la quebrada Doña María.

- Empresas o casas asentadas en las riberas de la quebrada Doña María

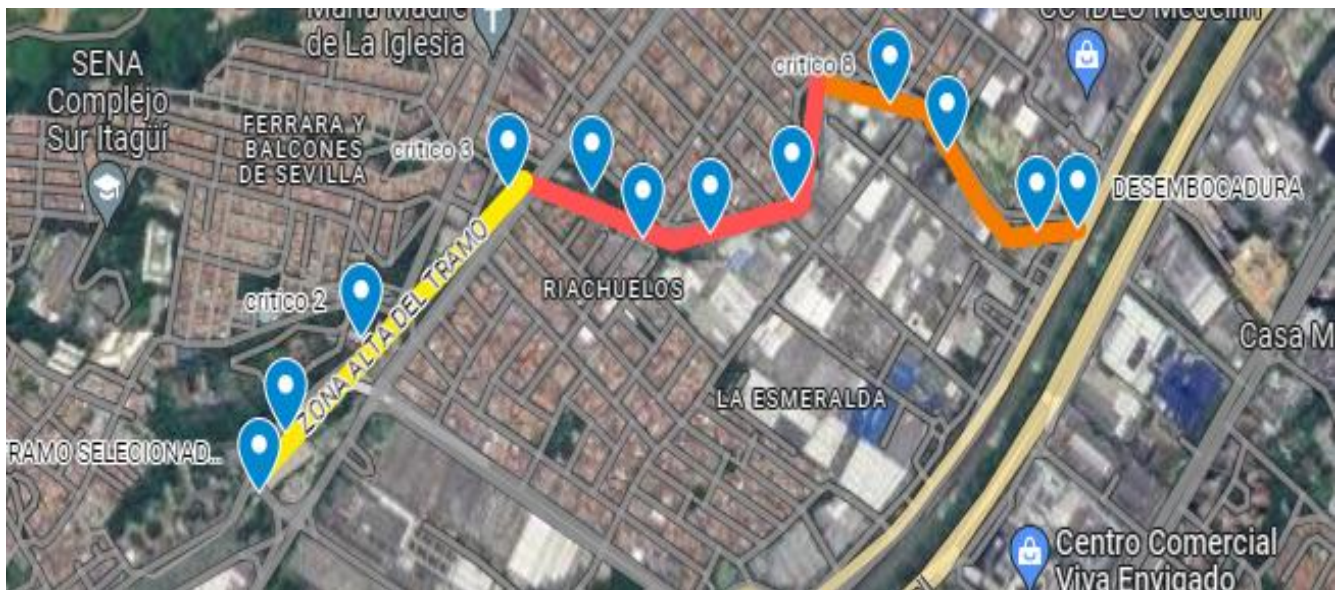
Se dividió el tramo seleccionado en tres sectores sector alto del tramo (amarillo), sector medio del tramo (rojo) y sector bajo del tramo (naranja) como se aprecia en los siguientes mapas (*Ilustración 5*).



**Ilustración 5.** División de tramos 1

**Fuente:** Propia realizado con Google maps.

Se identificaron en total diez puntos críticos que se encuentran en todo el tramo seleccionado como se muestra en el siguiente mapa, donde los puntos críticos se resaltan con un marcador azul (*Ilustración 6*). Se evidenció que el tramo alto y medio se encuentran mayormente los puntos críticos generados por residuos sólidos y en la parte baja los puntos críticos son mayormente generados por residuos líquidos provenientes de viviendas o empresas asentadas a las riberas de la quebrada, esto debido a la problemática evidenciada por el AMVA, donde en la parte baja de la quebrada hay desconexión al alcantarillado por parte de viviendas y empresas.



**Ilustración 6.** Puntos críticos hallados

**Fuente:** Propia realizado con Google maps.

### **Punto crítico 1**

El Parque del Artista, ubicado en la zona alta del tramo seleccionado, donde una gran cantidad de personas van a este sitio a hacer deporte o actividades al aire libre. Al inicio del recorrido se comprobó que las personas arrojan las basuras en el suelo o a la quebrada; a pesar de que el municipio dispone recipientes de basura en todo el parque (*Ilustración 7 e Ilustración 9*)

Se observó una preocupante falta de cultura ambiental entre los visitantes. A pesar de contar con recipientes de basura distribuidos por todo el parque, se evidencio que muchas personas arrojan sus desechos en el suelo o hacia la quebrada cercana, lo que indica una falta de conciencia sobre el cuidado del entorno. Además, se observa que algunas personas en vehículos cercanos a la quebrada aprovechan la oportunidad para arrojar bolsas de residuos sólidos directamente al cauce, lo cual constituye una acción irresponsable y perjudicial para el ecosistema (*Ilustración 8*). Estos comportamientos reflejan la necesidad de promover una mayor educación ambiental y fomentar el respeto por el entorno natural en este lugar.





**Ilustración 7.** Residuos arrojados por personas que transitan por el parque del Artista



**Ilustración 8.** Bolsas arrojadas por vehículos que transitan por el sector



**Ilustración 9.** Basura acumulada punto crítico 1

## Punto crítico 2

A 300 metros del Parque del Artista, en la zona alta del tramo seleccionado, donde empieza la zona comercial del sector, se encontraron desechos cortopunzantes como son los residuos de vidrierías y tubos de desagüe que transportan residuos líquidos provenientes de locales comerciales (*Ilustración 10 e Ilustración 11*).

Esta situación plantea graves problemas relacionados con la salud pública y el ambiente, ya que estos desechos representan un peligro para el ecosistema

circundante, poniendo en riesgo la vida y la salud de las personas, así como la fauna local y la salud de los organismos acuáticos si llegan a la quebrada Doña María. Además, son un riesgo para las personas, pudiendo causar heridas graves e infecciones. Es fundamental tomar medidas inmediatas, por parte de los organismos administrativos municipales, corporaciones político-administrativas como lo es el Concejo Municipal, y todo aquel ente que cumpla con roles de inspección, vigilancia y control como las CAR y entidades ambientales como el AMVA, implementando una gestión adecuada de estos residuos y promoviendo la concientización ambiental entre los propietarios de los establecimientos y la comunidad, para garantizar la preservación de este espacio natural y el bienestar de todos sus visitantes.



**Ilustración 10.** Residuos cortopunzantes arrojados a la quebrada Doña María



**Ilustración 11.** Desagües de locales comerciales directamente al cauce de la quebrada

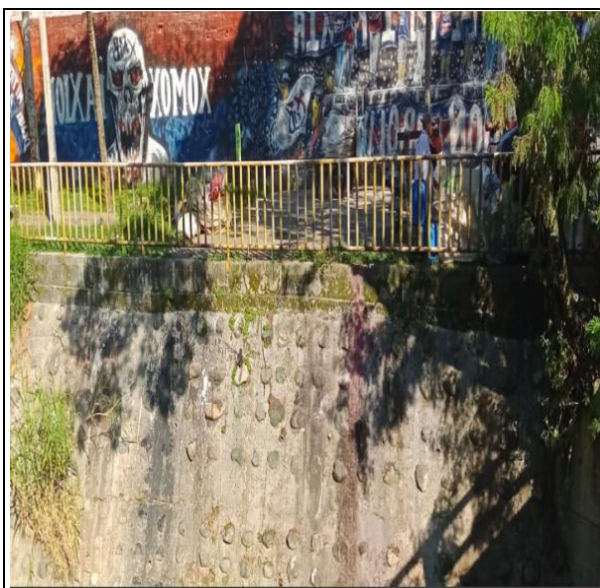
### Punto crítico 3, 4 y 5

Estos tres puntos son similares y se caracterizan por el asentamiento de habitantes en situación de calle y por recicladores no organizados (ya que en el municipio de Itagüí por parte de la administración municipal existe un programa llamado “Itagüí Recicla” el cual es “una iniciativa que le apuesta a la implementación de una ruta de recolección selectiva de reciclaje en la ciudad, con el fin de que las empresas de recuperadores y recicladores organizados se unan; para ordenar y regular la actividad del aprovechamiento de los residuos sólidos, aportando a las condiciones sociales, culturales y laborales de los recicladores de oficio y a la salud pública y medioambiental”) en las riberas del sector medio del tramo seleccionado. Los recicladores seleccionan los residuos que les sirven y los que no, terminan arrojando los residuos que no son aprovechables al cauce de la quebrada, adicionalmente, los habitantes en situación de calle han construido viviendas improvisadas asentadas en las riberas de la quebrada, situación que termina afectando de manera directa la calidad



del agua de la quebrada Doña María a la altura de la comuna 4 del municipio. (**Ilustración 12 a Ilustración 17**).

Esta situación representa una grave amenaza para el medio ambiente del sector circundante al cauce de la quebrada. El arrojo de residuos no aprovechables al cauce de la quebrada contribuye a la contaminación del agua y afecta la salud de los ecosistemas acuáticos; además, el asentamiento de habitantes en situación de calle en las riberas, en conjunto con la problemática mencionada anteriormente, conlleva a la degradación ambiental y la alteración de los ecosistemas naturales, así como problemas de deterioro del paisaje por abandono y acumulación de residuos, que como consecuencia de la descomposición de estos, generan malos olores. De igual manera, se generan vectores como moscas, mosquitos, roedores y cucarachas que transmiten enfermedades tales como leptospirosis, fiebre amarilla, cólera, entre otras. Es esencial abordar estas problemáticas desde una perspectiva ambiental, implementando medidas concretas para mitigar los impactos negativos. Esto implica promover la educación ambiental y concienciar sobre la importancia de la gestión adecuada de residuos, fomentando la separación, el reciclaje y la reutilización de materiales. Asimismo, es necesario buscar soluciones sostenibles que brinden alternativas de vivienda digna para las personas en situación de calle, reduciendo así su impacto en el entorno natural.



**Ilustración 12.** Recicladores asentados en las riberas de la quebrada



**Ilustración 13.** Residuos generados por habitantes en situación de calle





**Ilustración 14.** Residuos generados por habitantes en situación de calle



**Ilustración 15.** Residuos generados por habitantes en situación de calle



**Ilustración 16.** Habitantes en situación de calle asentados en las riberas de la quebrada Doña María



**Ilustración 17.** Habitantes en situación de calle asentados en las riberas de la quebrada Doña María

### **Punto crítico 6 y 7**

En este sector medio, del tramo seleccionado, se aglomeran residuos sólidos de una manera no apropiada afuera de viviendas, esto en días y horarios no establecidos para su recolección, causando así un impacto ambiental en el sector y afectando directamente la quebrada, debido a que esta acumulación se da en proximidades de las riberas contaminando su afluente y alrededores (**Ilustración 18 a Ilustración 21**).



Esta situación plantea y trasluce graves consecuencias ambientales y en la Salud Pública. La acumulación inapropiada de residuos sólidos fuera de las viviendas no solo genera una imagen visual desfavorable, sino que también puede dar lugar a la proliferación de plagas y enfermedades, así como la contaminación del agua y el suelo. La quebrada, como fuente de agua y hábitat natural, sufre directamente los efectos de esta acumulación, poniendo en peligro la vida acuática y perjudicando la calidad del agua.

Es esencial abordar de manera urgente esta problemática. Se requiere una gestión integral de residuos sólidos, promoviendo la concientización sobre la importancia de seguir los horarios y las pautas establecidas para la recolección. Asimismo, es necesario educar a la comunidad sobre la importancia de la separación y el reciclaje de los residuos, así como la necesidad de mantener limpio y protegido el entorno natural de la quebrada.



**Ilustración 18.** Recipiente para residuos que la comunidad utiliza para aglomerar los residuos domésticos



**Ilustración 19.** Punto de aglomeración de residuos domésticos en puente de la quebrada





**Ilustración 20.** Acumulación de residuos provenientes de las casas de la comuna 4



**Ilustración 21.** Acumulación de residuos domésticos en recipiente de un parque en las riberas de la quebrada

### **Punto crítico 8 y 9**

En estos dos puntos puede haber un mayor impacto en el deterioro de la calidad del agua de la quebrada Doña María, debido a que, en el sector bajo del tramo seleccionado, se evidenciaron empresas con conductos de material PVC que apuntan directamente a la quebrada permitiendo la descarga y vertimiento de cualquier tipo de residuo líquido directamente a la quebrada sin aplicarse un tratamiento previo de este; la mayoría de estas empresas cuentan con más de 3 conductos de material PVC, los cuales, durante el recorrido realizado por los investigadores, se pudo observar y evidenciar de algunos de dichos conductos ya mencionados, realizando vertimientos de aguas no domésticas líquidas de manera directa a la quebrada. (Ilustración 22 a Ilustración 25).

Según el AMVA y el Secretario De Medio Ambiente del municipio de Itagüí no se tiene conocimiento de que alguna empresa realice vertimientos de forma directa a la quebrada de residuos líquidos de procedencia no doméstica, esto se logró contrastar con lo observado en el recorrido de campo y se puede concluir que es importante que se realice un acercamiento por parte de las autoridades a las empresas que presuntamente realicen vertimientos de aguas no domésticas que tienen por destino final el cauce de la quebrada, con el fin de investigar y corroborar si en efecto se realizan disposiciones irregulares de vertimientos, teniendo en cuenta que con lo observado no se puede determinar que estos conductos de material PVC sean utilizados para contaminar directamente la quebrada.

Es imperativo abordar esta problemática de manera urgente y efectiva. Las empresas deben asumir su responsabilidad ambiental y cumplir con las regulaciones y normativas

pertinentes en cuanto al manejo adecuado de los vertimientos de Aguas Residuales Domesticas y no Domesticas (ARD y ARnD respectivamente). Se requiere una supervisión rigurosa por parte de las autoridades competentes como lo es CORANTIOQUIA, AMVA y por parte de la administración municipal sobre todo en función de su rol de vigilancia y control para garantizar el cumplimiento de estas normas y tomar medidas enérgicas contra las empresas que no cumplan con los requisitos ambientales ya estipulados.

Además, es fundamental promover la concientización sobre la importancia de la protección del agua y del ecosistema acuático, tanto entre las empresas como en la comunidad en general. Se deben implementar programas de educación ambiental y fomentar prácticas sostenibles que minimicen el impacto negativo en la quebrada y promuevan la conservación de este valioso recurso natural.



**Ilustración 22.** Empresas con presunta disposición de ARnD directo al cauce de la quebrada



**Ilustración 23.** Empresa de reciclaje asentada en la ribera de la quebrada Doña Maria





**Ilustración 24.** Empresas con disposición de ARnD directo al cauce de la quebrada Doña María.



**Ilustración 25.** Empresa de reciclaje asentada en la ribera de la quebrada Doña María

### **Punto crítico 10**

Unos metros antes de llegar donde desemboca la quebrada Doña María al río Aburrá, se pudo identificar el último punto crítico generado por viviendas construidas a orillas de la quebrada, donde se evidencia que se arrojan las Aguas Residuales Domesticas (ARD) directamente a la quebrada, se identifican 5 conductos de material PVC (ver **Ilustración 26**).

Cerca de este punto a 80 metros aproximadamente se observó la única señalización que el municipio de Itagüí instaló para hacer frente al deterioro de la calidad ambiental del sector, un cartel que prohíbe arrojar residuos en la zona de la quebrada (ver **Ilustración 27**)

Esta situación representa un serio problema ambiental y sanitario. La disposición de Aguas Residuales Domesticas (ARD) sin tratamiento previo directamente a la quebrada provoca una contaminación significativa del agua y pone en riesgo la estabilidad ecológica y ecosistémica del entorno de la quebrada Doña María, la calidad del agua del río aburra cuando la quebrada lo abastece, la salud de la población que habita el sector contiguo a esta, y la salud publica en general. Además, esta práctica compromete la salud de las personas y la calidad de vida de quienes viven cerca de la quebrada.

Es imprescindible abordar esta problemática de manera inmediata y efectiva. Se requiere implementar medidas de saneamiento ambiental, promoviendo la educación y concientización sobre la correcta gestión de las Aguas Residuales Domesticas (ARD). Es fundamental proporcionar alternativas adecuadas para el tratamiento y disposición de estos residuos, evitando el vertimiento directo a la quebrada. Asimismo, se debe

promover la participación de la comunidad en la adopción de prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente.



**Ilustración 26.** Viviendas asentadas en la ribera de la quebrada Doña María



**Ilustración 27.** Cartel de prohibido arrojar basuras en el sector cercano a la desembocadura

## 8.2. Objetivo específico #2

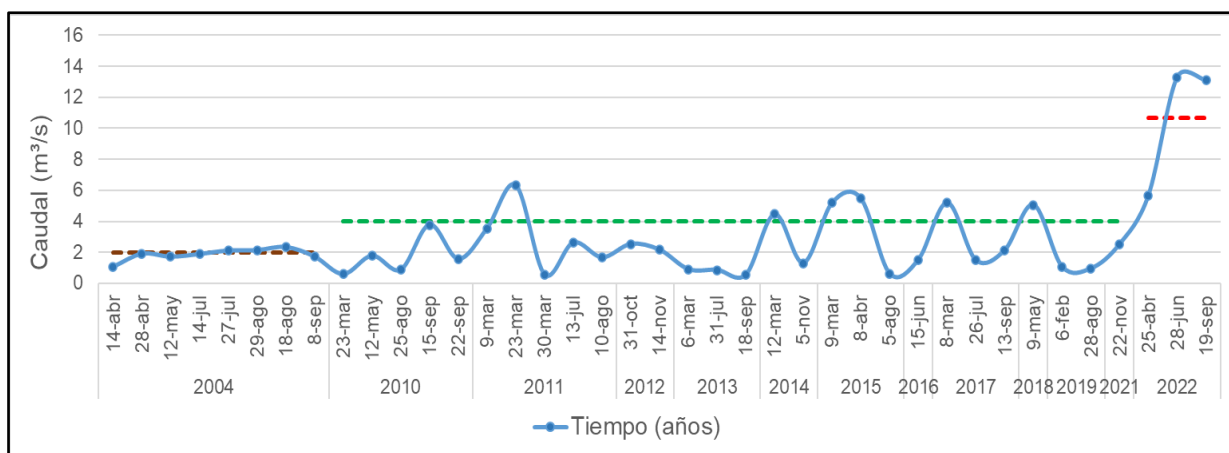
**Analizar los parámetros fisicoquímicos, biológicos e índices de calidad del agua de la quebrada Doña María en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí.**

Para el cumplimiento de este objetivo es importante aclarar, que el cuerpo de agua que comprende la microcuenca de la quebrada Doña María y específicamente, al tramo seleccionado en este trabajo, comuna 4 del municipio de Itagüí, no corresponden a un vertimiento puntual, sino que es el conjunto de múltiples vertimientos de ARD y ARnD. Es por esto que, para el análisis de los datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos entregados por el AMVA para los años 2004, 2006 y para el periodo de tiempo entre el 2010 y el 2022, excepto el 2020 por pandemia COVID19), se consideró el capítulo VII en su artículo 15 de la resolución 0631 de 2015, donde se mencionan las actividades comerciales, de servicios y/o actividades económicas que sean diferentes a las que se contemplaron los capítulos V y VI de la misma resolución, respecto a los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales.

Para este estudio de calidad del agua, es fundamental conocer datos históricos del caudal, desde el 2004 hasta el 2023, porque estos proporcionan información esencial sobre la cantidad de agua que ha fluido en la quebrada Doña María durante el periodo de estudio. Esta información es crucial para evaluar la calidad de este recurso hídrico, debido a que el caudal influye en la dilución de contaminantes, la disponibilidad de oxígeno disuelto, la capacidad de transporte de sedimentos y otros factores ambientales<sup>60</sup>; todo esto para la toma de decisiones y la implementación de medidas adecuadas para proteger y gestionar de manera sostenible este recurso hídrico.

Al analizar los resultados del caudal (Ilustración 28), se puede observar un caudal aproximadamente constante para el año 2004, el promedio de este fue de 2 m<sup>3</sup>/s (línea café). A partir del segundo semestre del 2010, el caudal es más fluctuante, duplicando a este valor en algunas ocasiones y a veces por encima de los 4m<sup>3</sup>/s (línea verde).

Para el año 2022, el promedio del caudal fue de 10.67 m<sup>3</sup>/s (línea roja). El incremento es entonces de 8.67 m<sup>3</sup>/s, lo cual, desde el año 2004, esto representa un incremento del 433.5 %.



**Ilustración 28.** Caudal quebrada Doña María 2004-2022

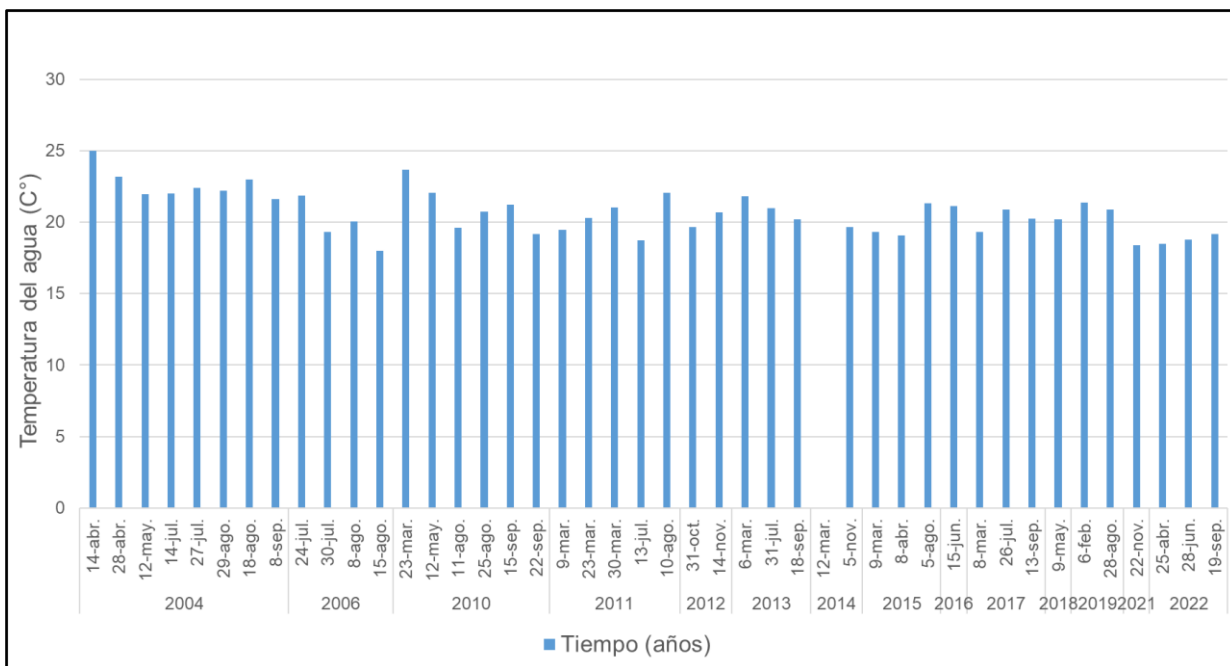
**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

## **8.2.1 Parámetros físicos**

### **8.2.1.1 Temperatura**

La temperatura desempeña un papel crítico en los estudios de calidad del agua debido a su influencia en numerosos aspectos de los ecosistemas acuáticos. La temperatura del agua afecta directamente a la solubilidad del oxígeno, influyendo en la salud de la vida acuática y en la formación de hábitats. También incide en la tasa de crecimiento y reproducción de organismos acuáticos, así como en los procesos químicos y biológicos que determinan la calidad del agua. Además, las variaciones de temperatura pueden indicar eventos climáticos extremos o actividades humanas que impactan negativamente en los cuerpos de agua, como lo son las descargas de Aguas Residuales Domesticas (ARD), Aguas Residuales no Domesticas (ARnD), lo que subraya la importancia de monitorear y comprender este parámetro en la evaluación y gestión de los recursos hídricos y la preservación de los ecosistemas acuáticos.

La quebrada Doña María se encuentra ubicada en una zona geográfica de clima tropical, por lo que la temperatura ambiental generalmente oscila en un rango de temperaturas cálidas todo el año entre los 20°C a 25°C<sup>18</sup>, es importante tener en cuenta que estas temperaturas son promedio y que pueden variar a lo largo del día y noches más frescas. Para el agua de la quebrada Doña María, la temperatura del agua puede oscilar entre 18°C y 25°C durante gran parte del año. Sin embargo, en temporada de fuerte calor, cuando la temperatura ambiental alcanza valores elevados como por ejemplo 33°C, es posible que la temperatura del agua también aumente hasta los 25°C y en algunos casos, los supere. Todo lo anteriormente mencionado, se puede evidenciar en la **Ilustración 29**, donde se muestran todos los datos de temperatura del agua para la quebrada Doña María, recopilados desde el año 2004 hasta el año 2022 por el AMVA.<sup>60</sup>



**Ilustración 29.** Temperatura del agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.1.2 Turbiedad

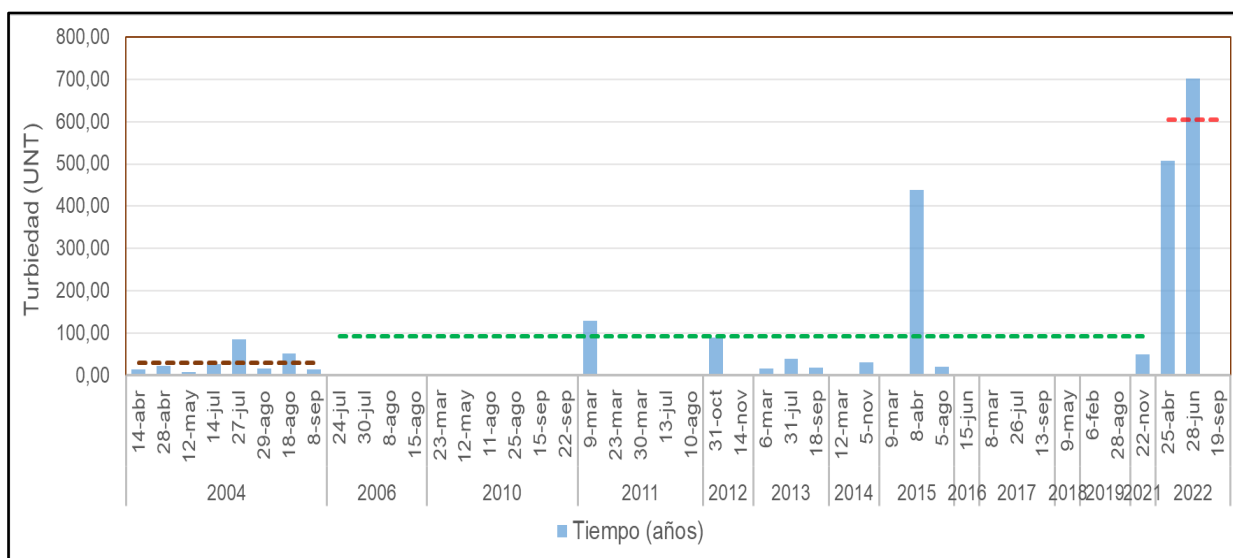
La turbidez es una medida de la claridad visual del agua y está relacionada con la presencia de partículas suspendidas. Una turbidez alta puede indicar la erosión del suelo, sedimentación, la actividad de construcción o la presencia de contaminantes sólidos. La medición de este parámetro es importante para evaluar la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático.<sup>61</sup> Una alta turbiedad puede indicar la presencia de contaminantes o la falta de tratamiento adecuado. Por lo tanto, es una herramienta fundamental para la gestión y la protección de los recursos hídricos.

Analizando la **Ilustración 30**, se puede deducir que para el año 2004, el promedio anual de turbiedad en este punto de muestreo fue de 29.93 UNT (línea café) y no se vuelve a medir turbiedad hasta el año 2011, donde se reporta un solo dato el 9 de marzo, con un valor de 130.09 UNT, lo mismo ocurre en el 31 de octubre de 2012, con un valor de 88.84 UNT. A pesar de que es muy difícil llegar a un análisis contundente con un solo dato por año y con varios datos faltantes; sí se puede analizar la tendencia del parámetro, que al igual que como ocurre con el caudal de la quebrada (aumentó después del segundo semestre del 2010), también se puede notar un incremento en el valor de la turbiedad; considerando los datos del 2011 al 2021, la turbiedad reporta un promedio de 92.43 UNT (línea verde).

Al igual que ocurre con el análisis del caudal, la turbiedad refleja un aumento importante del año 2021 al año 2022, llegando a valores históricos en este punto, el 25 de abril con 506.57 UNT y el 28 de junio con 701.27 UNT (en promedio para el 2022, una turbiedad de 603.92 UNT (línea roja)).



De esta forma, se pasa de tener una turbiedad promedio de 29.93 UNT en el 2004 a 701.27 UNT en el 2022. Esto es un incremento en 671 UNT.



**Ilustración 30.** Turbiedad del agua de la quebrada Doña María 2004-2022

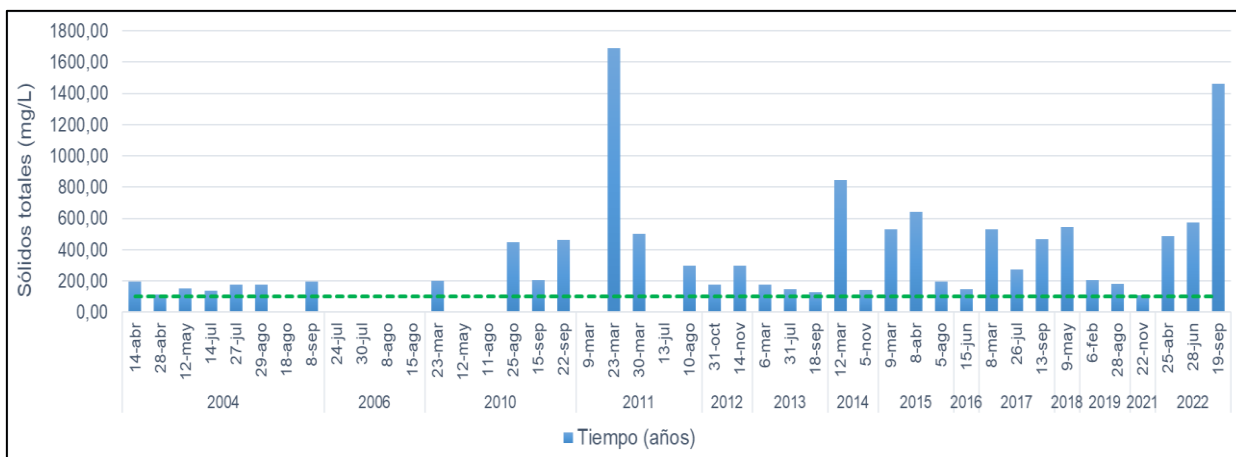
**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.1.3 Sólidos totales

La medición de sólidos totales (ST) en la quebrada Doña María, al igual que en cualquier quebrada es crucial para evaluar y monitorear la calidad del agua en su ecosistema acuático. Los sólidos totales comprenden tanto los sólidos suspendidos como los disueltos, y su concentración puede revelar la presencia de contaminantes como sedimentos, nutrientes, metales pesados y sustancias químicas. Estos contaminantes pueden ser perjudiciales para la salud del ecosistema acuático y la vida acuática, así como para el suministro de agua potable. Además, la medición de sólidos totales ayuda a identificar fuentes de contaminación, evaluar el impacto de la erosión del suelo y garantizar el cumplimiento de las regulaciones ambientales, contribuyendo así a la preservación y restauración de estos entornos naturales vitales.<sup>60</sup>

En la **Ilustración 31**, se puede observar la cantidad total de sólidos totales presente en las muestras de agua analizadas, incluyendo tanto los sólidos suspendidos (**Ilustración 33**) como los sólidos disueltos (**Ilustración 32**). En términos generales, se evidencia que, a pesar de no tener los datos del año 2006, se observan valores por encima de 100mg/l (línea verde) en todos los casos.





**Ilustración 31.** Sólidos totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

La concentración de sólidos totales en un agua natural sin contaminación por vertimientos puede variar significativamente según la región geográfica y las características del cuerpo de agua. En general, en cuerpos de agua dulce como ríos y lagos que no han sido afectados por fuentes de contaminación, la concentración de sólidos totales disueltos suele estar en el rango de 100 a 500 miligramos por litro (mg/L). Sin embargo, es importante destacar que esta concentración puede cambiar debido a factores naturales como la geología del área, la estación del año y las condiciones climáticas.

Es fundamental establecer una línea de base para la concentración de sólidos totales en un cuerpo de agua específico mediante un monitoreo continuo y regular antes de poder determinar si hay contaminación por vertimientos o actividades humanas. En este orden de ideas, si se toma como línea base el año 2004, su promedio es de 143.88 mg/L, mucho más bajo que el promedio entre el periodo 2010-2021, que fue de 329.45 mg/L

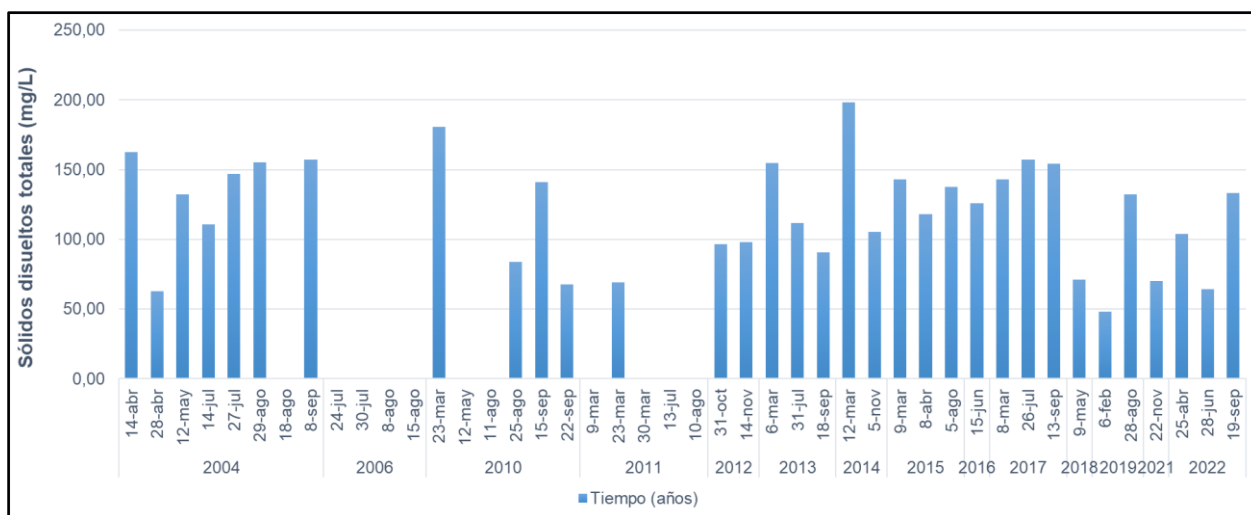
Se observa que, en el año 2022, el promedio de ST es mayor, que en cualquier otro periodo analizado. Este aumento significativo en esta concentración podría indicar la presencia de contaminantes y la necesidad de investigar y abordar posibles fuentes de contaminación.

#### 8.2.1.4 Sólidos Disueltos Totales

El análisis de este parámetro, Sólidos Disueltos Totales (SDT) es importante, toda vez que su interpretación en un cuerpo de agua en específico puede proporcionar información importante sobre la calidad del agua y los procesos químicos que ocurren en el sistema acuático, por lo tanto, un aumento de los niveles de SDT puede sugerir la presencia de minerales y sales disueltas, lo que puede llevar a un incremento en la dureza del agua. Sí existe suficiente cantidad de iones calcio y magnesio; adicionalmente, es importante precisar que los SDT no contribuyen a la turbidez del

agua, pero pueden afectar la salinidad, la conductividad eléctrica y la composición química general del agua (*Ilustración 32*).

Si bien para este parámetro, de acuerdo con la resolución 0631 del 2015 no se determina un valor máximo permisible, para el caso puntual de la quebrada Doña María, se infiere que, debido a los valores arrojados en los muestreos, la presencia de minerales como carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros se altera la dureza del agua, la salinidad y la conductividad eléctrica de la misma.



**Ilustración 32.** Sólidos Disueltos Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.1.5 Sólidos Suspendidos Totales

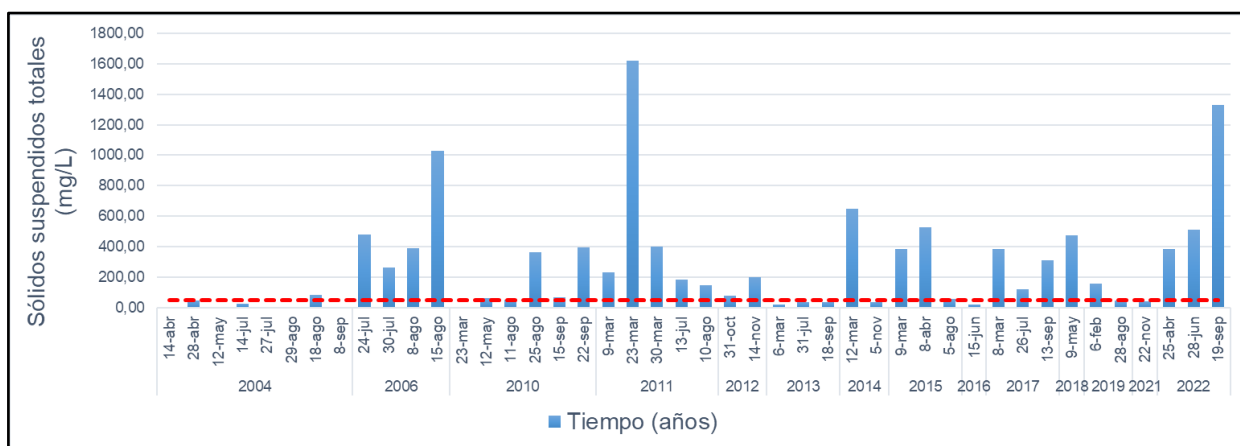
La medición de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) es importante para evaluar la calidad del agua y comprender su estado ambiental. Los SST son partículas sólidas que se encuentran suspendidas en el agua, como sedimentos, arcilla, materia orgánica y otros materiales en suspensión.

Los SST contribuyen a la turbidez del agua, es decir, su apariencia visualmente opaca es debido a la presencia de partículas en suspensión. La presencia de SST altera y afecta de manera directa la turbidez de los cuerpos de agua, debido a que afecta la calidad estética de esta y también puede tener implicaciones en la vida acuática, porque con las afectaciones que genere la turbidez, se produce un aumento de la temperatura del agua y se disminuyen los niveles de oxígeno disuelto (OD), razón por la cual, la vida acuática se ve afectada de manera frontal debido a estas implicaciones. La medición de los SST proporciona información sobre el nivel de turbidez del agua y ayuda a evaluar la claridad visual del agua.<sup>61</sup>

Por lo tanto, se puede analizar en la *Ilustración 33*, que el día 23 de marzo del 2011 la quebrada presentó su límite máximo histórico desde el año 2004, de acuerdo con el límite máximo permisible (línea roja), lo supera en más de 32 veces, teniendo en cuenta

que de las 38 mediciones realizadas para este parámetro el 76,32% superan el límite máximo permisible establecido en la resolución 0631 de 2015.

Los SST se encuentran vinculados de manera directa a la turbiedad, se puede concluir que la turbiedad en ese momento también era alta, pero no se encuentran mediciones para el 23 de marzo del 2011 debido a que, en esa fecha, el AMVA no tomó muestra para turbiedad.



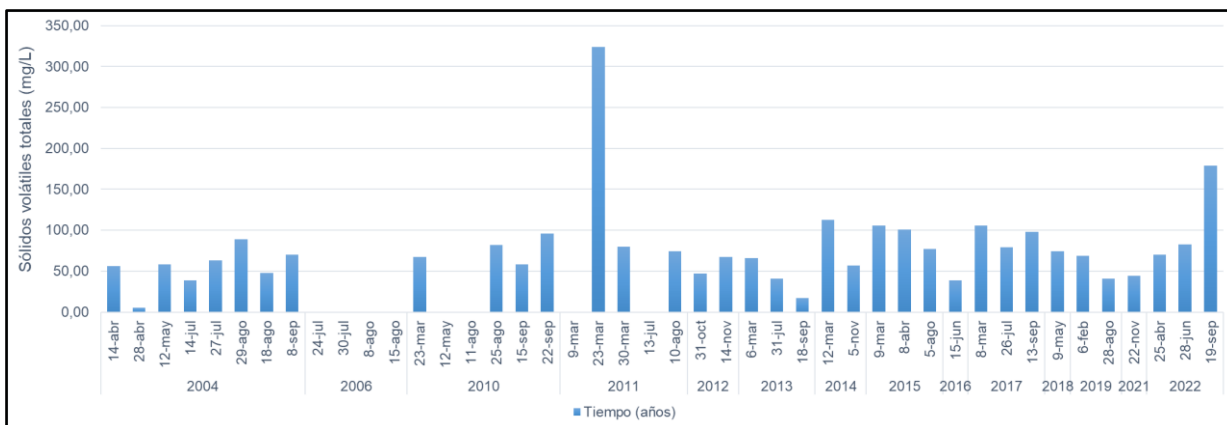
**Ilustración 33.** Sólidos Suspendidos Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.1.6 Sólidos Volátiles Totales

Los Sólidos Volátiles Totales (SVT) son una medida de la cantidad de materia orgánica presente en una muestra de agua o en otros tipos de muestras ambientales, como sedimentos o lodos. Representan la fracción de sólidos que se pierde en forma de gas o vapor cuando se someten a altas temperaturas en un proceso de calcinación.

Este parámetro arroja una medida de la materia orgánica que está en proceso de descomposición en el agua, así mismo, puede ser un indicador de la actividad biológica y de los procesos de descomposición que ocurren en el ecosistema acuático, ya que proporciona información sobre la carga de materia orgánica presente y su potencial para la generación de gases y compuestos volátiles. Los SVT se utilizan comúnmente en análisis de laboratorio y en procesos de tratamiento de aguas residuales para evaluar la eficiencia de los procesos de descomposición y eliminación de la materia orgánica (*Ilustración 34*)<sup>61</sup>, en ese sentido, de acuerdo a los resultados del muestreo realizado en la quebrada Doña María correspondiente a este parámetro, se sigue la misma tendencia que para los SST el día 23 de marzo del año 2011, así mismo, se deja constancia que para términos de la resolución 0631 del 2015, no se determina valor máximo permisible para el presente parámetro.



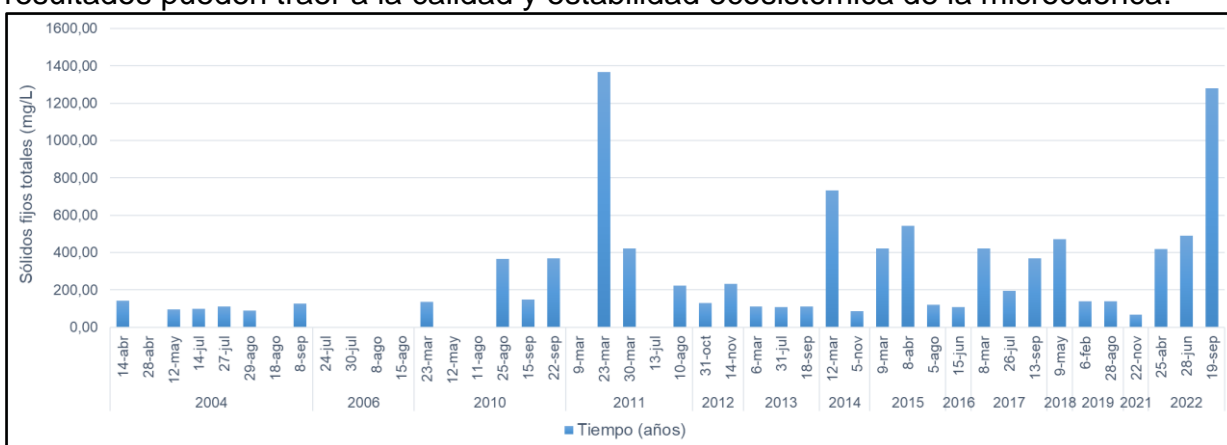
**Ilustración 34.** Sólidos Volátiles Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.1.7 Sólidos Fijos Totales

Los Sólidos Fijos Totales (SFT) son una medida de la cantidad total de materia sólida presente en una muestra de agua, suelo, sedimento u otros materiales ambientales. Los sólidos fijos totales incluyen tanto los sólidos disueltos como los suspendidos que no se evaporan a alta temperatura ( $\pm 550^{\circ}\text{C}$ ) e incluye a la fracción inorgánica de los sólidos.

La interpretación de este parámetro en la quebrada Doña María puede proporcionar información valiosa sobre la calidad del agua, la composición química de los sedimentos presentes en la microcuenca y acerca de los procesos que afectan la salud del ecosistema acuático, se destacan las mediciones del 23 de marzo de 2011 y 19 de septiembre de 2022 frente a las 42 restantes, donde de acuerdo a lo argumentado en los parámetros previos de sólidos y turbiedad, se enlazan las implicaciones que estos resultados pueden traer a la calidad y estabilidad ecosistémica de la microcuenca.



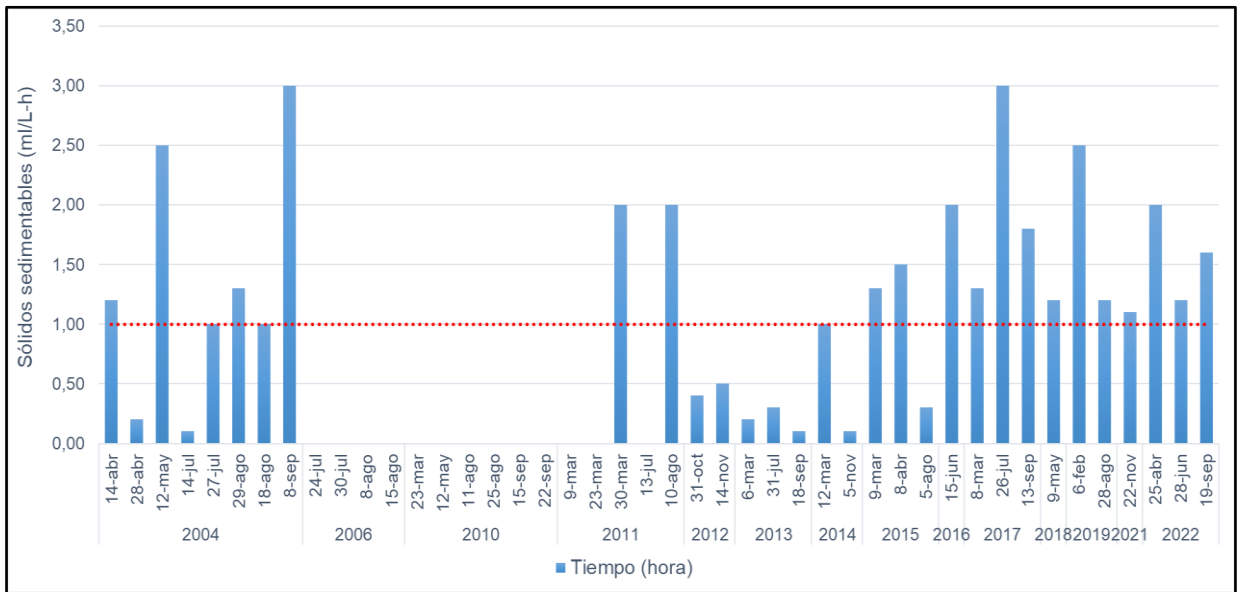
**Ilustración 35.** Sólidos Fijos Totales en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.1.8 Sólidos Sedimentables.

Los sólidos sedimentables (SSED) son una medida de la cantidad de materia sólida que se deposita o sedimenta en un volumen de agua durante un período de tiempo determinado. Se refieren a las partículas sólidas más pesadas que tienden a asentarse en el fondo de una muestra de agua en condiciones estáticas. Estos sólidos tienen una mayor densidad y tamaño en comparación con los sólidos suspendidos más finos.<sup>62</sup>

La resolución 0631 de 2015 establece como valor máximo permisible para los SSED 1.0 ml/L (línea roja). Siendo así, 19 de las 31 mediciones realizadas por el AMVA no cumplen, esto es el 61% del total de muestras (*Ilustración 36*).



**Ilustración 36.** Sólidos Sedimentables en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

La acumulación de sólidos sedimentables en el lecho de la quebrada Doña María puede aumentar la sedimentación y la erosión. Esto puede dar lugar a la obstrucción de cauces de agua, el aumento del riesgo de inundaciones durante lluvias intensas. Por consiguiente, la seguridad de las comunidades cercanas a este cuerpo de agua puede verse afectada. De hecho, el día 18 de enero del año 2023 debido a las fuertes lluvias que se presentaron en el municipio de Itagüí, alrededor de 42 viviendas resultaron afectadas, de las cuales 12 de ellas presentaron una afectación mayor producto movimiento de masa proveniente de la quebrada Doña María, adicionalmente a este hecho, el 11 de junio del año 2022 se presentó exactamente la misma situación de inundaciones y afectaciones provocada por las crecientes de la quebrada Doña María, tanto así que desde la subsecretaría de gestión de riesgo de desastres y emergencia y la secretaria de gobierno del municipio, se decretó el estado de calamidad pública debido a las afectaciones por estos hechos a la población.

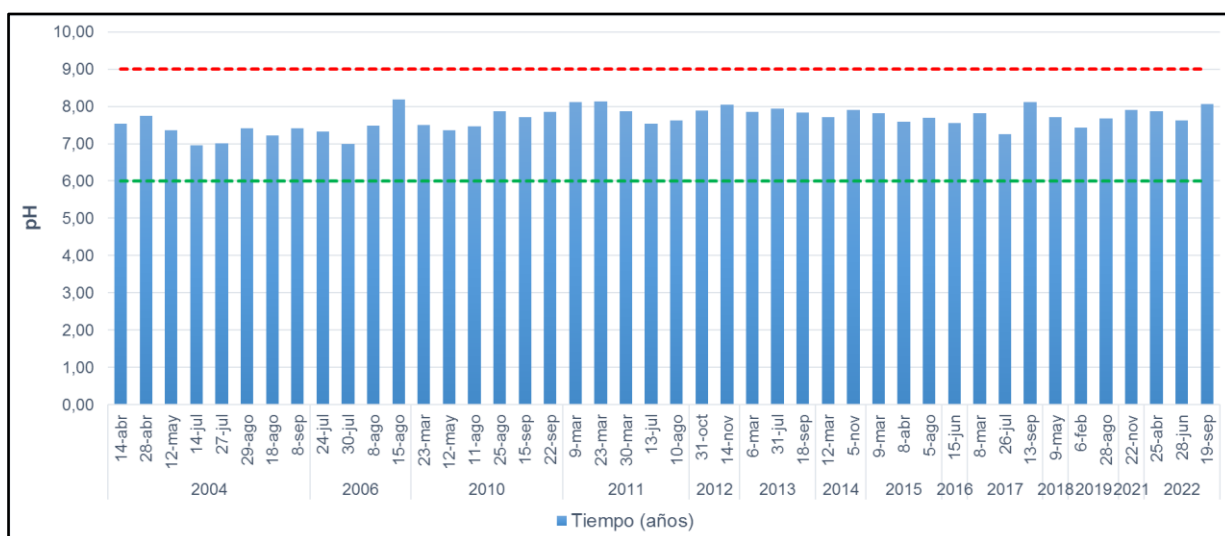
Por lo tanto, es fundamental tomar medidas para prevenir y mitigar la contaminación por sólidos sedimentables en la quebrada Doña María.

## 8.2.2 Parámetros químicos

### 8.2.2.1 Potencial de Hidrógeno

El potencial de Hidrógeno (pH), indica si el agua es ácida, básica o neutra. Los organismos acuáticos tienen rangos específicos de tolerancia al pH, y cualquier cambio significativo puede afectar su supervivencia y el equilibrio ecológico del ecosistema acuático. La medición del pH puede indicar la presencia de sustancias químicas contaminantes que afectan la calidad del agua.<sup>62</sup>

De acuerdo con los datos recopilados en el periodo de tiempo 2004-2022 (No considerando los años 2005, del 2007 al 2009 y 2020), se observa que el agua es básica el 90% del tiempo. La resolución 0631 del 2015 indica que el rango permisible debe estar entre 6.0 y 9.0 Unidades de pH por lo que puede evidenciar en este análisis que, en todas las mediciones realizadas por el AMVA, este parámetro se encuentra siempre dentro de los límites normativos permisibles (*Ilustración 37*).



**Ilustración 37.** pH del agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.2 Oxígeno disuelto

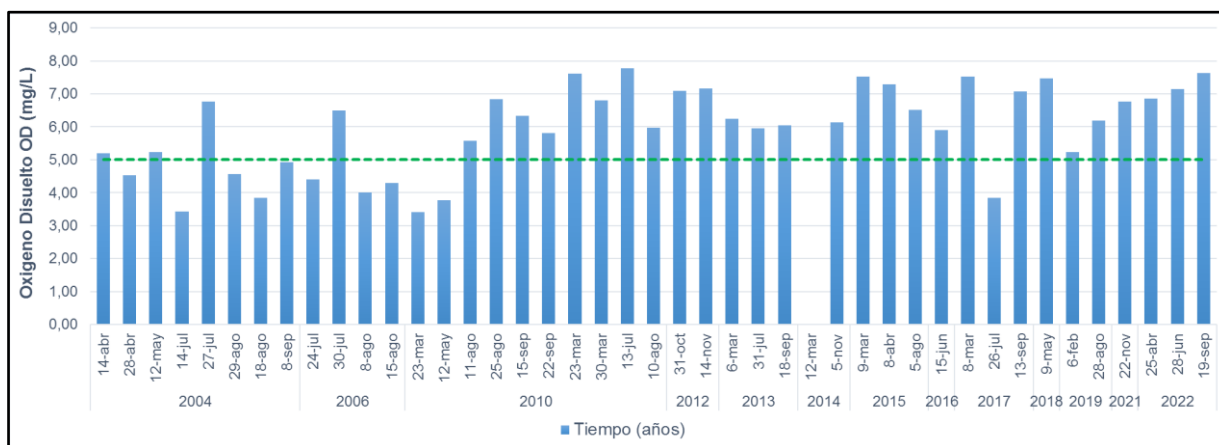
El oxígeno disuelto (OD) es esencial para el desarrollo de la vida y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. La medición del OD puede indicar cómo es la calidad del agua, la presencia de contaminantes orgánicos, la actividad fotosintética de las plantas acuáticas y la salud general del ecosistema acuático.<sup>63</sup>

Las normas de vertimientos no exigen unos valores mínimos para OD. Sin embargo, se establece que un nivel óptimo de OD en el agua para mantener la vida acuática y la calidad del agua es de al menos 5 miligramos por litro (mg/L). Cuando los niveles de

oxígeno disuelto en el agua caen por debajo de este valor, puede haber efectos perjudiciales para la vida acuática. Por ejemplo, niveles bajos de oxígeno pueden llevar a la hipoxia, lo que significa que no hay suficiente oxígeno para mantener la vida de los organismos acuáticos, lo que puede resultar en la muerte de peces y otros organismos.

Es importante destacar que las necesidades específicas de oxígeno pueden variar según la especie y el tipo de ecosistema acuático. Algunos organismos pueden requerir niveles de oxígeno más altos, mientras que otros pueden tolerar niveles más bajos. Por lo tanto, las evaluaciones de calidad del agua a menudo tienen en cuenta la diversidad de especies y las necesidades específicas de los ecosistemas para determinar los estándares de calidad del agua adecuados.

De acuerdo con los resultados encontrados en el periodo de tiempo 2004-2022 (Sin considerar los años no reportados: 2005, del 2007 al 2009 y 2020), se tiene que el 23,81% de las muestras se encuentran en valores por debajo de 5 mg/L (línea verde). Sin embargo, a pesar de esto, en este tramo de la quebrada no existen peces, pues los niveles de otras sustancias presentes como metales no permiten su presencia.



**Ilustración 38.** Oxígeno disuelto en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.3 Conductividad eléctrica

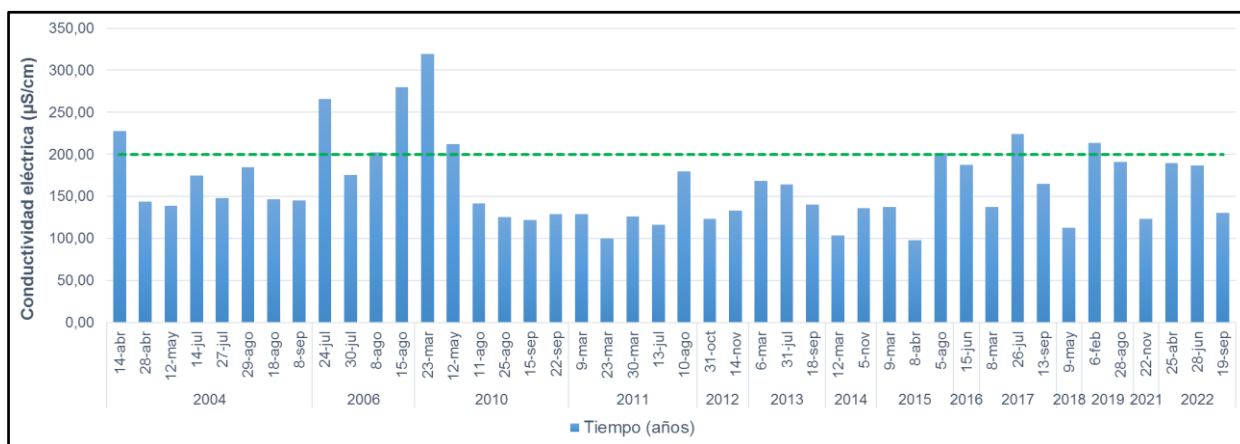
La conductividad eléctrica mide la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y se correlaciona con la concentración de sales y minerales disueltos en el agua. Es útil para evaluar la salinidad, la presencia de nutrientes y la contaminación por sales o productos químicos disueltos, como fertilizantes o desechos industriales.<sup>63</sup>

Los cambios en la conductividad pueden indicar la presencia de fuentes de contaminación, como vertimientos industriales, agrícolas (o de diversas actividades económicas), se evidencia en la *Ilustración 39* que la mayoría de las muestras están en el rango de 100 mg/L a 200 mg/L.

Al igual que el OD, la conductividad en el agua no tiene establecidos unos valores mínimos para vertimientos, pero si se observan los datos recolectados, se pueden



destacar aquellos valores que están por encima de 200mg/L (línea verde) que corresponden al 18,18% de las muestras, este comportamiento también podría explicarse a cambios en las actividades humanas, o los patrones de descarga de las ARD y ARnD con alto contenido de iones disueltos como sulfatos, cloruros, nitratos, entre otros. Desafortunadamente, para el año 2006, el AMVA no monitoreo estos iones para poder establecer una relación entre la conductividad y estos.



**Ilustración 39.** Conductividad eléctrica en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

#### 8.2.2.4 Demanda Biológica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y biodegradabilidad

El Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>), es un indicador de la contaminación orgánica. La DBO mide la cantidad de oxígeno requerida por microorganismos para descomponer la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Cuanto mayor sea la DBO, mayor será la cantidad de materia orgánica presente y, por lo tanto, indica un mayor grado de contaminación orgánica en el agua. Esto puede provenir de fuentes como ARD, ARnD o agrícolas. La resolución 0631 de 2015 indica un valor máximo permisible de 50.0 mg/L de DBO<sub>5</sub>, en 7 de las 44 mediciones realizadas por el AMVA no cumplen con este valor (menos del 16% del total de las mediciones).

Por otro lado, la DQO mide de la cantidad total de sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en una muestra de agua que pueden reaccionar químicamente y consumir oxígeno durante un proceso de oxidación química. La DQO se utiliza para evaluar la carga total de materia orgánica en una muestra de agua y no requiere un período de incubación prolongado como en el caso de la DBO<sub>5</sub>. Es una medida más rápida y menos sensible a las condiciones ambientales, lo que la hace adecuada para una evaluación rápida de la calidad del agua. Sin embargo, este parámetro no proporciona información sobre la biodegradabilidad de la materia orgánica y puede sobreestimar la carga de materia orgánica no biodegradable.<sup>64</sup> La resolución 0631 de 2015 determina un valor máximo permisible para la DQO de 150 mg/L, esto no se cumple en 5 de las 44 mediciones realizadas para este parámetro (alrededor del 11%).



La relación DBO<sub>5</sub>/DQO se utiliza comúnmente para determinar la proporción de materia orgánica biodegradable en una muestra de agua. Cuanto mayor sea esta relación, mayor será la proporción de materia orgánica que es biodegradable y, por lo tanto, más susceptible de ser descompuesta por microorganismos en procesos naturales de autodepuración.

En la **Tabla 6** se tienen todos los datos recolectados por el AMVA de DBO<sub>5</sub> y DQO, los cuales van desde el año 2004 al año 2022 (Excepto los años 2005, del 2007 al 2009 y 2020) con un total de 44 mediciones. se establece la relación DBO<sub>5</sub>/DQO y por consiguiente su biodegradabilidad.

**Tabla 6. Relación DBO<sub>5</sub> y DQO - Biodegradabilidad**

Fecha	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)	Relación DBO <sub>5</sub> /DQO	Biodegradabilidad
14/04/2004	14,89	47,47	0,31	Baja
28/04/2004	23,10	50,00	0,46	Baja
12/05/2004	ND	ND	ND	ND
14/07/2004	13,00	47,00	0,28	Baja
27/07/2004	20,90	56,40	0,37	Baja
29/08/2004	8,80	40,00	0,22	Baja
18/08/2004	33,00	98,20	0,34	Baja
8/09/2004	4,41	150,40	0,03	Baja
24/07/2006	109,00	282,00	0,39	Baja
30/07/2006	32,00	39,00	0,82	Alta
8/08/2006	56,00	137,00	0,41	Baja
15/08/2006	77,00	105,00	0,73	Media
23/03/2010	15,20	82,80	0,18	Baja
12/05/2010	23,80	53,00	0,45	Baja
11/08/2010	9,70	32,00	0,30	Baja
25/08/2010	34,98	77,30	0,45	Baja
15/09/2010	76,55	157,60	0,49	Media
22/09/2010	41,30	110,60	0,37	Baja
9/03/2011	19,40	68,80	0,28	Baja
23/03/2011	52,00	148,20	0,35	Baja
30/03/2011	15,70	57,50	0,27	Baja
13/07/2011	28,53	45,20	0,63	Media
10/08/2011	17,00	53,20	0,32	Baja
31/10/2012	15,30	36,60	0,42	Baja
14/11/2012	6,20	82,40	0,08	Baja
6/03/2013	14,10	23,30	0,61	Media
31/07/2013	18,60	26,80	0,69	Media
18/09/2013	6,68	17,40	0,38	Baja
Fecha	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)	Relación DBO <sub>5</sub> /DQO	Biodegradabilidad
12/03/2014	7,51	49,80	0,15	Baja

<b>5/11/2014</b>	7,01	10,30	0,68	Media
<b>9/03/2015</b>	24,60	54,40	0,45	Baja
<b>8/04/2015</b>	4,88	154,00	0,03	Baja
<b>5/08/2015</b>	20,50	48,00	0,43	Baja
<b>15/06/2016</b>	29,10	35,20	0,83	Alta
<b>8/03/2017</b>	24,60	54,40	0,45	Baja
<b>26/07/2017</b>	50,90	79,60	0,64	Media
<b>13/09/2017</b>	102,00	157,00	0,65	Media
<b>9/05/2018</b>	19,10	27,30	0,70	Media
<b>6/02/2019</b>	29,40	56,50	0,52	Media
<b>28/08/2019</b>	12,70	52,00	0,24	Baja
<b>22/11/2021</b>	7,83	39,40	0,20	Baja
<b>25/04/2022</b>	18,80	52,80	0,36	Baja
<b>28/06/2022</b>	18,60	36,30	0,51	Media
<b>19/09/2022</b>	17,80	55,00	0,32	Baja

El 69,77% de las muestras tiene una baja biodegradabilidad y tan solo el 4,65% tiene una biodegradabilidad alta.

Se puede evidenciar la poca biodegradabilidad del agua de la quebrada Doña María en este punto; indicando que una parte significativa de la materia orgánica es difícil de descomponer y podría requerir tratamientos más avanzados para su eliminación. Posiblemente esta condición cambie cuando entra y se une al río Aburrá.

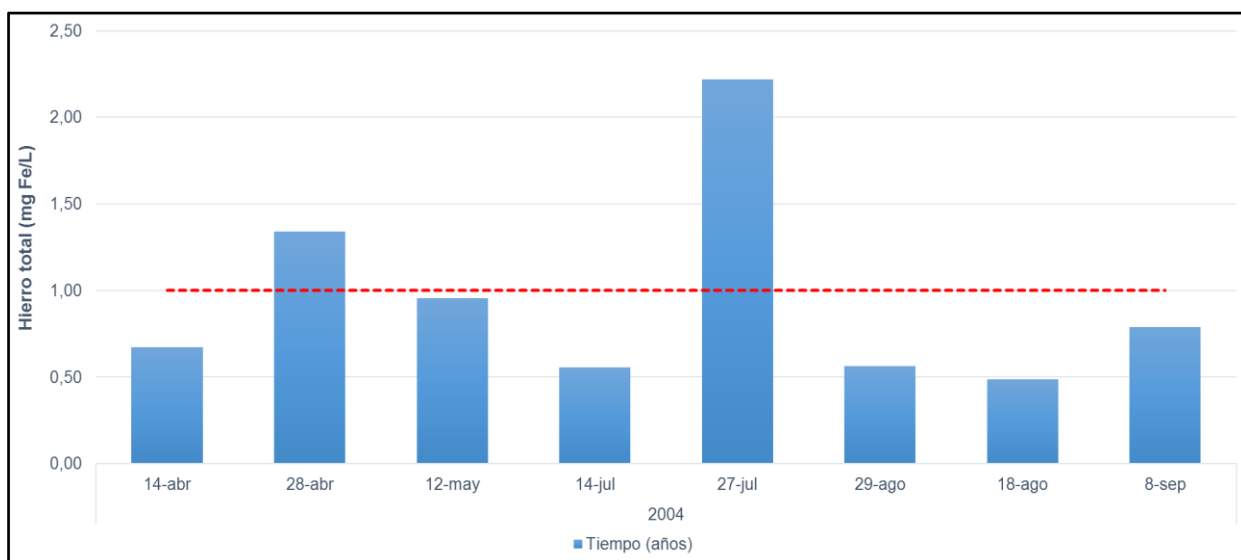
### 8.2.2.5 Hierro total

Este parámetro se refiere a la concentración total de hierro presente en una muestra de agua. El hierro puede estar presente en el agua en varias formas, incluyendo hierro disuelto y partículas suspendidas. Para este análisis, la interpretación de los valores de hierro total depende de la resolución 0631 de 2015, teniendo en cuenta que el uso previsto para el agua de la quebrada Doña María no está estipulado ni visionado para el consumo humano.<sup>63</sup>

Las concentraciones elevadas de hierro en el agua pueden ser tóxicas para los organismos acuáticos, como peces e invertebrados. El hierro puede interferir con los procesos fisiológicos y de desarrollo de estos organismos, afectando su capacidad para respirar, obtener nutrientes y reproducirse. Además, el hierro puede fomentar el crecimiento de algas y cianobacterias, lo que puede llevar a floraciones de algas y cambios en la composición del ecosistema acuático.<sup>63</sup>

Los datos suministrados por el AMVA demuestran grandes cantidades de hierro, pero es llamativo la falta de información hasta el año 2022 debido a que el parámetro solo está medido para el periodo del año 2004; esta situación fue consultada al AMVA por medio del derecho de petición con radicado 022533-2023, donde la entidad responde que específicamente para el caso de la quebrada Doña María, se tiene que sobre el río

Aburrá-Medellín existe un punto de monitoreo aguas abajo (Antes de San Fernando) ubicado sobre la estación Ayurá del Metro (aproximadamente 600 metros después de la desembocadura de la quebrada Doña María sobre el río Aburra-Medellín), que refleja el impacto del afluente (Q. Doña María), así mismo, allí se realiza la toma de muestras hierro total y otros parámetros como grasas y aceites, color, Coliformes totales, E. Coli y otros metales. (*Ilustración 40.*)



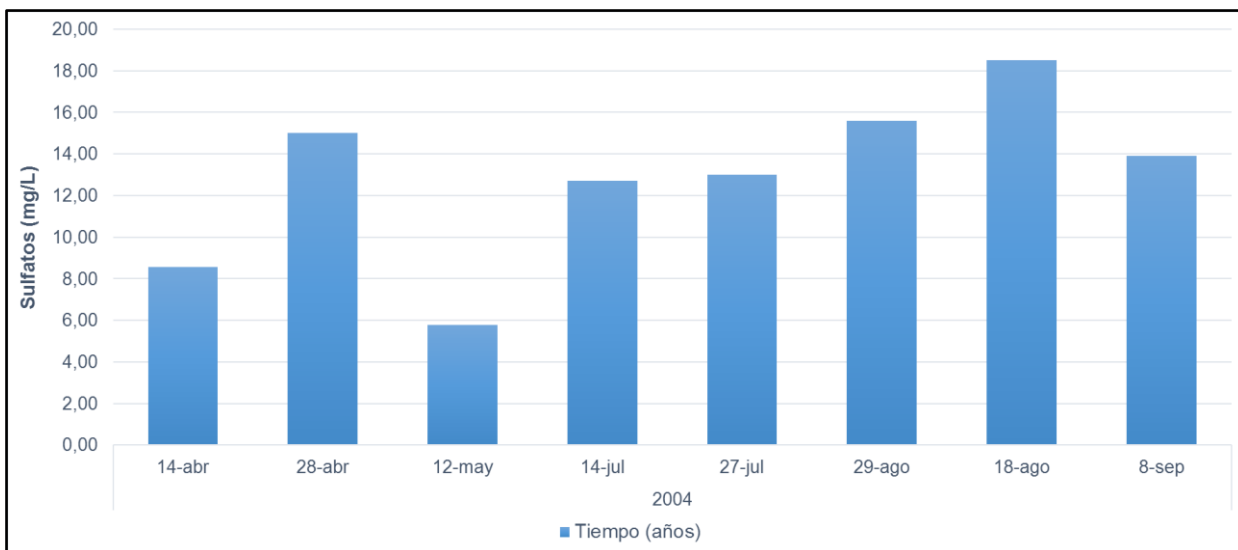
**Ilustración 40.** Hierro total quebrada Doña María 2004

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.6 Sulfatos

Los sulfatos son compuestos químicos que contienen oxígeno y azufre. En el contexto de la calidad del agua, las altas concentraciones de sulfato en cuerpos de agua pueden tener efectos negativos en los ecosistemas acuáticos ya que pueden afectar la flora y fauna acuática, especialmente en cuerpos de agua de baja alcalinidad. Los sulfatos pueden contribuir a la acidificación del agua y afectar negativamente a los organismos sensibles. Igualmente, estos pueden estar presentes naturalmente en el agua, pero también pueden provenir de actividades humanas y descargas industriales.

Se evidencia la falta de información en el parámetro de sulfatos *Ilustración 41* debido a que se cuenta solo con información del año 2004 y que, para efectos del análisis de este parámetro, de acuerdo con la resolución 0631 de 2015, su límite máximo permisible es de 250 mg/L, que, para el caso puntual de las mediciones existentes de la quebrada Doña María, ninguna de sus muestras excede este límite.



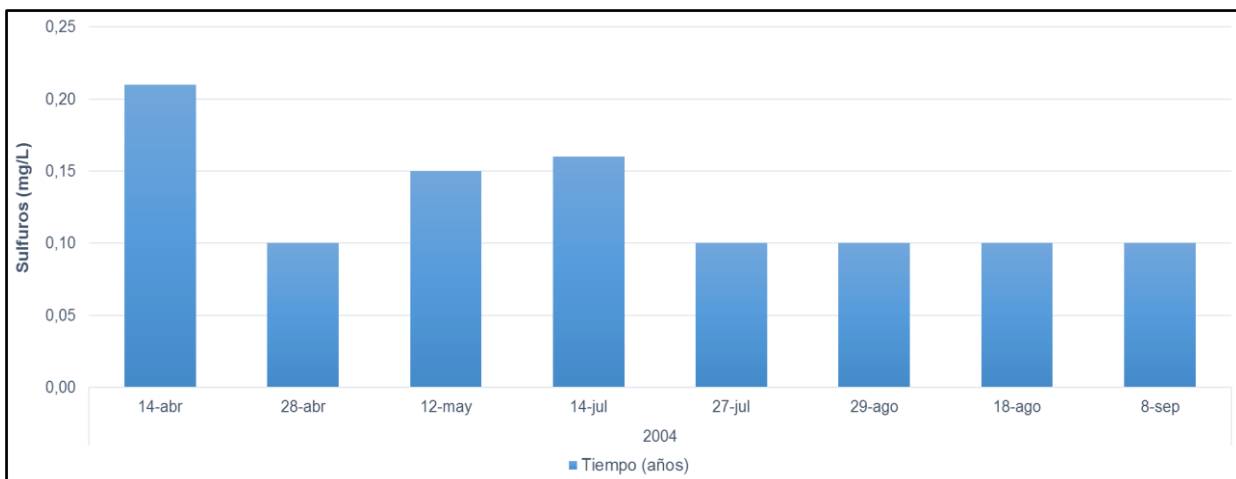
**Ilustración 41.** Sulfatos en el agua de la quebrada Doña María 2004

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.7 Sulfuros

La presencia de sulfuros en un cuerpo de agua es un indicador importante de la calidad del agua, debido a que los sulfuros pueden tener efectos negativos en el medio ambiente acuático y en la salud pública. Los sulfuros son compuestos químicos que contienen azufre y pueden estar presentes en el agua en diferentes formas, como sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) y otros compuestos solubles en agua. Los sulfuros en el agua pueden ser el resultado de procesos naturales, como la descomposición de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, o pueden ser introducidos por actividades humanas, como la descarga de ARD ARnD o actividades industriales como la minería.

Los sulfuros pueden tener impactos negativos en la calidad del agua y en los ecosistemas acuáticos. Altas concentraciones de sulfuros pueden ser tóxicas para los organismos acuáticos, incluyendo peces, invertebrados y plantas acuáticas. Este parámetro solo se midió en el año 2004 por parte del el AMVA por las razones expuestas en el análisis del parámetro de hierro total y de acuerdo a la normatividad, el valor máximo permisible para los sulfuros corresponder al valor de 1 mg/L, que para los datos que se tienen, ninguna medición sobrepasa dicho valor, lo que permite que haya una mejor y mayor oxigenación del agua y prevé que no se están realizando vertimientos con afectación grave al ecosistema acuático respecto a este parámetro, además, de acuerdo a la charla que se sostuvo con la líder ambiental María Emma Chaverra, precisa que para la década de los 90's, el olor desagradable de la quebrada era considerable, en este caso, cuando se tiene concentraciones significativas de sulfuros, puede producir un olor a huevos podridos, que es perceptible incluso en bajas concentraciones, lo que indica que este parámetro analizado de manera histórica ha presentado un comportamiento positivo favoreciendo la calidad del agua de la microcuenca (*Ilustración 42*).

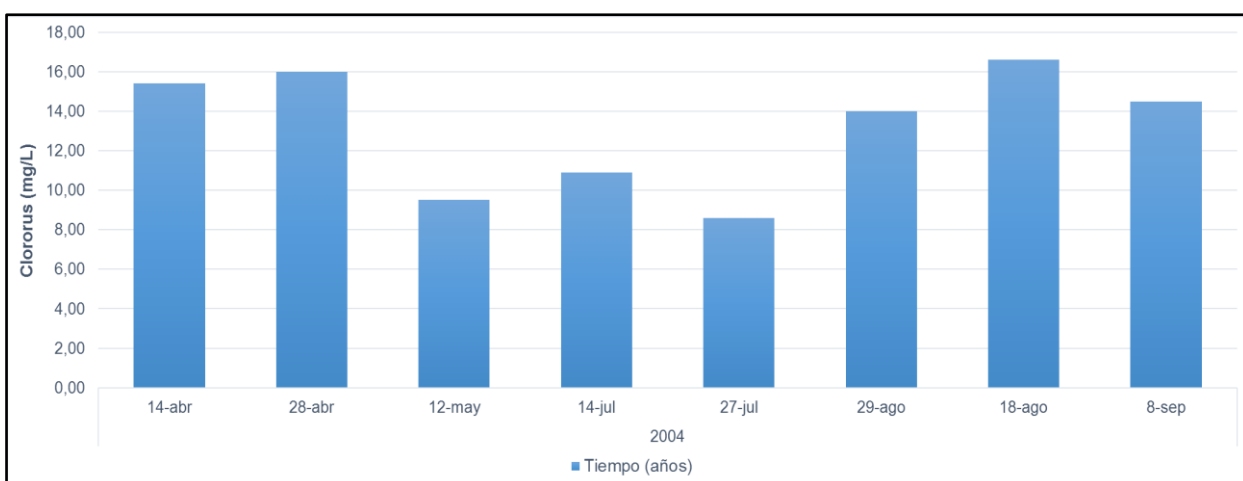


**Ilustración 42.** Sulfuros en el agua de la quebrada Doña María 2004

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.8 Cloruros

Los cloruros son compuestos químicos que contienen cloro y sodio, y pueden estar presentes en los cuerpos de agua naturalmente o como resultado de actividades humanas. Altas concentraciones de cloruros en el agua pueden tener impactos en la calidad de esta y en los ecosistemas acuáticos, ya que en concentraciones elevadas pueden afectar el sabor y la aceptabilidad del agua potable (Resolución 2115 de 2007), de esta manera, un resultado alto de este parámetro podría generar problemas renales y cardiovasculares en el ser humano, además, pueden tener efectos negativos en los cultivos, la vegetación y los organismos acuáticos, especialmente en agua dulce<sup>63</sup>. Para efectos del análisis de este parámetro, la resolución 0631 del 2015 indica que no se debe superar el valor de 250 mg/L, que para las 8 mediciones que se tienen dentro del histórico, todas realizadas en el año 2004, ninguna supera este límite máximo permisible, arrojando un resultado favorable de las mediciones de los cloruros.



**Ilustración 43.** Cloruros en el agua de la quebrada Doña María 2004

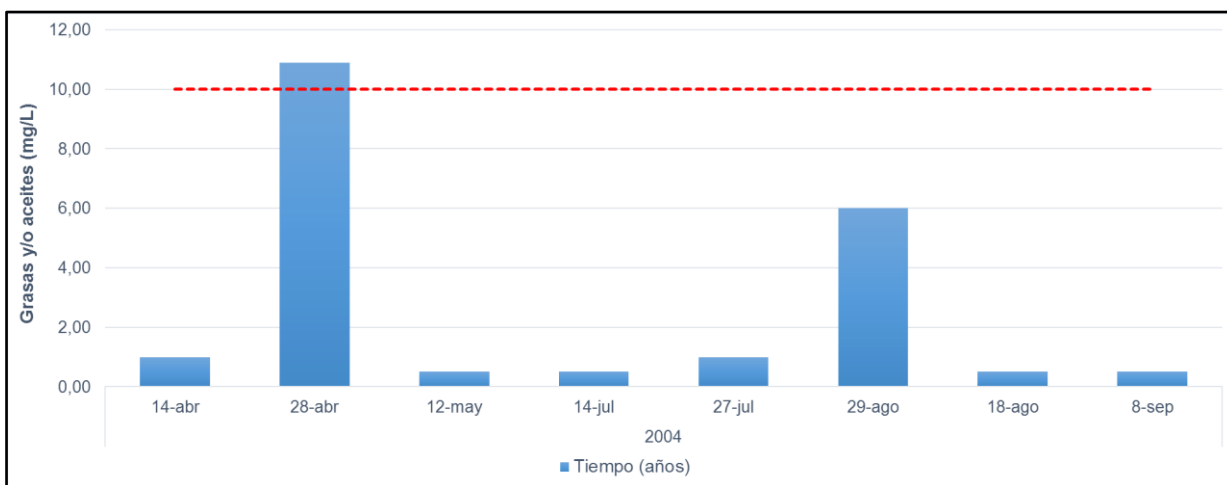
**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.9 Grasas y aceites

Las grasas y aceites pueden estar presentes en el agua como resultado de actividades humanas, como la descarga de ARD y ARnD y escorrentías urbanas. También pueden provenir de fuentes naturales, como la escorrentía de suelos agrícolas o la descomposición de materia orgánica.<sup>64</sup>

De este parámetro solo fue otorgada por el AMVA información de los datos recolectados en el año 2004 en este caso se presenta la misma situación que fue abordada y explicada en el parámetro de hierro total, debido a que existe un punto de monitoreo aguas abajo (Antes de San Fernando). Al analizar los datos del 2004 frente a la resolución 0631 de 2015 tenemos que el valor máximo permisible que da la resolución es de 10.0 mg/L (línea roja) por lo cual el único valor que se encuentra por encima de la norma es el del 28 de abril del 2004 y los otros 7 valores se encuentran por debajo del valor máximo permisible.

Los impactos ante la presencia de grasas y aceites pueden tener varios efectos negativos en la calidad del agua y en los ecosistemas acuáticos debido a que pueden causar la formación de capas aceitosas en la superficie del agua, reduciendo la penetración de luz y afectando procesos de fotosíntesis de flora acuática, lo cual conlleva a disminución de la disponibilidad de Oxígeno Disuelto y el crecimiento de plantas acuáticas y alteración de ciclos naturales, así como en la reducción de la biodiversidad y la calidad del hábitat para los organismos acuáticos (*Ilustración 44*).



**Ilustración 44.** Grasas y aceites en el agua de la quebrada Doña María 2004

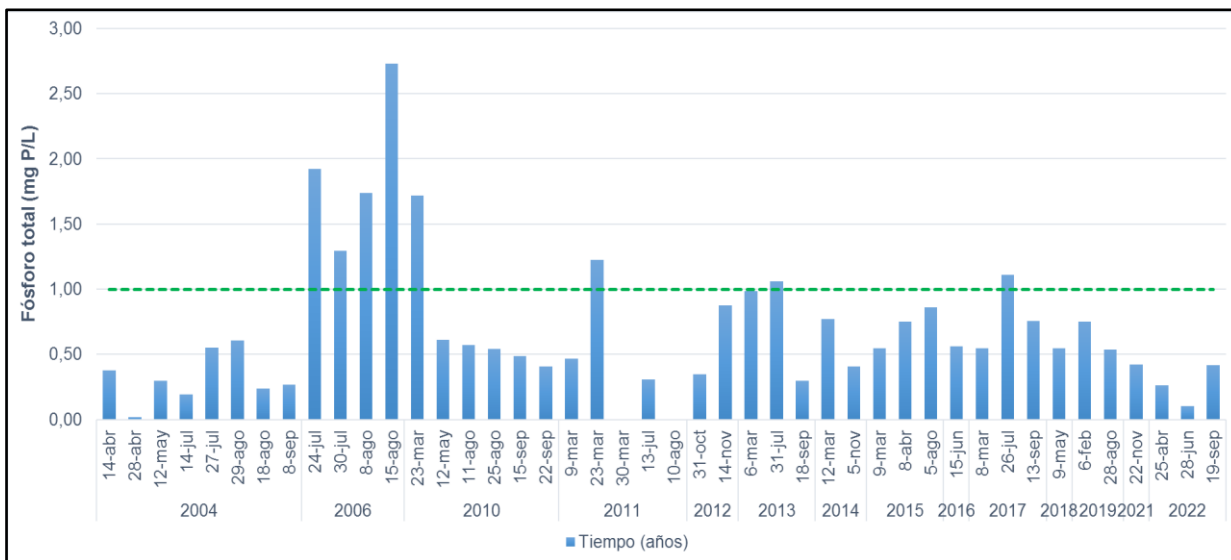
**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.10 Fósforo total

El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de plantas y organismos acuáticos. El fósforo contribuye a mantener una biodiversidad saludable y un ecosistema acuático en buen estado. Sin embargo, el exceso de fósforo en el agua puede tener efectos negativos en la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos al activar procesos como la eutrofización, que es un proceso en el cual los cuerpos de

agua se vuelven enriquecidos con nutrientes y experimentan un crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas. A pesar de esto, la normatividad solo exige, análisis y reporte del fósforo para aguas residuales. Seguramente porque este puede ingresar al agua residual de diversas fuentes, incluidos desechos domésticos, industriales y agrícolas. La regulación de los fosfatos en aguas residuales sería complicada debido a esta variedad de fuentes. Otra razón por la cual no tiene un límite es porque las regulaciones ambientales a menudo se centran en contaminantes que presentan riesgos más inmediatos o graves para la salud humana y el medio ambiente; por lo tanto, los reguladores pueden priorizar la regulación de otros contaminantes, como materia orgánica, sólidos suspendidos, compuestos orgánicos tóxicos o metales pesados, sobre el fósforo.

Se evidencia en la **Ilustración 45** una concentración por debajo de 1mg/L en la mayoría de los casos (línea verde). Excepto para el año 2006, donde su promedio en concentración sobrepasa el valor de 1.50 mg/L. Desafortunadamente, no se tienen datos de los años 2007, 2008 y 2009, para estudiar más a detalle una tendencia o establecer que simplemente fue solo durante el 2006. Sin embargo, podemos atribuir este leve aumento en concentración de fósforo, a varias actividades y fuentes de contaminación como son, el uso de fertilizantes fosfatados en la agricultura, también pueden ser ARD o ARnD que no son tratadas adecuadamente y pueden contener niveles significativos de fósforo, otra causa, la erosión del suelo, ya sea debido a la deforestación o la construcción, estos pueden llevar sedimentos ricos en fósforo a la quebrada cuando llueve; igualmente, los desechos de ganado pueden contener fósforo y otros nutrientes.



**Ilustración 45.** Fosforo total en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

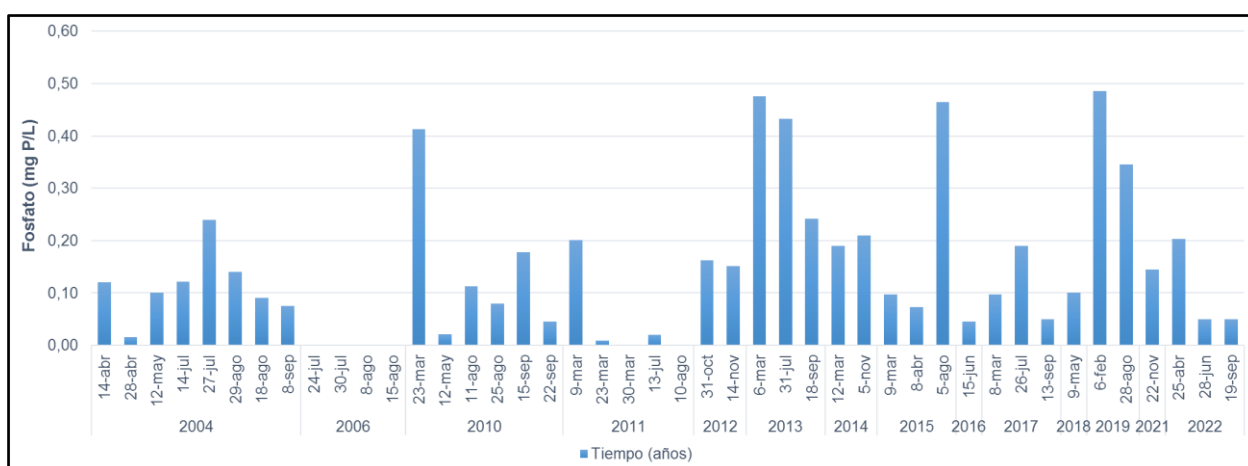
### 8.2.2.11 Fosfato

El fosfato puede estar presente en el agua como resultado de procesos naturales, como la descomposición de materia orgánica y la erosión del suelo, así como de actividades

humanas, como la descarga de ARD y ARnD y el uso de fertilizantes y detergentes que contienen fosfatos.

El exceso de este compuesto en el agua puede causar problemas similares a los del fósforo total, como la eutrofización de los cuerpos de agua y el crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas. Los fosfatos también pueden contribuir a la formación de algas tóxicas y cianobacterias, lo que puede tener impactos negativos en la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos.<sup>64</sup>

El análisis de este parámetro de acuerdo con la resolución 0631 de 2015 solo exige análisis y reporte, al igual que el fósforo total. Cantidades superiores a 1 mg/L de fosfato, favorece el crecimiento de algas que consumen el oxígeno del medio acuático y provocan la desaparición de especies vegetales y animales; para efectos de este análisis se evidencia en la **Ilustración 46** que el histórico de la quebrada nunca ha sobrepasado este límite.



**Ilustración 46.** Fosfato en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

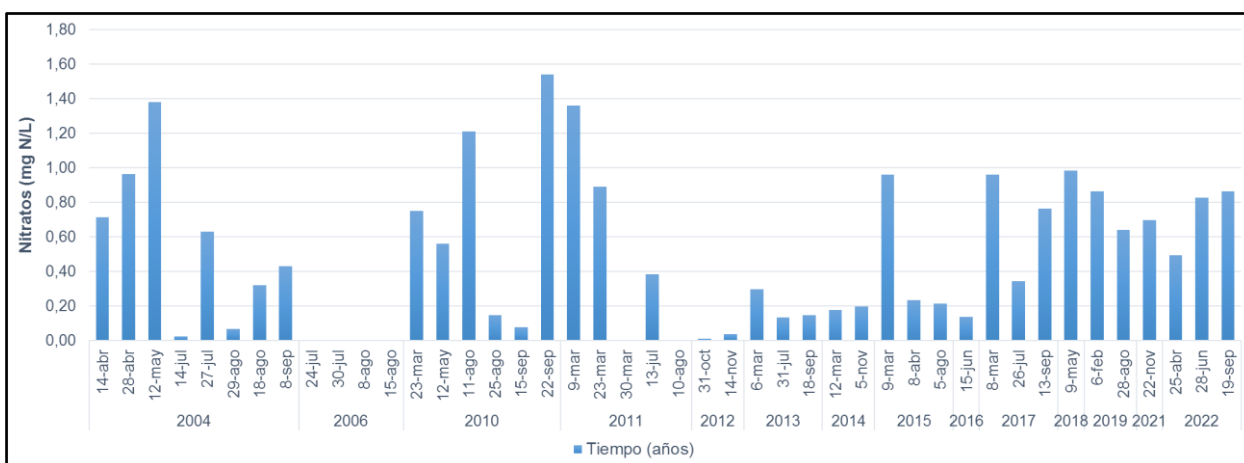
### 8.2.2.12 Nitratos

Los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), son compuestos químicos que contienen nitrógeno y oxígeno. El nitrato es una forma soluble y común de nitrógeno en el agua. La interpretación de los valores de nitratos en un cuerpo de agua es importante debido a que los nitratos pueden tener efectos significativos en la calidad del agua y pueden estar presentes en el agua debido a actividades humanas, como la agricultura intensiva, el uso de fertilizantes nitrogenados y la descarga de aguas residuales.

Los nitratos pueden representar un problema de calidad del agua cuando se encuentran en concentraciones elevadas, altas concentraciones en el agua potable pueden ser perjudiciales para la salud humana, especialmente para los bebés y las mujeres embarazadas, debido a la conversión de nitratos a nitritos en el cuerpo, lo que puede interferir con la capacidad de la sangre para transportar oxígeno.



La **Ilustración 47** muestra las fluctuaciones en la concentración de nitratos durante el periodo estudiado en la quebrada Doña María, estos cambios pueden considerarse normales debido a factores naturales, por ejemplo, las lluvias intensas pueden aumentar temporalmente los niveles de nitratos debido a la escorrentía de aguas pluviales que arrastran nitratos del suelo a la quebrada, y disminuir en época seca. También las actividades humanas, como la agricultura intensiva, la descarga de aguas residuales no tratadas o la escorrentía de fertilizantes, pueden contribuir a picos en las concentraciones de nitratos. Estos eventos pueden estar relacionados con el ciclo agrícola o eventos de contaminación puntuales.



**Ilustración 47.** Nitratos en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

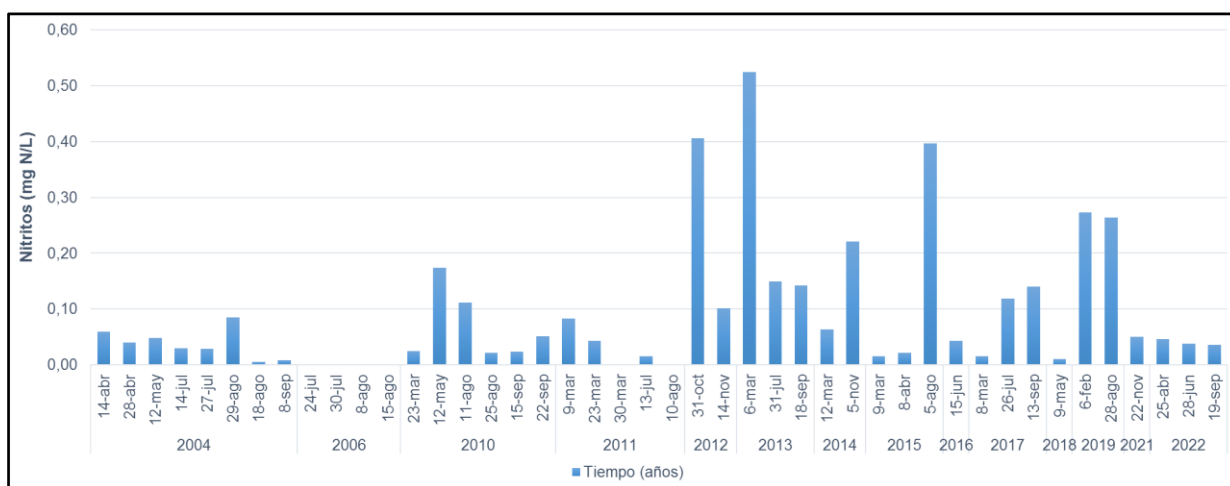
### 8.2.2.13 Nitritos

La interpretación de los valores de nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) en un cuerpo de agua es importante debido a su relación con la calidad del agua, la salud humana y los procesos ecológicos. Los nitritos pueden estar presentes en el agua debido a actividades humanas, como la descarga de ARD, ARnD y la contaminación por productos químicos utilizados en la agricultura o las diferentes actividades industriales.

En ese sentido, los nitritos también pueden representar un problema de calidad del agua, especialmente cuando se encuentran en concentraciones elevadas, toda vez que pueden reaccionar con compuestos orgánicos en el agua y formar nitrosaminas, que se han relacionado con efectos adversos para la salud, como el potencial de ser carcinógenos.

La concentración de nitritos fluctuantes en el tiempo (**Ilustración 48**) sigue principios similares a la interpretación de la gráfica de concentración de nitratos realizada previamente (**Ilustración 47**). Los nitritos son compuestos nitrogenados que, al igual que los nitratos, pueden estar presentes en cuerpos de agua debido a diversas fuentes naturales y actividades humanas.

Por otro lado, al comparar la (*Ilustración 48*), nitratos y la *Ilustración 47*, nitritos, se puede observar una tendencia general, poca concentración de nitritos, mayor concentración de nitratos y viceversa. Esto es fácil de explicar gracias al ciclo del nitrógeno y a la oxidación de  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NO}_3^-$ , en el agua; proceso llamado "nitrificación" y que ocurre en dos etapas distintas, cada una catalizada por diferentes grupos de bacterias nitrificantes. Esto tiene implicaciones importantes en la calidad del agua, debido a que los nitratos son menos tóxicos para la mayoría de los organismos acuáticos que los nitritos.



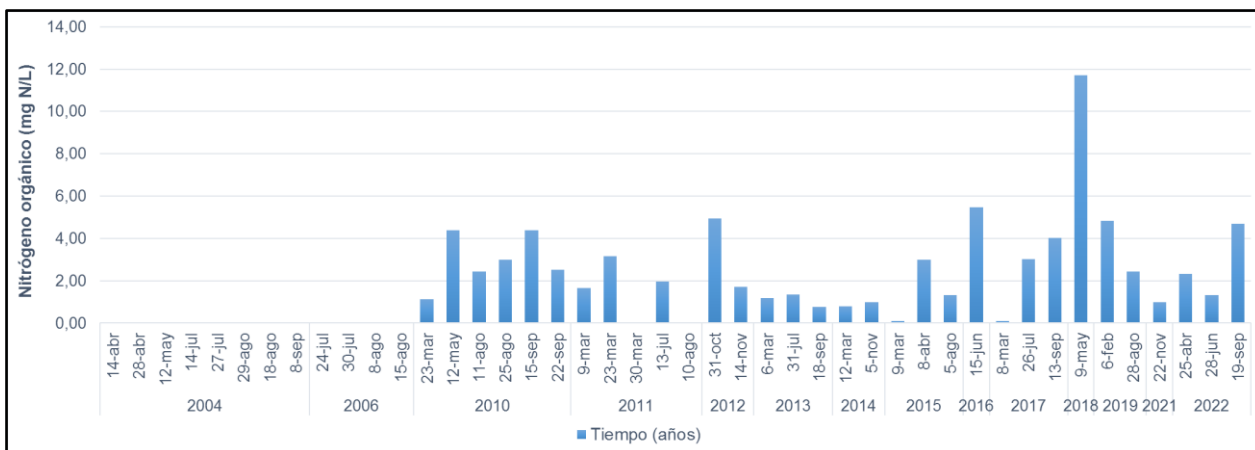
**Ilustración 48.** Nitritos en el agua de la quebrada Doña María 2004-2022

Fuente: Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.14 Nitrógeno orgánico

El nitrógeno orgánico se refiere a la fracción de nitrógeno presente en la muestra de agua en forma de compuestos orgánicos, como proteínas, aminoácidos, urea y otros compuestos nitrogenados orgánicos<sup>64</sup>, generalmente proviene de fuentes biológicas, como residuos vegetales y animales, vertimientos de ARD, ARnD y procesos de descomposición biológica.

La interpretación de los valores de nitrógeno orgánico en un cuerpo de agua es importante debido a que el nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento de los organismos acuáticos, pero el exceso de nitrógeno puede tener efectos negativos en la calidad del agua y generar desequilibrios en el ecosistema acuático producto de procesos como la eutrofización, crecimiento descontrolado de algas y plantas acuáticas, lo que puede alterar la biodiversidad acuática, reducir los niveles de oxígeno y tener efectos negativos en la cadena alimentaria. La normatividad no exige para este parámetro un valor mínimo, sin embargo, el AMVA lo mide para sus procesos de toma de decisiones informada acogiendo el mayor número de parámetros posible que les permite como entidad tomar las acciones más pertinentes para el cuidado y preservación de la microcuenca como la salud pública, teniendo en cuenta que este parámetro va de la mano con los nitritos y nitratos respecto a su comportamiento e implicaciones.



**Ilustración 49.** Nitrógeno orgánico en el agua de la quebrada Doña María 2006-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.16 Cadmio

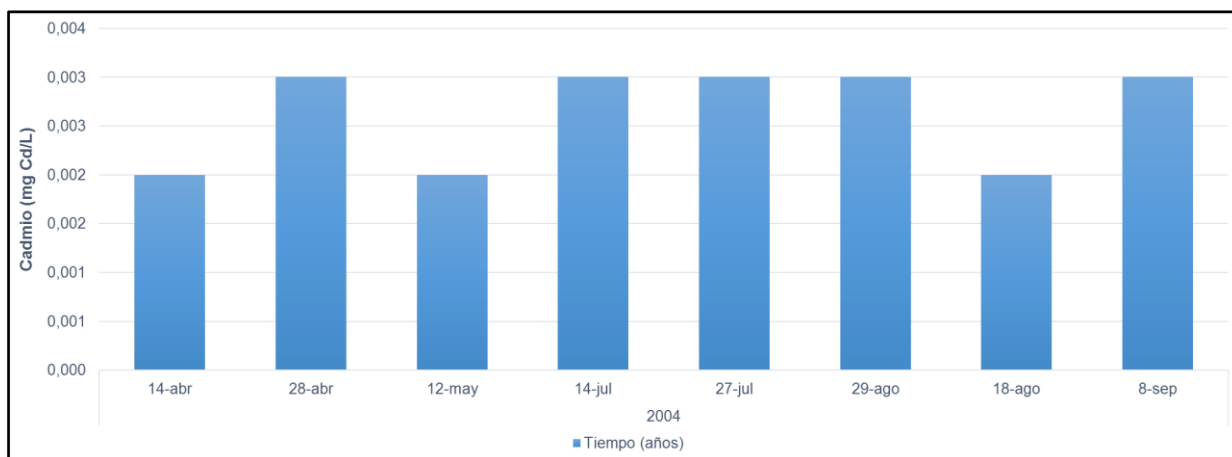
El cadmio es un metal pesado tóxico que puede ser perjudicial para la salud humana y el medio ambiente, se encuentra naturalmente en la corteza terrestre, pero también puede ser liberado al medio ambiente por actividades humanas. La interpretación de los valores de cadmio en un cuerpo de agua es importante para evaluar la calidad del agua y los posibles riesgos para la salud y la vida acuática.

Las principales fuentes antropogénicas de cadmio incluyen la industria metalúrgica, la minería y el procesamiento de minerales, la producción y el uso de baterías, la quema de combustibles fósiles, el uso de fertilizantes fosfatados y el reciclaje inadecuado de residuos electrónicos.

Como se ha evidenciado en parámetros anteriores como el hierro total, se reitera la falta de información en un metal tan importante de medir como lo es el cadmio ya que este puede generar efectos graves en la salud pública, como toxicidad en el cuerpo humano al asociarse con daños en los riñones, los pulmones y los huesos, además, el impacto en la vida acuática son mortales debido a que este metal puede acumularse en los organismos a lo largo de la cadena alimentaria, lo que puede tener efectos negativos en los niveles tróficos superiores.

Respecto al análisis que corresponde a este parámetro, la resolución 0631 de 2015 indica que el valor límite máximo permisible de cadmio corresponde a 0,01 mg/L, lo cual para los datos que corresponden al año 2004, cumplen con la normatividad, ahora, sería interesante realizar un análisis del punto de muestreo establecido por el AMVA en la estación Ayurá del Metro de Medellín, justo antes de la PTAR de San Fernando, ya que de acuerdo a la respuesta que fue aportada por la entidad en el derecho de petición

con radicado 022533-2023 interpuesto, es en este punto se ha seguido realizando el muestreo de este parámetro.



**Ilustración 50.** Cadmio en el agua de la quebrada Doña María 2004

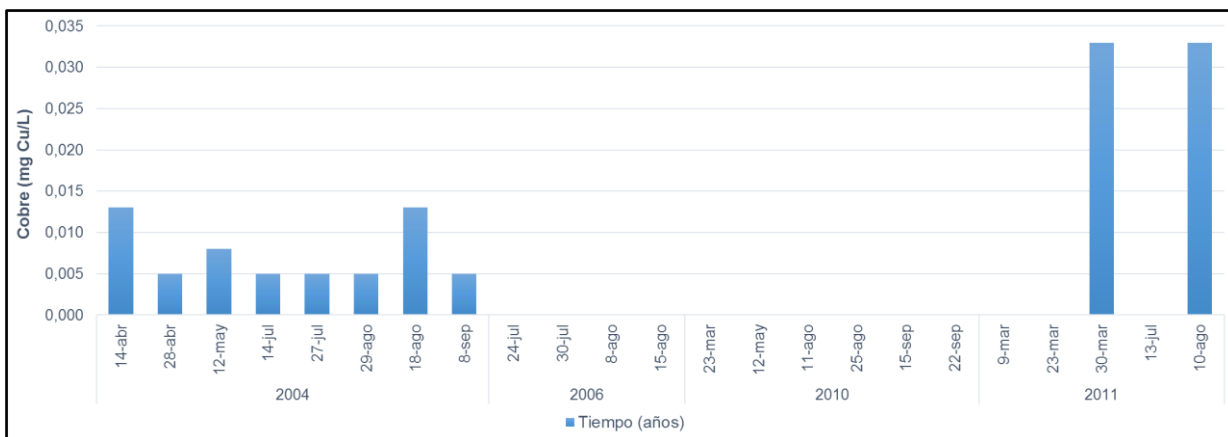
**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.17 Cobre

El cobre es un metal que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre y puede estar presente en el agua como resultado de procesos geológicos, actividades mineras, uso de pesticidas, fungicidas, y procesos naturales de erosión, en la quebrada Doña María, su presencia se debe a vertimientos de ARD y ARnD.

El cobre es esencial para muchas funciones biológicas, pero en altas concentraciones en el agua pueden ser tóxico para los organismos acuáticos. Además, la exposición crónica al cobre en el agua potable puede tener efectos adversos para la salud humana, ocasionando problemas gastrointestinales y del hígado.

Si bien, de acuerdo a la normatividad, este parámetro cumple con los valores máximos permisibles de 1 mg/L de cobre; es importante precisar que la presencia de valores altos de cobre en las aguas residuales pueden indicar una posible contaminación industrial o un incumplimiento de los estándares de descarga, por lo que las autoridades municipales, CAR y AMVA deben considerar este parámetro como clave, ya que Itagüí en especial es un municipio con un asentamiento considerable de industrias dedicadas a la actividad de la metalurgia por lo que merece una vigilancia especial, adicionalmente, el exceso de cobre en las aguas residuales puede tener un impacto negativo en el medio ambiente y en las instalaciones de tratamiento de aguas.



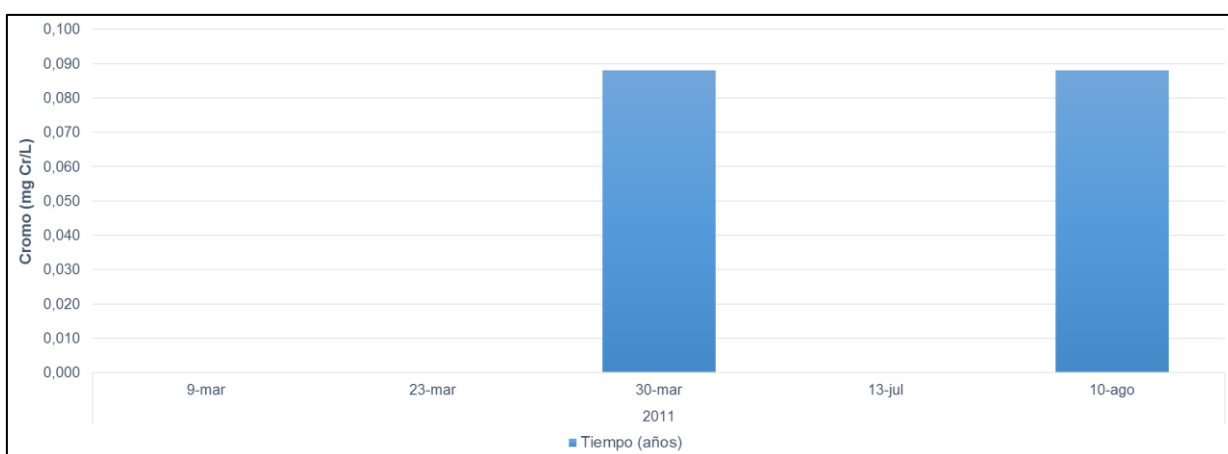
**Ilustración 51.** Cobre en el agua de la quebrada Doña María 2004-2011

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.18 Cromo

El cromo puede estar presente en el agua debido a procesos naturales y actividades humanas, como por el vertimiento de ARD y ARnD, así como de la liberación de productos químicos. Las aguas residuales con altos niveles de cromo pueden afectar negativamente los cuerpos de agua receptores, causando toxicidad en la vida acuática y acumulación en los sedimentos.

La resolución 0631 de 2015 indica que para este parámetro su límite máximo permisible es 0,10 mg Cr/L, teniendo en cuenta las pocas mediciones que presenta esta variable, desde el año 2004 al 2022, solo se tienen dos resultados, estando ambos por dentro de sus límites, por lo tanto, un incremento de los valores de cromo dentro de la microcuenca de la quebrada Doña María sugiere una posible contaminación industrial o un incumplimiento de los estándares de descarga.



**Ilustración 52.** Cromo en el agua de la quebrada Doña María 2011

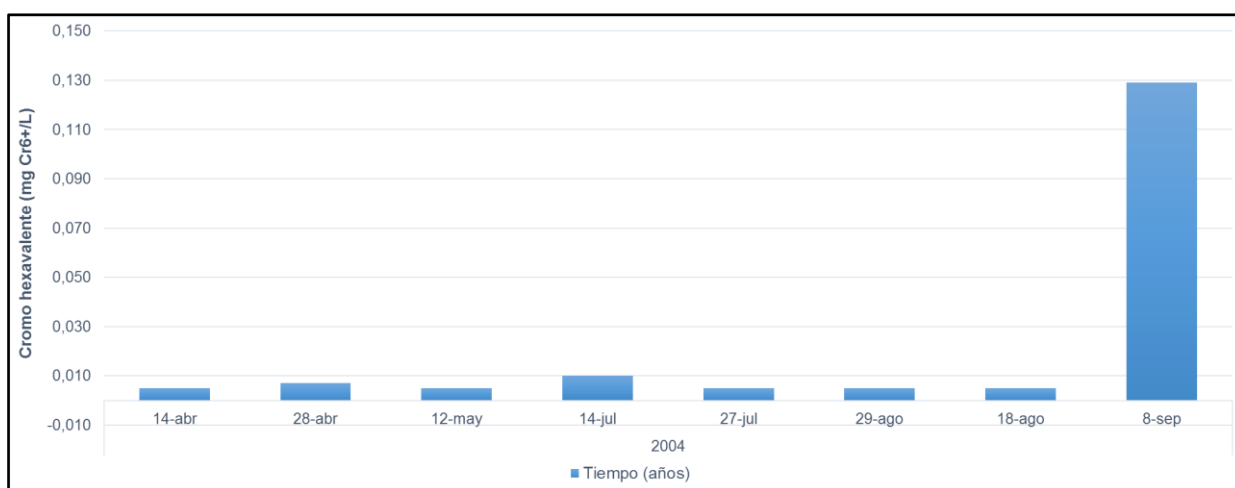
**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.19 Cromo hexavalente

El cromo, *Ilustración 52* esta expresado en su forma natural, mientras que el cromo hexavalente *Ilustración 53* es una forma oxidada y más tóxica. Es importante distinguir entre estas dos formas de cromo, debido a que el cromo hexavalente presenta un mayor riesgo para la salud y requiere una atención y regulación más estrictas en términos de su presencia en el agua y su impacto en los ecosistemas acuáticos y la salud humana.

El cromo hexavalente es conocido por ser tóxico y carcinogénico para los seres humanos y representa un riesgo grave para el medio ambiente. La interpretación de los valores de cromo hexavalente en un cuerpo de agua residual es crucial debido a sus graves riesgos para la salud pública y el ecosistema, además es importante destacar que la presencia de este compuesto en algún tipo de vertimiento de ARnD, corresponde principalmente por procesos derivados de la actividad industrial.

Este parámetro si bien no se encuentra relacionado dentro del artículo 15 de la resolución 0631 del 2015, sea para establecer valores límites máximos permisibles o para análisis y reporte, por fortuna no sobrepasa los límites de cromo hexavalente que estipula la OMS (0.1 mg/L) para cuerpos de agua como lo es la quebrada Doña María.



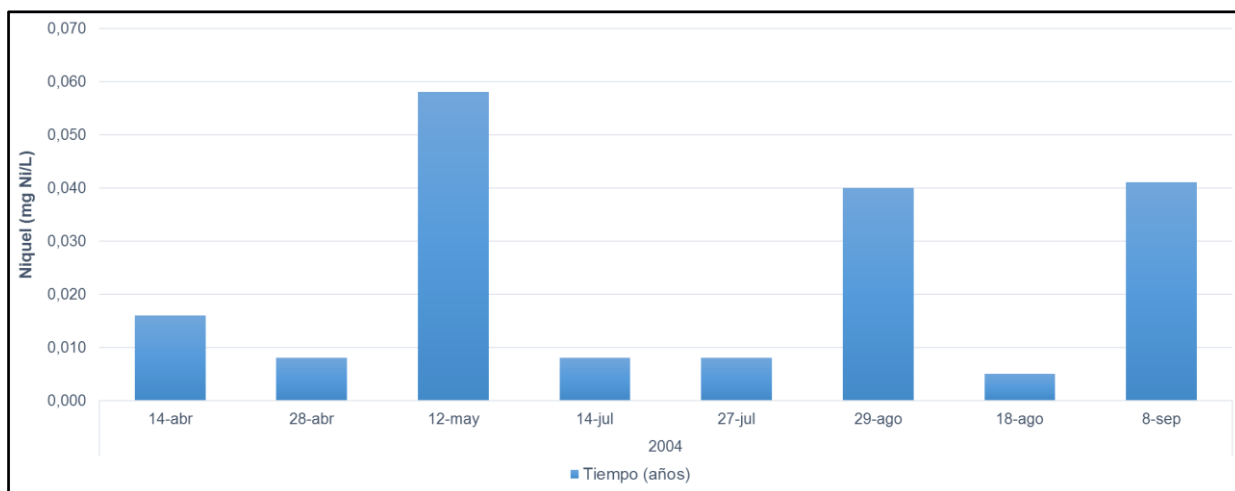
**Ilustración 53.** Cromo hexavalente en el agua de la quebrada Doña María 2004

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.2.20 Níquel

El níquel es un metal presente en diversas actividades industriales. El níquel puede tener efectos tóxicos en los organismos acuáticos y en la salud pública, la exposición crónica al níquel en el agua potable puede estar asociada con problemas respiratorios, alergias y efectos carcinogénicos. Las aguas residuales con altos niveles de níquel pueden afectar negativamente los cuerpos de agua receptores, causando toxicidad en la vida acuática y acumulación en los sedimentos.

La normatividad establece un valor máximo permisible de níquel de 0,10 mg Ni/L. Sin embargo, al igual que con los otros metales, es difícil sacar conclusiones con tan pocos datos, (*Ilustración 54*).



**Ilustración 54.** Níquel en el agua de la quebrada Doña María 2004

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

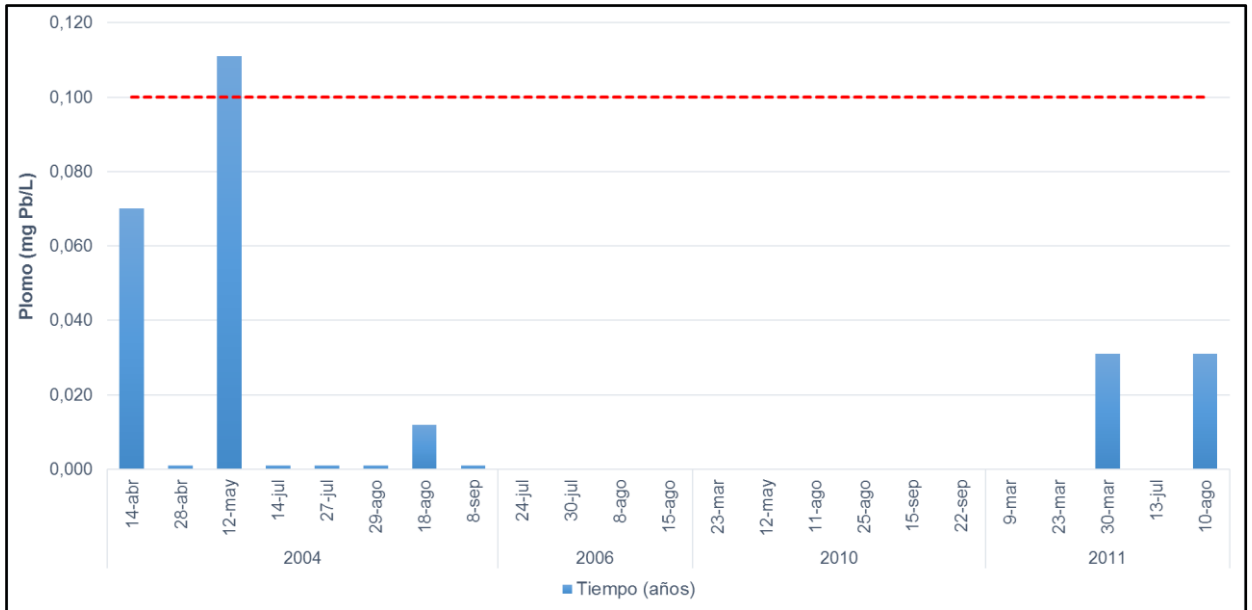
### 8.2.2.21 Plomo

El plomo es un metal pesado que puede estar presente en el agua debido a la corrosión de tuberías y accesorios de plomo en sistemas de distribución de agua, así mismo, puede estar presente en antiguas aplicaciones de pintura a base de plomo, aguas residuales debido a diversas fuentes, como la industria, el transporte y la descarga de desechos.

El plomo es tóxico y puede tener efectos adversos en la salud humana, especialmente en los niños. La exposición al plomo puede afectar el desarrollo del sistema nervioso, causar daños renales y afectar la función cognitiva, en cuanto al medio ambiente el plomo puede degradar el ecosistema, afectar directamente la vida acuática y disminuir la calidad del agua. Es por esto por lo que la EPA determinó el nivel máximo de plomo en el agua potable debe ser cero.

La resolución 0631 de 2015 establece un valor máximo de 0,10 mg Pb/L (línea roja), debido a que, de acuerdo con la EPA, el plomo es persistente y puede bioacumularse (la bioacumulación hace referencia a la acumulación neta, con el paso del tiempo, de metales (u otras sustancias) en un organismo a partir de fuentes tanto bióticas, como abióticas (suelo, aire y agua) en el cuerpo con el tiempo.

A pesar de lo difícil que es llegar a un análisis con pocos datos (cómo se mencionó anteriormente), se evidencia en la (*Ilustración 55*), cómo el 12 de mayo del 2004, el límite de plomo contenido en el agua de la quebrada Doña María, excedió el valor permisible de 0.1 mg/L de plomo.



**Ilustración 55.** Plomo en el agua de la quebrada Doña María 2004-2011

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

## 8.2.3 Parámetros biológicos

### 8.2.3.1 Escherichia Coli

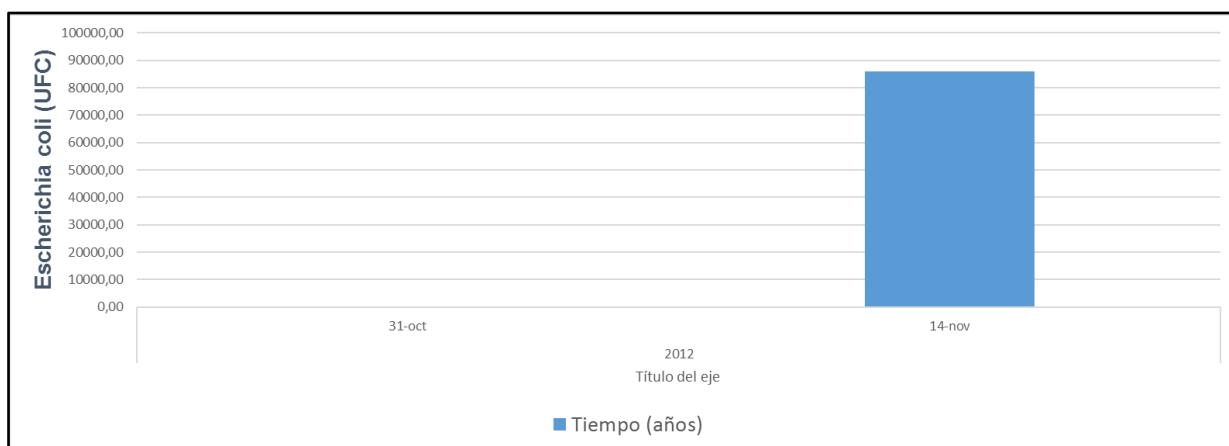
Escherichia Coli en un cuerpo de agua es un indicador comúnmente utilizado para evaluar la calidad bacteriológica del agua y su posible contaminación fecal que indica la presencia de microorganismos patógenos asociados con enfermedades transmitidas por el agua. Esto genera inmediatamente que el agua no sea apta para el consumo humano ya que pueda transmitir enfermedades como diarrea, infecciones urinarias, enfermedades respiratorias e infecciones del torrente sanguíneo. Adicionalmente, es una bacteria gramnegativa que se encuentra comúnmente en el intestino de los seres humanos y otros animales de sangre caliente.

El AMVA solo registra un dato, tomado el 14 de noviembre del 2012 para el cual se utilizó el indicador de unidades formadora de colonia (UFC) con un valor de Escherichia Coli de 86000,00 UFC. A pesar de ser un parámetro tan importante, ya que es necesario medirlo según lo expuesto al inicio de este análisis y de las problemáticas evidenciadas por el AMVA en la quebrada como la desconexión al sistema de alcantarillado en la parte baja de la quebrada, de la cual para efectos de este trabajo no se tiene evidencia si se refiere a una desconexión parcial/temporal o por si el contrario nunca han estado conectadas al sistema de alcantarillado, como se desarrolla en el objetivo específico número 1.

Cabe aclarar, que desde la resolución 0631 de 2015 no se exige la realización de este parámetro, ya que, se da por entendido que un cuerpo de agua con la más mínima



contaminación de E. Coli, de inmediato adquiere el valor de no ser apta ni para el consumo humano y/o recreativo.



**Ilustración 56.** Valores de Escherichia Coli UFC en el agua de la quebrada Doña María 2004

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.2.3.2 Coliformes totales

Los coliformes totales son un grupo de bacterias que incluye a E. Coli y otros organismos relacionados que se encuentran en el intestino de animales de sangre caliente y en el medio ambiente. La presencia de coliformes totales en el agua es un indicador de contaminación fecal y sugiere la presencia de microorganismos patógenos asociados con enfermedades transmitidas por el agua.

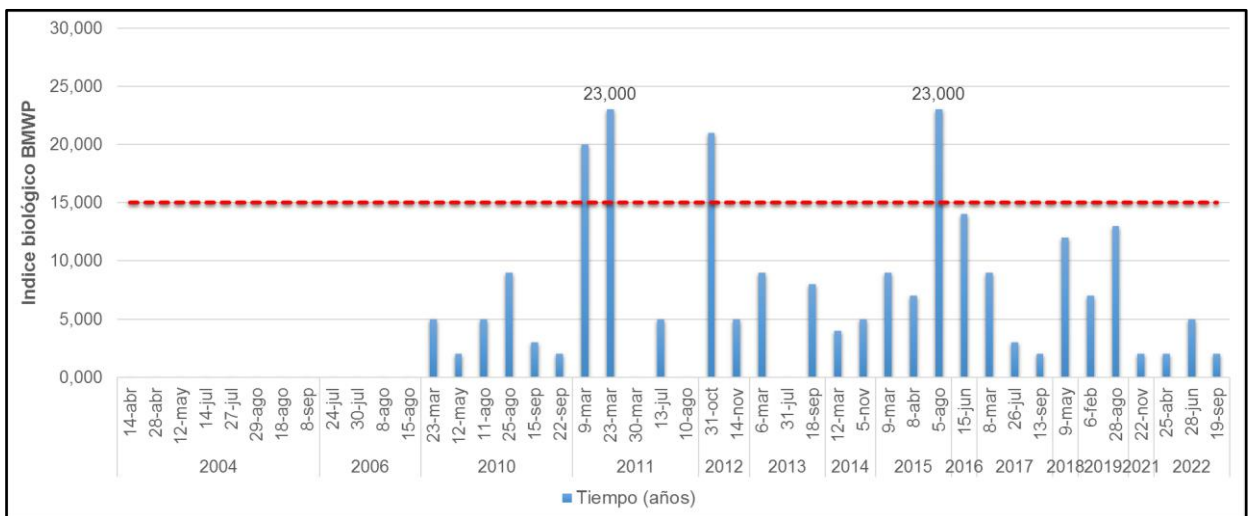
El AMVA solo cuenta con un dato tomado el 14 de noviembre del 2012, en el cual se utilizó el indicador de unidades formadora de colonia (UFC), con un valor de 450000,00 UFC, este parámetro es necesario medirlo, ya que en el análisis de los puntos críticos evidenciados se encuentran ARD que son arrojados directamente a la quebrada aumentando la problemática de la parte baja de la microcuenca y afectando la calidad del agua.

### 8.2.4 Indicadores de calidad del agua

Los Índices de Calidad del Agua (ICA), son el consolidado e interpretación de múltiples indicadores fisicoquímicos y microbiológicos que permite identificar problemas de contaminación medidos en un cuerpo de agua determinado, en este caso corresponde al tramo bajo de la quebrada doña María el cual, se encuentra ubicado en la comuna 4 del municipio de Itagüí.

Para este estudio se utilizaron dos índices, el primero de estos corresponde al índice biológico BMWP que por sus siglas en inglés significa: "Biological Monitoring Working Party", es un índice biótico cualitativo, que toma en cuenta solo la presencia o ausencia de las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos a las cuales se les atribuye un puntaje de acuerdo con su tolerancia a la contaminación orgánica. En ese sentido,

de acuerdo con el muestreo realizado entre los años 2010 y 2022 en la parte baja de la cuenca de la quebrada doña María, más exactamente en la desembocadura de la quebrada contigua al río Aburra a la altura de la autopista sur. El resultado del índice Biológico BMWP, denota que sus aguas se encuentran fuertemente contaminadas para el desarrollo de las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos, como se puede evidenciar en la **Ilustración 57**, donde se relaciona dentro de la gráfica el límite muy crítico BMWP, entendiéndose que todos los valores que se encuentren por debajo de la línea limite, es categorizado como muy crítico, por lo tanto, el número de familias de macroinvertebrados presentes en este cuerpo hídrico es muy bajo, ya que el número de estas decrece a medida que las condiciones de la calidad del agua disminuyen, como es el caso de la quebrada Doña Maria.<sup>65</sup>



**Ilustración 57.** Índice biológico BMWP 2004-2022

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

Clase	Calidad	BMWP/Bol	Significado	Color
I	Buena	> 120 101-120	Aguas muy limpias. No contaminadas	AZUL
II	Aceptable	61-100	Se evidencia algún efecto de contaminación	VERDE
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	AMARILLO
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

**Ilustración 58.** Código de colores índice biológico BMWP

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

Por otro lado, el Índice de Calidad General del Agua en Corrientes Superficiales (ICACOSU) considera estos siete parámetros: oxígeno disuelto, pH, conductividad, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, y coliformes fecales.

El indicador ICACOSU del total de 44 datos recolectados el 38.64 % dio como resultado un ICACOSU malo, el 47.73 % un ICACOSU regular y tan solo el 6.82 % dio como resultado un ICACOSU aceptable, además de eso se cuenta con un 6.82 % de datos no calculados.

**Tabla 7.** Índices de calidad quebrada Doña María 2004-2022.

Fecha	Índice biológico BMWP	Clasificación Índice biológico BMWP	ICACOSU	ICACOSU Clasificación calidad
14/04/2004		No calculado	0,52	Regular
28/04/2004		No calculado	0,56	Regular
12/05/2004		No calculado		No calculado
14/07/2004		No calculado	0,63	Regular
27/07/2004		No calculado	0,64	Regular
29/08/2004	#N/D	No calculado	0,62	Regular
18/08/2004		No calculado	0,53	Regular
8/09/2004		No calculado	0,57	Regular
24/07/2006		No calculado	0,29	Mala
30/07/2006	#N/D	No calculado	0,53	Regular
8/08/2006		No calculado	0,36	Mala
15/08/2006		No calculado	0,29	Mala
23/03/2010	5,00	Muy crítica	0,43	Mala
12/05/2010	2,00	Muy crítica	0,52	Regular
11/08/2010	5,00	Muy crítica	0,64	Regular
25/08/2010	9,00	Muy crítica	0,49	Mala
15/09/2010	3,00	Muy crítica	0,65	Regular
22/09/2010	2,00	Muy crítica	0,44	Mala
9/03/2011	20,00	Crítica	0,49	Mala
23/03/2011	23,00	Crítica	0,46	Mala
30/03/2011		No calculado		No calculado
13/07/2011	5,00	Muy crítica	0,59	Regular
10/08/2011		No calculado	0,48	Mala
31/10/2012	21,00	Crítica	0,75	Aceptable
14/11/2012	5,00	Muy crítica	0,50	Mala
6/03/2013	9,00	Muy crítica	0,66	Regular
31/07/2013	#N/D	No calculado	0,61	Regular
18/09/2013	8,00	Muy crítica	0,70	Regular
12/03/2014	4,00	Muy crítica		No calculado
5/11/2014	5,00	Muy crítica	0,73	Aceptable

Fecha	Índice biológico BMWP	Clasificación Índice biológico BMWP	ICACOSU	ICACOSU Clasificación calidad
9/03/2015	9,00	Muy crítica	0,46	Mala
8/04/2015	7,00	Muy crítica	0,46	Mala
5/08/2015	23,00	Crítica	0,58	Regular
15/06/2016	14,00	Muy crítica	0,71	Aceptable
8/03/2017	9,00	Muy crítica	0,46	Mala
26/07/2017	3,00	Muy crítica	0,48	Mala
13/09/2017	2,00	Muy crítica	0,45	Mala
9/05/2018	12,00	Muy crítica	0,52	Regular
6/02/2019	7,00	Muy crítica	0,53	Regular
28/08/2019	13,00	Muy crítica	0,58	Regular
22/11/2021	2,00	Muy crítica	0,68	Regular
25/04/2022	2,00	Muy crítica	0,41	Mala
28/06/2022	5,00	Muy crítica	0,46	Mala
19/09/2022	2,00	Muy crítica	0,57	Regular

Fuente: Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

Clasificación de la calidad del recurso hídrico	Rango numérico de valores	Color
Buena	0,91 - 1,00	Azul
Aceptable	0,71 - 0,90	Verde
Regular	0,51 - 0,70	Amarillo
Mala	0,26 - 0,50	Naranja
Muy mala	0 - 0,25	Rojo

Ilustración 59. Clasificación rango numérico y código de colores, índice ICACOSU

Fuente: Elaboración propia, datos tomados del AMVA.

### 8.3. Objetivo específico #3

**Describir cuáles son las estrategias de prevención desarrolladas e implementadas por el AMVA para reducir y/o prevenir el deterioro de la calidad del agua de la quebrada Doña María.**

El AMVA ha implementado diversas estrategias de prevención para reducir y prevenir el deterioro de la calidad del agua en el ecosistema de la quebrada Doña María. Según el informe del diagnóstico ambiental del año 2017 elaborado por el equipo técnico del Plan Quebradas de dicha entidad, se identificaron varias problemáticas asociadas al saneamiento y la protección ambiental en la microcuenca, las cuales se mencionarán a continuación:

Una de las principales problemáticas encontradas es la generación de vertimientos sin tratamiento previo. Las viviendas rurales y urbanas descargan sus aguas residuales directamente a las fuentes hídricas, por falta de un sistema de tratamiento. Además, se menciona la descarga de vertimientos industriales, que también afectan negativamente la calidad del agua de la quebrada. Para abordar esta problemática, se han implementado medidas de control y de regulación de vertimientos, así como campañas de concientización y educación ambiental dirigidas a la comunidad.<sup>67</sup>

Otra problemática identificada es la disposición inadecuada de residuos sólidos. Aunque se cuenta con servicios de recolección de residuos sólidos en la zona, se observa una escasa separación en la fuente y un nivel de aprovechamiento de materiales reciclables insuficiente. Se ha registrado la presencia de escombros, colchones, muebles y electrodomésticos en las orillas e incluso en el cauce de la quebrada, lo cual puede obstruir el flujo del agua y afectar. Para hacer frente a esta problemática, se han implementado campañas de sensibilización realizadas por el AMVA en conjunto con la alcaldía y la comunidad, promoviendo la separación adecuada de residuos y la gestión adecuada de los mismos.

La deforestación y la pérdida de coberturas vegetales también han sido identificadas como problemáticas en la microcuenca. Se menciona la presencia de actividades agropecuarias y ganaderas que han generado deforestación en extensiones considerables de predios. Estas coberturas vegetales son importantes para la protección de los recursos hídricos y el mantenimiento de la biodiversidad. Para abordar esta problemática, se han implementado medidas de restauración y reforestación, así como la promoción de prácticas agrícolas sostenibles como Agricultura orgánica, Manejo integrado de plagas, Utilización de abonos orgánicos, entre otros.

Además, se han identificado procesos erosivos y movimientos en masa, especialmente en las zonas altas y medias de la microcuenca. Estos fenómenos pueden ser ocasionados tanto por factores naturales como por actividades humanas, como la deforestación y el mal manejo de las aguas.<sup>68</sup>

En cuanto a la ocupación de las zonas de retiro de la quebrada, se ha observado un mayor número de asentamientos en el tramo bajo, donde se ha invadido el cauce con

viviendas e industrias. Esto ha generado problemas de socavación y fracturamiento de los muros de contención debido a la erosión.

El AMVA ha desarrollado e implementado diversas estrategias de prevención para reducir y prevenir el deterioro de la calidad del agua en la quebrada Doña María. Según el informe del diagnóstico ambiental realizado por el equipo técnico del Plan Quebradas, se han identificado problemáticas asociadas al saneamiento, vertimientos de aguas residuales, inadecuada disposición de residuos sólidos, deforestación, procesos erosivos y ocupación de las zonas de retiro.

Para abordar estas problemáticas, el AMVA ha establecido un modelo de gestión denominado Plan Quebradas, el cual se enfoca en mejorar las condiciones ambientales y sociales de la microcuenca. Dentro de este modelo, se han definido cuatro líneas temáticas que guían los programas y proyectos implementados en la zona.

La primera línea temática se centra en el control y regulación de los vertimientos sin tratamiento previo. Se han establecido medidas de control como la identificación de condiciones socioambientales que conllevaron a la instalación, mantenimiento y reparación de sistemas de tratamiento de ARD y ARnD a nivel local y comunitario para el manejo de vertimientos, así como, el proceso de Inspección, Vigilancia y Control (IVC) por parte de la secretaria de Medio Ambiente del Municipio de Itagüí, que a partir de la demanda y peticiones de la comunidad realizan este proceso de IVC en las industrias asentadas en el municipio, como en los espacios residenciales que presuntamente incumplan con la disposición de vertimientos de acuerdo a la resolución 631 del 2015, todo esto, de acuerdo al derecho de petición número 022533-2023 radicado por los investigadores ante el AMVA, todo esto enfocado, para prevenir la descarga directa de aguas residuales a las fuentes hídricas, tanto en zonas rurales como en la zona urbana. Además, se han implementado campañas de concientización y educación ambiental para promover buenas prácticas de saneamiento y el uso adecuado de los sistemas de alcantarillado.

La segunda línea temática se enfoca en la adecuada disposición de residuos sólidos. Se han implementado programas de recolección de residuos sólidos y se ha promovido la separación en la fuente y el aprovechamiento de materiales reciclables. También se han hecho campañas de sensibilización para fomentar una correcta gestión de los residuos y prevenir la contaminación de la quebrada con desechos sólidos.

La tercera línea temática se dirige a la protección y restauración de las coberturas vegetales, donde se han implementado acciones para detener la deforestación, esto incluye la reforestación de áreas afectadas, que si bien no se logró evidenciar dicho proceso de reforestación en el tramo seleccionado para este estudio, se logró constatar entre la avenida Santa María y la calle 68 del municipio de Itagüí, zonas dentro del cauce de la microcuenca de la quebrada donde una retroexcavadora aplicaba trabajos de restauración al organizar y establecer el cauce en la ribera cercana al cuerpo de agua permitiendo que la quebrada siga con su rumbo normal sin exceder los límites de su cauce, y así mismo, el establecimiento de áreas protegidas y la promoción de buenas prácticas agrícolas que minimicen el impacto en la calidad del agua.<sup>69</sup>

La cuarta línea temática aborda los procesos erosivos y la ocupación inadecuada de las zonas de retiro. Se han implementado medidas de manejo integral del suelo y del agua para prevenir la erosión y los movimientos en masa. Asimismo, por parte de la administración municipal, se ha trabajado en la planificación urbana adecuada y en la promoción de viviendas e infraestructuras que respeten los límites de la quebrada y minimicen su impacto en el ecosistema acuático, como se pudo evidenciar en el proceso de evacuación que efectuó la Alcaldía de Itagüí el día 12 de julio del año 2021, en donde alrededor de 12 familias se encontraban asentadas al costado de la quebrada doña María y producto de la ola invernal de esta época se afectaron sus viviendas de gran manera, generando fallas estructurales de fondo y como consecuencia, las familias no podían seguir habitándolas, por lo tanto, se evidencia este hecho como un punto de partida para la planificación urbana adecuada y promoción del respeto de los límites de la quebrada por parte de las personas y viviendas que estén asentadas en los costados o riberas de esta.

A continuación, se presenta los programas y proyectos realizados con su costo para el mejoramiento integral de la microcuenca Doña María **Tabla** .<sup>69</sup>

**Tabla 8.** PMI microcuenca doña María.

<b>PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA DOÑA MARÍA, MUNICIPIOS DE ITAGÜÍ Y MEDELLÍN</b>			
<b>Líneas temáticas</b>	<b>Programas</b>	<b>Proyectos</b>	<b>Costo</b>
<b>Saneamiento ambiental</b>	<b>Manejo de vertimientos</b>	1. Instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel local y comunitario Duración: 13,5 meses	\$115.628.970
		2. Construcción de un sistema de alcantarillado no convencional Duración: 2 meses	\$243.625.541
		3. Mantenimiento y reparación de sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel local y comunitario Duración: 14 meses	\$111.829.647
		4. Formalización de usuarios no conectados al sistema de alcantarillado convencional o no convencional Duración: 13 meses	\$176.037.513
		5. Implementación de buenas prácticas ambientales en la actividad porcícola orientadas al tratamiento de aguas residuales domésticas y al aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de biogás Duración: 12 meses	\$312.168.511
	<b>Limpieza y mantenimiento de cauces</b>	6. Mantenimiento de cuencas y quebradas Duración: 6 meses	\$1.139.935.917

<b>PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA DOÑA MARÍA, MUNICIPIOS DE ITAGÜÍ Y MEDELLÍN</b>			
<b>Líneas temáticas</b>	<b>Programas</b>	<b>Proyectos</b>	<b>Costo</b>
<b>Conservación y conectividad ecológica</b>	<b>Guardabosques metropolitano</b>	1. Fortalecimiento de guardabosques Duración: 12 meses	\$574.742.226
<b>Educación y cultura ambiental</b>	<b>Agua, territorio y participación</b>	1. Agua, hilo articulador de las dinámicas culturales, políticas y económicas en las microcuencas Duración: 18 meses	\$381.209.517
	<b>Aguas limpias, ecosistemas y comunidades saludables</b>	2. Agua, cultura y educación en la promoción del bienestar y la conservación de la vida en las microcuencas Duración: 12 meses	\$430.258.422
<b>Total</b>			<b>\$3.485.436.264</b>
<b>Saneamiento ambiental Conservación y conectividad ecológica Educación y cultura ambiental</b>	<b>Implementación de buenas prácticas ambientales orientadas a mejorar la productividad de familias caficultoras y la reducción de los impactos sobre el medio ambiente</b>		<b>\$140.180.977</b>

**Fuente:** Programa para el mejoramiento integral de la microcuenca de la quebrada doña María, municipios de Itagüí y Medellín.



#### 8.4. Objetivo específico #4

##### **Identificar las medidas correctivas que las autoridades ambientales implementan para evitar la mala disposición de residuos líquidos o sólidos.**

Para la presente investigación fue necesario realizar reuniones y encuentros directamente con las autoridades ambientales del municipio de Itagüí como el secretario de Medio Ambiente Sebastián Zuleta el día 09 de marzo del año 2023, en compañía de Juan José Mosquera Moncada y Harol Valencia Yepes, junto con el líder comunitario Álvaro Andrés Vargas, quien ha colaborado en el desarrollo del presente trabajo aportando la visión y percepción de la comunidad frente a las diversas problemáticas y situaciones que conciernen el objetivo de este trabajo, así mismo, se logró obtener un encuentro el día 23 de marzo del año 2023 con el subsecretario de aseguramiento y control de la salud Alejandro Pulgarín Arteaga, quien venía desarrollando las funciones de subsecretario de Salud Pública hasta el mes de enero del año 2023 contando con la participación en esta reunión de los investigadores y el líder comunitario. Igualmente, en el AMVA, mediante un derecho de petición, donde se solicitó información en relación con las medidas correctivas que ellos como autoridad ambiental implementan para que se eviten la mala disposición de residuos líquidos y sólidos en las cuencas de las redes hídricas, la cual, para este caso, se trata de la cuenca de la quebrada Doña María, más precisamente en su tramo bajo ubicado en la comuna 4 del municipio de Itagüí.

En ese sentido, las autoridades municipales, tanto la secretaria de medio ambiente como la subsecretaria de salud pública, coincidieron en los términos sancionatorios que se debían aplicar a las empresas o personas naturales que infringieran las normatividades vigentes en pro de preservar y evitar el deterioro de los cuerpos de agua que pertenezcan a la jurisprudencia municipal, lo cual para este caso, los funcionarios citaron la Ley 1801 del año 2016 (también conocida como el Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana) en su capítulo 2 donde se establecen las disposiciones acerca de los recursos hídricos, fauna, flora y aire, en su artículo 100 que reza: “Comportamientos contrarios a la preservación del agua.”, ellos hicieron énfasis en algunos numerales muy exactos los cuales son<sup>70</sup>:

- Art 2. Arrojar sustancias contaminantes, residuos o desechos a los cuerpos de agua.
- Art 3. Deteriorar, dañar o alterar los cuerpos de agua, zonas de ronda hídrica y zonas de manejo y preservación ambiental en cualquier forma.
- Art 4. Captar agua de las fuentes hídricas sin la autorización de la autoridad ambiental.
- Art 5. Lavar bienes muebles en el espacio público, vía pública, ríos, canales y quebradas.

En ese orden de ideas, las medidas correctivas a aplicar oscilan entre la amonestación que se trata de un “llamado de atención en privado o en público con el objetivo de concientizar a la persona de la conducta realizada y su efecto negativo para la convivencia” de acuerdo con el proceso verbal abreviado establecido en la ley 1801 de 2016, la multa general tipo 4\_ que sería el pago de 16 SMDLV.

Por último la suspensión temporal de la actividad, que en este caso para las industrias productivas (sean persona jurídica o natural) podría ser el peor de los casos ya que esta medida correctiva no necesariamente va acompañada de la medida de multa general (la cual si es una sanción económica), pero su particularidad es que en los casos que se aplique la suspensión temporal (de acuerdo al comportamiento contrario a la convivencia, es decir, el numeral) consta de 3 instancias, la primera sanción suspende de manera total las actividades por un término de 3 a 10 días, lo cual debe ser proporcional a la gravedad de la infracción, si esta primera orden se desacata o se reitera el mismo comportamiento dará lugar a la suspensión temporal de la actividad por un periodo de 3 meses, finalmente, si se presenta una tercera reincidencia de esta conducta ya dará lugar a la suspensión definitiva de la actividad sin posibilidad de reapertura, y de acuerdo a la información que fue suministrada por el secretario de medio ambiente y el subsecretario de salud pública del municipio, todo este proceso abarcado por la ley 1801 de 2016 se trata de un proceso policivo-administrativo, pero, sin perjuicio de que se adelanten las acciones penales, civiles y administrativas que correspondan ya sea que corresponda remitir dichos procesos al AMVA y CORANTIOQUIA como autoridades ambientales, como por oficio desde las mismas secretarías de despacho que se daría en el marco de un proceso judicial por delitos al recurso hídrico y daños ambientales.

Igualmente, tanto las autoridades ambientales que en el municipio de Itagüí y el AMVA coincidieron en los decretos 3930 de 2010 (en especial su artículo 41) y el 1076 de 2015 (en especial su artículo 2.2.3.3.5.1), donde se reglamentan e incorporan disposiciones especiales en materia de usos del agua y residuos líquidos como modificaciones al decreto único reglamentario del sector medio ambiente y desarrollo sostenible, decretos en los cuales se basan las autoridades ambientales (y así mismo las Corporaciones Autónomas Regionales) para sancionar a quien corresponda.

## 9. Discusión

La falta de conciencia ambiental de la comunidad que habita los alrededores del ecosistema de la quebrada Doña María se refleja y evidencia en la manera en que disponen los residuos líquidos y sólidos lo cual es rotundamente inapropiado, incluyendo los residuos que son arrojados directamente al cauce de la microcuenca sin ningún tratamiento previo.

De acuerdo a los puntos críticos identificados, es importante mencionar, que presuntamente, una de las principales afectaciones a la calidad del agua de la quebrada Doña María, es producto de los recicladores que desarrollan su actividad en las zonas aledañas a la ribera, de esta manera, se debe realizar un análisis de esta situación, dando soluciones o estrategias que mitiguen esta problemática, ya que esto también se encuentra detallado dentro de la cuarta línea temática desarrolladas por el AMVA dentro de su 'Plan Quebradas'.

En el punto crítico número uno, se pudo evidenciar como por parte de la comunidad del sector, se arroja de manera directa a la quebrada, bolsas de basura sin tener algún tratamiento previo, esto puede generar con el tiempo una degradación de esta bolsa plástica y entrar en solución. En este punto es importante precisar cuál es el recorrido que comprenden las aguas de la quebrada Doña María y esto como podría generar un impacto negativo para los ecosistemas acuáticos y la salud pública en general; inicialmente, la quebrada desemboca en el río Aburra, posteriormente, el río Aburra desemboca en el río Porce, lugar donde se desarrollan actividades de pesca e incluso captación de agua para consumo humano a la altura del municipio de Guadalupe, el agua que inicialmente partió de jurisdicción del municipio de Itagüí con plásticos, ya se encuentra en un proceso donde la salud humana se puede ver afectada de manera directa, debido a que producto de la pesca se distribuyen los pescados en municipios aledaños a Porce e incluso Valle del Aburra, estos alimentos pueden contener microplásticos y de esta misma manera generar afectaciones a la salud humana mediante enfermedades como, accidentes cerebro vasculares, tendencia a la diabetes, puede producir cualquier tipo de cáncer debido al tamaño tan reducido de estas partículas que pueden llegar a la célula humana y alterar su composición, trastornos del sistema autoinmune y enfermedades neurodegenerativas.

Por otra parte, es importante mencionar que en las reuniones que se sostuvieron con el Secretario de Medio Ambiente del municipio de Itagüí Sebastián Zuleta y el subsecretario de aseguramiento Alejandro Pulgarín (que hasta enero de 2023 desarrollo funciones como subsecretario de Salud Pública), por parte de estos despachos y por parte de la alcaldía de Itagüí se realizan las visitas a las empresas o comercios que presuntamente incumplieran la normatividad en materia de vertimientos por demanda o por queja presentada, es por eso que sería importante que las autoridades ambientales competentes realicen estas visitas con una periodicidad determinada y a modo aleatorio para poder determinar el cumplimiento de los requisitos que dispone la normatividad en materia de vertimientos, ya que en los recorridos realizados en campo en las fechas 29 de junio de 2023, 09 de julio de 2023 y 17 de agosto, se pudo observar y evidenciar la existencia de conductos y desagües de empresas apuntando directamente al caudal de la quebrada Doña María en la parte

baja del tramo seleccionado para este estudio, donde muy posiblemente se pueden estar realizando vertimientos por parte de las industrias asentadas en el área de interacción de la quebrada Doña María. Esto podría suponerse como un presunto manejo inadecuado de ARD, ARnD y a su vez, se estaría incumpliendo con las normativas nacionales y locales en materia de disposición de vertimientos, como se enuncio en el marco legal del presente estudio; en ese mismo sentido, se evidenció en el recorrido realizado la presencia de viviendas improvisadas que han sido establecidas por habitantes en condición de calle y algunos recicladores, los cuales disponen y descargan desechos sólidos y líquidos directamente a la quebrada sin ningún tratamiento previo, lo cual se traduce en un riesgo alto en lo que concierne la estabilidad del ecosistema de la quebrada, la calidad del agua y la salud pública.

En el año 2018 la alianza Medellín como Vamos, realizó un estudio de medición del índice ICACOSU a las aguas de las microcuencas abastecedoras del Rio Aburra. Para el informe realizado por esta alianza interinstitucional privada se analizan las mediciones correspondientes a los años 2016, 2017 y 2018, que de acuerdo al histórico de mediciones 2004-2022 del AMVA, compartido para este estudio mediante un derecho de petición, se logró corroborar el comportamiento que presenta el índice ICACOSU de la quebrada Doña María oscilando en promedio entre valores malos y con mayor frecuencia regulares, es así como en el año 2021, por parte del Concejo de Medellín se realizó debate de control frente a los proyectos ejecutados por el AMVA del cuidado, preservación y mitigación de la contaminación de las microcuena abastecedoras del rio Aburra, donde por parte de la corporación se señalan presuntos incumplimientos en la implementación de los planes de mejora del índice ICACOSU.

Es importante entonces, prestar más atención a los resultados de los ICA, pues son estos una herramienta importante para la gestión y la toma de decisiones para todas las autoridades ambientales; para poder establecer objetivos y normativas pertinentes en búsqueda del cuidado y la conservación del recurso hídrico. Es necesario continuar con su uso para la quebrada Doña María e implementar medidas preventivas y correctivas para mantener una estabilidad ecosistémica y ecológica de la quebrada, y así mismo, la concientización y participación de la comunidad, el control de vertimientos, la adecuada gestión de residuos, la protección de las coberturas vegetales y la prevención de procesos erosivos son entonces, acciones clave para lograr un entorno más sostenible y saludable, de cual las futuras generaciones puedan gozar, cuidar, reconocer y preservar.

La información proporcionada por el AMVA fue fundamental para realizar el diagnóstico de la quebrada Doña María, Es necesario un enfoque integral y participativo multisectorial que involucre a todas las actores interesados, como lo son la administración municipal, autoridades ambientales competentes, técnicos con conocimiento del tema, los sectores industriales, pero de manera especial se debe de incluir a la comunidad debido a que son ellos quienes día a día tienen una relación directa o indirecta con la quebrada, por lo tanto, los entes encargados en la toma de decisiones, de ninguna manera deben de mantener a este actor social al margen de estos procesos decisorios.

En ese orden de ideas, en este trabajo, se tuvo la oportunidad de vincular a María Emma Chaverra, habitante y líder ambiental del municipio de Itagüí por más de 30 años. En la charla que se tuvo, la líder compartió un histórico de las luchas y trabajos que se han desarrollado con el fin de promover el cuidado y preservar la calidad del agua de la quebrada desde principios de los años 90, indicando que ha sido un proceso difícil, laborioso, y que más de tiempo, ha sido complicado por la disposición de los diferentes actores que interactúan de manera directa con la quebrada, sobre todo los actores industriales, pero que sin duda alguna ha dejado semillas para lo que es la quebrada Doña María hoy en día, que en palabras de ella, no es la calidad del agua óptima que se quisiera tener, pero que el avance ha sido más que significativo, mencionando una idea en particular que para efectos del presente trabajo, es necesario citarlo de manera textual:

“Yo diría que se tiene un balance muy positivo respecto a la calidad del agua de la quebrada, sin dudas se ha trabajado y lo más lindo es ver cómo la comunidad, los estudiantes, las fuerzas policiales, la administración, si se unen, se pueden hacer cosas grandes”

De acuerdo a los dos párrafos anteriores, realizando procesos estructurados, participativos y aplicados de una manera rigurosa y disciplinada, sin eufemismos, pero con voluntad, es evidente que se lograría una mejora significativa en la calidad del agua y garantizaría la sostenibilidad, estabilidad y preservación de este recurso hídrico a largo plazo, pero, sin dudas, está más que evidenciado de acuerdo a la información suministrada por la líder, que el aporte de la comunidad en este proceso y en los demás procesos venideros es clave para una solución real y sobre todo integral en lo que concierne con las problemáticas que aún se viven respecto a la calidad ecosistémica y del agua de la quebrada Doña María.

## 10. Conclusiones

Se hace evidente la necesidad de mencionar y abordar la falta de cultura ambiental en la comunidad. La presencia de residuos sólidos en las riberas de la quebrada Doña María constituye un problema adicional para la calidad del agua. La inadecuada gestión de estos residuos por parte de la comunidad contribuye a su acumulación en el entorno acuático, trayendo consigo contaminantes químicos que alteran las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la quebrada, así mismo, la obstrucción de drenajes que pueden generar inundaciones; aguas estancadas que favorece la proliferación de vectores, entre otras, afectando negativamente la calidad del agua, y representando una amenaza para la salud humana, la salud pública y la estabilidad ecológica de la quebrada.

Del total de 10 puntos críticos identificados el 40% son causados por falta de cultura ambiental, el 30% son causados por los habitantes de calle y recicladores y el 30% son causados por las empresas y casas.

Sin embargo, es importante precisar que por parte de la administración municipal existen iniciativas para evitar este tipo de problemáticas mencionadas, ya que dispone de contenedores de basura para que la comunidad haga uso ilimitado de estos, además, el servicio de recolección de basuras por parte de la empresa INTERASEO y SERVIASEO ITAGÜÍ presenta una intensidad alta ofreciendo a la comunidad una recolección de sus residuos de tres veces a la semana, por lo tanto, se concluye que esta problemática se debe abordar desde el empoderamiento, concientización y cultura ciudadana, que los habitantes del sector reconozcan el río como parte de su ecosistema, de su entorno y que de esta manera se inculquen bases culturales y educativas que les permita determinar las consecuencias que pueden tener las afectaciones a la calidad del agua de la microcuenca de la quebrada Doña María.

El AMVA busca mejorar las condiciones ambientales y sociales de la microcuenca a través de cuatro líneas temáticas que guían los programas y proyectos implementados en la zona: control de vertimientos, adecuada disposición de residuos sólidos, protección y restauración de las coberturas vegetales, y prevención de procesos erosivos y ocupación inadecuada de las zonas de retiro. De los cuales se pudo evidenciar que si se implementaron en 100% y que concuerda con la información otorgada por el AMVA la cual explica que todos los programas y proyectos están implementados en su totalidad.

Las autoridades como la secretaria de medio ambiente y subsecretaria de salud pública del municipio de Itagüí, así como el AMVA y CORANTIOQUIA coincidieron en la aplicación de medidas sancionatorias establecidas en la Ley 1801 del año 2016, conocida como el Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana, específicamente en su capítulo 2, que regula los recursos hídricos, fauna, flora y aire. Es así como estas entidades vienen aplicando las medidas sancionatorias establecidas por la ley y decretos correspondientes para evitar la mala disposición de residuos y preservar la calidad del agua en la cuenca de la quebrada Doña María. Estas medidas han buscado garantizar la convivencia, proteger el recurso hídrico y prevenir daños



ambientales, tanto a través de procesos policivo-administrativos como de acciones penales, civiles y administrativas.

En esa misma línea, la problemática de contaminación en la quebrada Doña María queda en evidencia a través de los resultados de obtenidos; la turbiedad incrementó en 671 UNT en promedio desde el año 2004 al 2022, la baja relación DBO<sub>5</sub> / DQO en 69,77% de las muestras, deja evidencia de la poca biodegradabilidad del agua de la quebrada Doña María en este punto; indicando que una parte importante de la materia orgánica es difícil de degradar para los microorganismos. Adicionalmente, de los 44 datos del ICACOSU, el 38.64 % arrojaron un ICACOSU malo, el 47.73 % un ICACOSU regular y tan solo el 6.82 % un ICACOSU aceptable, además de eso se cuenta con un 6.82 % de datos no calculados. Todo esto, requiere de la implementación de medidas de prevención y promoción para preservar su entorno y ecosistema de manera equilibrada y responsable. Para abordar esta situación, se proponen estrategias como la concientización y educación ambiental de la comunidad, el fortalecimiento del sistema de recolección y gestión de residuos, el control y regulación de vertimientos industriales, la creación de espacios verdes y recreativos, y la implementación de sistemas de alcantarillado adecuados.

La colaboración entre la comunidad local, las autoridades municipales, el AMVA y otras organizaciones será crucial para lograr un entorno más sostenible, saludable y equilibrado para la quebrada Doña María y las comunidades aledañas. La implementación de estas estrategias promoverá la preservación del recurso hídrico y contribuirá a la mejora de la calidad del agua de la quebrada Doña María.

## 11. Recomendaciones

Para preservar el equilibrio ecosistémico de la quebrada, se recomiendan estrategias que podrían implementarse eficazmente. Las propuestas se centran en la concientización y apropiación de la comunidad respecto al territorio que habitan, y la mejora en la gestión de residuos, el control de vertimientos industriales, el correcto mantenimiento de las áreas verdes y construcción de sistemas de alcantarillado tanto para ARnD como para ARD y sistema de alcantarillado pluvial. Se espera que estas acciones sean el inicio para una colaboración entre los sectores y actores involucrados de manera directa e indirecta con la quebrada Doña María, para lograr un entorno más sostenible, saludable y equilibrado para la quebrada doña María y sus comunidades aledañas.

1. Concientización, apropiación y educación ambiental: Es fundamental llevar a cabo campañas de sensibilización/concientización, apropiación y educación ambiental dirigidas a la comunidad local, destacando la importancia de preservar la quebrada Doña María y promoviendo prácticas responsables de disposición de residuos, manejo del agua y cuidado del entorno natural, percibiendo nuestro entorno como un todo. Esto podría incluir talleres, charlas y material informativo y campañas multisectoriales inclusivas por parte de colectivos, entes administrativos, organizaciones y la comunidad en general en los barrios y a través de sus JAC. Así mismo, se pueden diseñar y habilitar espacios verdes, culturales y zonas recreativas cercanas a la quebrada, así se promoverá un mayor contacto e interacción con el ecosistema de la quebrada doña María, lo que generaría un sentido de pertenencia y valoración de la comunidad. En ese orden de ideas, a través de talleres, programas, conferencias desde el pliego de actividades institucionales, con la articulación de organizaciones y colectivos sociales, JAC, entre otras, permitan en primer lugar el reconocimiento de la quebrada doña maría como un ecosistema que hace parte del municipio, del entorno de sus vecinos y comprender que primero estuvo la quebrada antes que las viviendas, y de esta manera generar la apropiación por parte de la comunidad para que por último se genere esa protección al recurso hídrico de la quebrada.
2. Control, regulación y fortalecimiento de la gestión de residuos, ARD y ARnD, así mismo de la inspección, vigilancia y control: Es necesario mejorar el sistema de recolección de residuos sólidos en la zona, promoviendo a través de la formación ciudadana la separación de residuos en el origen. Así, estudiar los horarios y frecuencias de recolección para determinar así la opción más adecuada y que puntos se consideran críticos y/o requieren atención especial. Además, se debe fomentar el reciclaje y la reutilización como alternativas sostenibles, como lo ha venido impulsando la administración municipal del municipio de Itagüí desde el año 2020 por medio de su programa “Itagüí Recicla”, la cual es una iniciativa que le apuesta a la implementación de una ruta de recolección selectiva de reciclaje en el municipio, con el fin de que las empresas de recuperadores y recicladores se articulen, todo esto con el fin de ordenar y regular la actividad del aprovechamiento de los residuos sólidos, aportando a las condiciones sociales, culturales y laborales de los recicladores de oficio y a la salud pública y medioambiental. De esta manera los parámetros

fisicoquímicos, microbiológicos e índices de calidad del agua no se verían tan afectados.

3. Control y regulación de vertimientos industriales: Es fundamental controlar más estrictamente a las empresas localizadas en las riberas de la quebrada doña María. Deben implementarse inspecciones periódicas y de manera regular para garantizar que cumplan con las normas ambientales vigentes, especialmente en cuanto al adecuado tratamiento y disposición de los residuos líquidos generados en sus procesos industriales de acuerdo con el decreto 3930 de 2010, decreto 1076 de 2015, ley 99 de 1993, Resolución 631 de 2015 y el POMCA.
4. Realizar un control periódico de acuerdo con la normatividad por parte de las autoridades ambientales a las industrias asentadas en las zonas aledañas a la quebrada Doña María con el fin de desarrollar procesos de inspección, vigilancia y control, aportando al control riguroso de este actor fundamental en lo que concierne la calidad del agua de la quebrada.

## 12. Agradecimientos

*A nuestros familiares quienes nos brindaron su afecto y dedicación en el transcurso de nuestra carrera...*

A la Universidad de Antioquia por abrirnos sus puertas de este mundo académico, que con su mística única nos acogió como sus hijos y nos brindó una formación con actitud crítica y sobre todo nos inculco la convicción de servir al otro. A los docentes del pregrado de Administración en Salud, énfasis en Gestión Sanitaria y Ambiental, ya que cada uno con sus palabras, sus conocimientos especiales, hicieron que todo lo aprendido, crecieran en nuestro espíritu de salubristas. Agradecemos su paciencia, su profesionalismo al compartir sus conocimientos, su dedicación inquebrantable, perseverancia y tolerancia. Como profesionales, nos comprometemos a llevar el nombre de la Facultad Nacional de Salud Pública en lo más alto a lo largo de nuestras vidas.

Agradecemos a nuestro asesor, el profesor Fernando León Guzmán Duque por ser un pilar fundamental en este proceso, por su disposición para ayudar al desarrollo de nuestra investigación con su amplia trayectoria, sirviéndonos de guía en este camino y por su paciencia. A la Alcaldía de Itagüí en sus secretarios de Medio Ambiente y Subsecretario de Salud Pública y al AMVA por ser tan colaborativos con los parámetros y la información que les fue solicitada. También agradecemos a Álvaro Andrés Vargas, líder comunitario del municipio de Itagüí por su ayuda contextual del sector y por su gran labor con su conocimiento de las situaciones ambientales y sociales del municipio.

Yo, Juan José Mosquera Moncada, por medio del presente trabajo le agradezco a mi madre Irma Moncada y a mi padre Faber Mosquera, por ser durante estos años de carrera universitaria el motor que me impulsa a diario. Mi amor para ustedes, así como todos mis triunfos. Gracias por todo su apoyo, paciencia, por creer en mi en todo momento y no dejarme desfallecer.

Yo, Harol Valencia Yepes, quiero agradecer en este trabajo a mi madre Claudia Andrea Yepes, quien impulso el inicio de esta nueva etapa e inculco siempre el amor por el aprendizaje y el estudio como herencia invaluable de los padres a los hijos.

### 13. Referencias Bibliográficas

1. Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México [Internet] [citado el 15 de julio de 2023]. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-56572006000100007&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-56572006000100007&script=sci_abstract&tlng=pt)
2. Pacheco Ávila, Julia; Cabrera Sansores, Armando; Pérez Ceballos, Rósela. Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México [Internet]. [citado el 15 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46780214.pdf>
3. Diagnóstico de la calidad del agua del río Pixquiac en la congregación Zoncuantla, Municipio de Coatepec, [Internet] [citado el 15 de julio de 2023]. Disponible en: <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/42150>
4. Deivis Anchia. Caracterización Y Diagnóstico De La Calidad De Agua En La Cuenca Alta Del Río Bermúdez, Heredia, Costa Rica. [Internet]. [citado el 12 de julio de 2023]. Disponible en: [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11052/Caracterizacion\\_y\\_diagnostico\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_agua\\_en\\_la\\_cuenca\\_alta\\_del\\_Rio\\_Bermudez%2c\\_Heredia%2c\\_Costa\\_Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11052/Caracterizacion_y_diagnostico_de_la_calidad_de_agua_en_la_cuenca_alta_del_Rio_Bermudez%2c_Heredia%2c_Costa_Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
5. Arango MCC, Álvarez LF, Arango GA, Torres OE, de Jesús Monsalve as M. Calidad Del Agua De Las Quebradas La Cristalina Y La Risaralda, San Luis, Antioquia [Internet]. Org.co. [cited 2023 Jul 8]. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n9/n9a10.pdf>
6. Gómez-Marín AM, Martínez DN-FA, de Jesús Gallego Suárez y. D. Calidad Del Agua En La Parte Alta De Las Cuencas Juan Cojo Y El Salado (Girardota – Antioquia, Colombia) [Internet]. [citado el 15 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v60n1/a08v60n1.pdf>
7. Cristina Andrea M, Merleides del Rosario O, Jorgelina P. Diagnóstico de la calidad del agua en las playas de El Cabrero (Cartagena, Colombia) durante el periodo de lluvias de 2019 [Internet]. [citado el 15 de julio de 2023]. Disponible en: [https://utb.alma.exlibrisgroup.com/view/delivery/57UTB\\_INST/1214266760005731](https://utb.alma.exlibrisgroup.com/view/delivery/57UTB_INST/1214266760005731)
8. Sánchez JM, Resumen S. Quebrada Doña María: de amenaza a sujeto de derechos [Internet]. Edu.co. [cited 2023 Jul 8]. Available from: <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/e8a32078-cd17-4747-b34e-984ba13d2557/content>
9. Upegui JA, Carolina Cardona Castro: CORP PROROMERAL. Evaluar la calidad del agua de la quebrada “Doña María” a través de macroinvertebrados y variables fisicoquímicas, para la construcción de bases pedagógicas en el cuidado de las fuentes hídricas del corregimiento de San Antonio de Prado, 2017 [Internet]. Proromeral.org. 2018 [cited 2023 Jul 2]. Available from: <https://www.proromeral.org/wp->

[content/uploads/2021/01/trabajo-de-grado-bioindicacion-udea.pdf](https://repository.usta.edu.co/handle/11634/18682)<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/18682>

10. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). Informe de calidad del agua de la quebrada Doña María. [En línea]. Disponible en: [<https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/INFORME-DE-GESTION-Consolidado-Sem-I-2020-1.pdf>]. Accedido el [15/06/2023].

11. Alcaldía de Itagüí. Plan de Gestión Ambiental del Municipio de Itagüí. [En línea]. Disponible en: [<https://itagui.gov.co/uploads/entidad/control/8115c-medio-ambiente-inf.pdf>]. Accedido el [15/06/2023].

12. Instituto Nacional de Salud (INS). Informe de monitoreo de calidad del agua de la quebrada Doña María. [<https://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/sivicap.aspx>]. Disponible en: [enlace a la fuente]. Accedido el [15/06/2023].

13. Miembros Del Grupo Intersecretarias Para Los Recursos Hídricos (Gis-Rh) Del Comité Administrativo Y De Coordinación De Las Naciones Unidas. Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente: El desarrollo en la perspectiva del Siglo XXI 26-31 de enero de 1992, Dublín, Irlanda [Internet]. 1992 Jan. Available from: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30961/ICWESp.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

14. Aguilar Ibarra A. Calidad del agua. Un enfoque multidisciplinario [Internet]. México City, México: Universidad Nacional Autónoma; 2010 [cited 2022 Aug 25]. Available from: <http://ru.iiec.unam.mx/65/1/CalidadAguaiImpr.pdf>

15. AMVA. Programa Para El Mejoramiento Integral De La Microcuenca De La Quebrada Doña María, Municipios De Itagüí Y Medellín. [cited 2023 Jul 1]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI\\_DON%CC%83A\\_MARIA%20.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI_DON%CC%83A_MARIA%20.pdf)

16. Alonso J. Agua, fuente de vida y muerte en América Latina [Internet]. DW.COM. Deutsche Welle ([www.dw.com](http://www.dw.com)); 2022 [cited 2022 Aug 24]. Available from: <https://www.dw.com/es/agua-fuente-de-vida-y-muerte-en-america-latina/a-61227140>

17. Alcaldía de Itagüí. Información general y presentación del municipio [Internet]. Alcaldía de Itagüí. [cited 2022 Aug 27]. Available from: <https://www.itagui.gov.co/municipio>

18. Municipio de Itagüí. Informe Estadístico Itagüí 2021 [Internet]. Itagui.gov.co. 2021 [cited 2022 Aug 30]. Available from: <https://www.itagui.gov.co/uploads/micrositios/files/6e81f-informe-estadistico-2021-final-1-.pdf>

19. Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Hidrográfica Del Río Aburrá -Nss (2701-01), Localizada En El Departamento De Antioquia Jurisdicción De La



Corporación Autónoma Regional Del Centro De Antioquia Corantioquia) [Internet]. Gov.co. [cited 2022 Aug 30]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento\\_POMCA/DOCUMENTO\\_POMCA%20dic.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento_POMCA/DOCUMENTO_POMCA%20dic.pdf)

20. Corporación Proromeral A de M. CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL COMANEJO DE LAS ÁREAS Y ECOSISTEMAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL DEL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO, MUNICIPIO DE MEDELLÍN [Internet]. Corporación Proromeral. 2016 [cited 2023 Jul 2]. Available from: <https://proromeral.files.wordpress.com/2015/01/monitoreo-aguas-y-humedales-2015-2016.pdf>

21. AMVA. PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA DOÑA MARÍA, MUNICIPIOS DE ITAGÜÍ Y MEDELLÍN [Internet]. Área Metropolitana del Valle de Aburra. 2016 [cited 2022 Aug 30]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI\\_DON%CC%83A\\_MARIA%20.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI_DON%CC%83A_MARIA%20.pdf)

22. ONU. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo [Internet]. Www.un.org. 1992 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>

23. Asamblea Nacional Constituyente (1991). Constitución Política de Colombia [Internet]. Senado de la República de Colombia. 1991 [cited 2023 Aug 22]. Available from: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

24. Congreso de la República de Colombia 1979. Ley 09 de 1979 [Internet]. Ministerio de salud y protección social. 1979 [cited 2023 Aug 22]. Available from: [https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf)

25. Congreso De La República de Colombia, 1993. Ley 99 de 1993 [Internet]. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 1993 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>

26. Congreso de la República de Colombia. Ley 1801 de 2016 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 2016 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=80538>

27. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 1541 de 1978 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 1978 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1250>

28. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 1594 de 1984 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 1984 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18617>

29. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 2857 de 1981 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 1981 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1550>
30. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 1594 de 1984 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 1984 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=18617>
31. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 3930 de 2010 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 2010 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40620>
32. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 2015 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
33. Congreso de la República de Colombia. Ley 79 de 1986 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 1986 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=305>
34. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 605 de 1996 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 1996 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1358>
35. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 901 de 1997 [Internet]. Sistema Único de Información Normativa. 1997 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1729219> . Adición: Presidencia de la República de Colombia. Decreto 3100 de 2003 [Internet]. Sistema Único de Información Normativa. 2003 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1912491>. Adición: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 2667 de 2012 [Internet]. Sistema único de Información Normativa. 2012 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1478824>
36. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 1575 de 2007 [Internet]. Sistema Único de Información Normativa. 2007 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1311635>
37. Presidencia de la República de Colombia. Decreto 3930 de 2010 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 2010 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=40620>
38. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 2015 [cited 2023 Aug 22]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
39. Min Ambiente. Resolución 1433 de 2004 [Internet]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2004 [cited 2023 Aug 24]. Available from:

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-1433-de-2004.pdf>

40. Min Ambiente. Resolución 0631 de 2015 [Internet]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>

41. Ministerio De La Protección Social Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 de 2007 [Internet]. Ministerio de salud y protección social. 2007 [cited 2023 Aug 24]. Available from: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n\\_2115\\_de\\_2007.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resoluci%C3%B3n_2115_de_2007.pdf)

42. Min Ambiente, Min Vivienda, Min Protección Social. Resolución 4716 de 2010 [Internet]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2010 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-4716-de-2010.pdf>

43. Concejo Municipal de Itagüí. Acuerdo 013 de 2013 [Internet]. Concejo Municipal de Itagüí. 2013 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1mISWRJAX12iJekyvFclcwQpKLwIFHzAj/view>

44. Alcaldía Municipal de Itagüí. Decreto 987 de 2015 [Internet]. Alcaldía de Itagüí. 2015 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://itaqui.gov.co/uploads/entidad/normatividad/7aa52-reglamneto-del-acuerdo-015-de-2013-dto-987.pdf>

45. Concejo Municipal de Itagüí. Acuerdo Municipal 008 de 2020 [Internet]. Concejo Municipal de Itagüí. 2020 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://concejodeitaqui.gov.co/wp-content/uploads/2020/10/Acuerdo-008-de-2020.pdf>

46. Objetivos de Desarrollo Sostenible [Internet]. Objetivos de Desarrollo Sostenible | Las Naciones Unidas en Colombia. [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://colombia.un.org/es/sdgs>

47. Ministerio de Desarrollo Económico, DNP. Documento CONPES 2767 [Internet]. Departamento Nacional De Planeación - DNP. 1995 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/2767.pdf>

48. Consejo Nacional de Política Económica y Social, DNP, Gabinete Ministerial 2008. Documento CONPES 3550 [Internet]. Departamento Nacional De Planeación - DNP. 2008 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3550.pdf>

49. Min Salud. Plan Decenal de Salud Pública PDSP, 2012-2021 [Internet]. Ministerio de Salud y Protección Social. 2013 [cited 2023 Aug 24]. Available from:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/PDSP.pdf>

50. Min Ambiente. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico [Internet]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2010 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>

51. Min Ambiente, CORANTIOQUIA, CORNARE, AMVA. Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Hidrográfica Del Río Aburrá [Internet]. Área Metropolitana del Valle de Aburra - AMVA. 2015 [cited 2023 Aug 24]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento\\_POMCA/DOCUMENTO\\_POMCA%20dic.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento_POMCA/DOCUMENTO_POMCA%20dic.pdf)

52. Min Ambiente, IDEAM. Protocolo Para El Monitoreo Y Seguimiento Del Agua [Internet]. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2007 [cited 2023 Aug 24]. Available from: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021172/Protocoloparaelmonitoreoyseguimientodelagua.pdf>

53. AMVA. Programa Para El Mejoramiento Integral De La Microcuenca De La Quebrada Doña María, Municipios De Itagüí Y Medellín [Internet]. Área Metropolitana del Valle de Aburra - AMVA. [cited 2023 Aug 24]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI\\_DON%CC%83A\\_MARIA%20.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI_DON%CC%83A_MARIA%20.pdf)

54. AMVA, CTA. Plan de ordenación y manejo de la microcuenca de la Quebrada Doña María municipios de Itagüí, La Estrella y Medellín [Internet]. Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA. 2008 [cited 2023 Aug 24]. Available from: [https://cta.org.co/descargables-biblionet/agua-y-medio-ambiente/0607\\_CONOCIMIENTOS\\_METROPOLITANOS.pdf?](https://cta.org.co/descargables-biblionet/agua-y-medio-ambiente/0607_CONOCIMIENTOS_METROPOLITANOS.pdf?)

55. CORANTIOQUIA. Guía Para la Formulación y/o Ajuste de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos [Internet]. CORANTIOQUIA. 2017 [cited 2023 Aug 24]. Available from: [https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Guia\\_PSMV.pdf](https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Guia_PSMV.pdf)

56. Aguilera-Guzmán Rosa María, Mondragón Barrios Liliana, Medina-Mora Icaza Ma. Elena. Consideraciones éticas en intervenciones comunitarias: la pertinencia del consentimiento informado. Salud Ment [revista en la Internet]. 2008 April 2022 Oct 13]; 31 (2): 129-138. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33252008000200007&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252008000200007&lng=es).

57. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C. Metodología de la Investigación [Internet]. 6th ed. México DF: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.; 2014 [cited 2022 Oct 13]. Available from: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

58. Alcaldía de Itagüí. Alcaldía de Itagüí [Internet]. Alcaldía de Itagüí. [cited 2022 Aug 30]. Available from: <https://www.itagui.gov.co>
59. PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ -NSS (2701-01), LOCALIZADA EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA (CORANTIOQUIA) [Internet]. Gov.co. [cited 2022 Aug 30]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento\\_POMCA/DOCUMENTO\\_POMCA%20dic.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento_POMCA/DOCUMENTO_POMCA%20dic.pdf)
60. SANTIAGO ANTÚNEZ. UNIVERSIDAD NACIONAL.PROTOCOLO DE MONITOREO DE AGUA. [cited 2023 Jul 1]. Available from: [https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/p\\_biorem/education/research/protocols/Protocolo\\_Agua.pdf](https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf)
61. OMS. Comunicado de Prensa. 2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro. [cited 2023 Jul 1]. Available from [https://www.who.int/es/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%2C%20alrededor,\(OMS\)%20y%20del%20UNICEF](https://www.who.int/es/news/item/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%2C%20alrededor,(OMS)%20y%20del%20UNICEF)
62. Salubridad y calidad del agua [Internet]. Agua, saneamiento e higiene. Organización Mundial de la Salud. [cited 2023 Jul 1]. Available from: <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
63. Glosario del agua. [Internet] [citado el 15 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.lenntech.es/glosario-agua.htm>
64. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO 5 días, INCUBACIÓN Y ELECTROMETRÍA. (2007, Junio). [cited 2023 Jul 1]. Available from <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>
65. Leño Sanabria JJ, Pérez Barriga D. Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Rio Trancas, Municipio de Entre Ríos - Tarija. RevActaNova [Internet]. 2020 [cited 2023 Jul 1];9(4):567–91. Available from: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892020000100007](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892020000100007)
66. Herrera S, Josefina M. EL INDICE BIOLÓGICO BMWP (Biological Monitoring Working Party score), MODIFICADO Y ADAPTADO AL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO PAMPLONITA NORTE DE SANTANDER [Internet]. Redalyc.org. 2005 [cited 2023 Jul 1]. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/903/90330207.pdf>
67. Área Metropolitana del Valle de Aburra, Corantioquia, Cornare. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Aburrá -nss (2701-01), localizada en el departamento de Antioquia jurisdicción de la corporación autónoma regional del centro

de Antioquia Corantioquia) [Internet]. área Metropolitana del Valle de Aburra. 2018 [cited 2023 Jul 11]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento\\_POMCA/DOCUMENTO\\_POMCA%20dic.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento_POMCA/DOCUMENTO_POMCA%20dic.pdf)

68. Área Metropolitana del Valle de Aburra. Programa de seguimiento y monitoreo a la calidad y cantidad del recurso hídrico superficial [Internet]. área Metropolitana del Valle de Aburra. 2018 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/PORH/fase-4-formulacion/programa-de-monitoreo.pdf>

69. AMVA. PROGRAMA PARA EL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA DOÑA MARÍA, MUNICIPIOS DE ITAGÜÍ Y MEDELLÍN. [cited 2023 Jul 11]. Available from: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI\\_DON%CC%83A\\_MARIA%20.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Informacionrecursohidrico/PMI-Microcuencas/13-Dona-Maria/PMI_DON%CC%83A_MARIA%20.pdf)

70. Congreso de la República de Colombia. Ley 1801 de 2016 [Internet]. Función Pública Gobierno de Colombia. 2016 [cited 2023 Jul 11]. Available from: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=80538>

## 14. Anexos

### Anexo 1. Tabla metodología de actividades

Objetivo Especifico	Metodologia		Resultado Esperado
	Actividad	Tarea	
<p><b>1. Identificar</b> los puntos críticos de contaminación que afectan la calidad del agua de la quebrada Doña María en la comuna 4 del municipio de Itagüí.</p>	<p><b>A.1.</b> Se realizo un recorrido por las zonas aledañas a la ribera de la quebrada Doña María en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí.</p>	<p><b>T.1.</b> Se visito la quebrada Doña María para observar si se evidencias puntos criticos en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagui</p>	<p>Lograr identificar los puntos criticos de contaminacion de la quebrada doña maria en la comuna 4 del municipio de Itagui</p>
		<p><b>T.2.</b> Se planifico y organizo el recorrido por la zona de interacción de la Quebrada Doña María.</p>	
	<p><b>A.2.</b> Se recolectó y analizo informacion acerca de los puntos criticos que se tengan evidenciados por parte de las autoridades ambientales.</p>	<p><b>T.1.</b> Se recopilaron datos especificos sobre los puntos criticos de la Quebrada Doña María.</p>	
		<p><b>T.2.</b> Se indago informacion en las bases de datos de la secretaria de salud municipal y autoridades ambientales competentes</p>	
<p><b>2. Analizar</b> los parámetros fisicoquímicos, biológicos e índices de calidad del agua de la quebrada Doña María en el tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí</p>	<p><b>A.1.</b> Se revisaron los datos de las autoridades competentes acerca de los tipos de contaminantes que se encuentran en la quebrada doña maria y que afectan la calidad del agua</p>	<p><b>T.1.</b> Se buscó la informacion en las bases de datos de la secretaria de itagui</p>	<p>Haber analizado y clasificado los parametros fisicoquimicos, biologicos e indice de calidad del agua de la quebrada doña Maria dentro del tramo que atraviesa la comuna 4 del municipio de Itagüí, aportados por el AMVA</p>
		<p><b>T.2.</b> Clasificar los contaminantes encontrados por las entidades ambientales</p>	
	<p><b>A.2.</b> Se distinguieron cuales son los criterios de los puntos de muestreo que permiten determinar los parametros utilizados en la quebrada doña maria</p>	<p><b>T.1.</b> Se solicitó ante la secretaria de medio ambiente municipal (o autoridades ambientales) informacion acerca de los criterios para seleccionar los puntos de muestreo</p>	
		<p><b>T.2.</b> Se selecciono y clasifico la informacion</p>	



Objetivo Especifico	Metodologia		Resultado Esperado
	Actividad	Tarea	
<b>3. Describir</b> cuáles son las estrategias de prevención desarrolladas e implementadas por el AMVA para reducir y/o prevenir el deterioro de la calidad del agua de la quebrada Doña María	<b>A.1.</b> Se identificarón y clasificaron las estrategias de prevencion desarrolladas e implementadas por el AMVA para reducir y/o prevenir el deterioro de la calidad del agua de la quebrada Doña María	<b>T.1.</b> Se recolecto la informacion de las estrategias directamente de el AMVA	Describir mediante las lineas estrategicas ambientales del Plan Quebradas del AMVA, como se reduce y previene el deterioro de la calidad del agua de la Quebrada doña Maria
		<b>T.2.</b> Clasificación y evaluación de las estrategias implementadas por el AMVA	
<b>4. Identificar</b> las medidas correctivas que las autoridades ambientales implementan para evitar la mala disposicion de residuos liquidos o solidos	<b>A.1.</b> Se clasificaron las medidas correctivas aplicadas por las autoridades ambientales y la secretaria de medio ambiente del municipio de Itagüí	<b>T.1.</b> Se identificaron las medidas correctivas que realiza la entidad competente	Tener identificado cuales son las medidas correctivas que adoptan las autoridades ambientales competentes con el fin de evitar la mala disposición de residuos liquidos y/o solidos de personas naturales y juridicas
	<b>A.2.</b> Se realizó un análisis documental de las políticas y regulaciones ambientales existentes..	<b>T.1.</b> Se recopiló y revisó la legislación ambiental relevante	
		<b>T.2.</b> Se analizaron informes y documentos técnicos	

## Anexo 2. Respuesta del AMVA al derecho de petición 014583-2023



Página 1 de 19

10203

Medellín, D.E.

Señor  
JUAN JOSE MOSQUERA MONCADA  
Dirección: No reporta

[juan.mosquera1@udea.edu.co](mailto:juan.mosquera1@udea.edu.co)

Asunto: Respuesta a la comunicación oficial recibida con radicado No. 018404 del 23 de mayo de 2023.

Respetado señor Mosquera Moncada,

En atención a la comunicación del asunto, mediante la cual solicita:

*"(...) Buenas tardes, espero que se encuentren muy bien. Mi nombre es Juan José Mosquera y junto con mi compañero Harol Valencia somos estudiante de la universidad de Antioquia del programa administración en salud con énfasis en gestión sanitaria y ambiental y en este momento nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado enfocado en la cuenca de la quebrada doña María a la altura del municipio de Itagüí. Les escribimos, ya que quisieramos (sic) saber si de pronto hay alguna manera de establecer un contacto ya sea por correo electrónico o algún otro medio con Sara Salamanca o Jessica Bedoya, tengo entendido que ellas manejan temas de las fuentes hídricas del área y quizás tengan información muy importante para el desarrollo del trabajo de grado. O quizás alguien más que pueda colaborarnos con dicha información. Esperando que nos puedan ayudar, les agradezco mucho y les deseamos un feliz día. (...)"*

Esta Entidad se permite manifestar dar respuesta a cada una de sus inquietudes en los siguientes términos:

- ¿En qué punto de la quebrada se tiene identificado que las empresas realizan las descargas?



(57-4) 385 60 00  
Carrera 53 N° 40A - 31  
Medellín-Antioquia Colombia

El AMVA no tiene identificado ninguna descarga de aguas residuales no domésticas a la quebrada Doña María.

- ¿Qué dependencia o que funcionarios son los encargados de vigilar y controlar los efluentes descargados a la quebrada Doña María?

El AMVA no tiene identificado ninguna descarga de aguas residuales no domésticas a la quebrada Doña María. Pero es importante indicar que la Unidad de Control y Vigilancia no tiene establecido tramos específicos para vigilar una fuente de agua determinada, ya que ello se hace de acuerdo a la atención de las quejas por afectación al recurso y/o por el seguimiento a los expedientes que tiene la Entidad con los usuarios que hacen aprovechamiento o generan vertimientos al agua.

- ¿Cuál es el caudal promedio de la quebrada?

Tabla 2. Niveles y caudales promedio anuales en tres estaciones de cuenca Doña María

Niveles anuales en la cuenca Doña María (cm)											
Estación	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
90	66,81	59,51	41,25	45,21	70,35	71,26	74,59	70,63	74,49	66,56	51,44
108	-	-	-	65,22	96,57	101,36	76,48	72,3	84,52	75,92	50,06
236	-	-	-	-	27,64	29,35	21,42	44,75	50,57	56,7	72,63
Caudales anuales en la cuenca Doña María (m3/s)											
Estación	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
90	1,403	1,177	0,674	0,775	1,518	1,547	1,659	1,527	1,655	1,395	0,943
108	-	-	-	2,501	5,978	6,657	3,562	3,144	4,447	3,504	1,390
236	-	-	-	-	1,054	1,167	0,683	2,391	2,943	3,575	5,446

- ¿El AMVA tiene balance de masas?

Tabla 3. Estaciones ubicadas sobre las descargas directas al río Aburrá-Medellín

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	FOTO
Descarga PTAR San Fernando (D1)	-Ubicación: Entre las estaciones Ayurá y Aguacatala del Metro de Medellín. -Coordenadas: 6°11'28.6" Norte y 75°35'5.61" Oeste. Altitud: 1514 msnm -Características: Corresponde al efluente proveniente de la PTAR San Fernando, en la cual se lleva a cabo un tratamiento secundario a gran parte de las aguas residuales generadas en el sur del valle de Aburrá.	
Descarga PTAR Aguas Claras (D6)	-Ubicación: Autopista norte a 1 km antes de llegar al peaje Niquila, municipio de Bello. -Coordenadas: 6°20'15.2" Norte y 75°31'56.1" Oeste. Altitud: 1414 msnm -Características: Corresponde al efluente final del tratamiento de tipo secundario de la planta, la cual recibe los residuos líquidos de los municipios de Medellín y Bello. El punto de monitoreo se localiza en la parte trasera de la PTAR, en las inmediaciones del río Aburrá.	

- ¿Qué índices manejan para la quebrada Doña María?

Índice de Calidad Ecológica-ICE

Índice biológico- **BMWP** Índice de calidad de agua superficial- **ICACOSU (6 variables IDEAM)**.

- ¿Cuáles empresas tienen tratamiento de los efluentes?

El AMVA no tiene identificado ninguna descarga de aguas residuales no domésticas a la quebrada Doña María.

- ¿Qué medidas correctivas se tienen frente a las empresas que incumplan los parámetros permitidos?

El AMVA no tiene identificada ninguna descarga de aguas residuales no domésticas a la quebrada Doña María.



- ¿Qué estrategias de prevención se tienen frente al deterioro de la calidad del agua de la quebrada doña María?

La estrategia ambiental Plan Quebradas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá es un instrumento de planificación y gestión del recurso hídrico que busca la recuperación integral de 19 microcuencas priorizadas en los diez municipios del territorio metropolitano y que hacen parte de la cuenca hidrográfica del río Aburrá-Medellín, dentro de estas microcuencas priorizadas se encuentra la quebrada Doña María. A continuación se relacionan las actividades relacionadas con las estrategias de prevención:

LINEAS TEMÁTICAS DEL PLAN QUEBRADAS	ACTIVIDADES
1) <i>Saneamiento Ambiental</i>	Definir las características ambientales y las necesidades en las microcuencas priorizadas, para el desarrollo de proyectos domésticos, productivos y comerciales basados en economía circular
2) <i>Gestión Integral del Riesgo</i>	Definir las tipologías a desarrollar teniendo en cuenta las necesidades ambientales de las microcuencas priorizadas, para el desarrollo de hasta un proyecto piloto relacionado con soluciones basadas en la naturaleza- SbN
3) <i>Conservación y conectividad ecológica</i>	Diseñar y ejecutar una estrategia de participación que involucre actores voluntarios que integran las microcuencas de interés (Grupos "Guardacuencas"), con base en planes de seguimiento y monitoreo social de los ecosistemas, para generar apropiación social relacionadas con el cuidado y conservación de las fuentes de agua y los enriquecimientos forestales.
4) <i>Educación y cultura ambiental</i>	Diseñar e implementar acciones prácticas en la microcuenca para el fortalecimiento de los ejercicios de participación activa y efectiva en la gestión ambiental en la cuenca. Aplicar estrategias didácticas que permitan a los participantes generar procesos de apropiación del territorio.

- ¿Cuántas empresas descargan los efluentes en la quebrada? ¿Cuántas empresas con la actividad económica de tintorería se tienen identificadas?

El AMVA no tiene identificado ninguna descarga de aguas residuales no domésticas a la quebrada Doña María.

- ¿Cuántas empresas descargan los efluentes en el tramo escogido por los investigadores?

El AMVA no tiene identificado ninguna descarga de aguas residuales no domésticas a la quebrada Doña María.

- ¿Cada cuanto se hace la vigilancia y control a las empresas que descargan efluentes contaminados a la quebrada Doña María?

Como se ha mencionado el AMVA no tiene identificado ninguna descarga de aguas residuales domésticas ni no domésticas a la quebrada Doña María. El control y vigilancia a las fuentes de agua se hace cuando se atienden quejas de la comunidad o a los usuarios que cuentan con expediente específico de vertimientos en la Entidad

- Aparte de la industria textil que desarrollen el subproceso de tintorería, que información se tiene de otras industrias o actividades económicas que contaminen la quebrada.

El AMVA no tiene identificado ninguna descarga de aguas residuales no domésticas a la quebrada Doña María.

- Solicitar históricos de monitoreo y los resultados de los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua de la cuenca

Se adjunta en archivo Excel el histórico de monitoreo de las variables medidas en la quebrada Doña María entre el año 2004 y 2022.

VARIABLES PARA EL ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS  
VARIABLES PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN AGUAS  
VARIABLES HIDROBIOLÓGICAS  
CAUDAL

- ¿Existe monitoreo de metales u otros contaminantes? ¿Se monitorean contaminantes emergentes?

**Variables para el análisis de metales pesados:** Cromo total, Cobre total, Cadmio Total, Plomo, Mercurio y Zinc, no se miden contaminantes emergentes

Cualquier inquietud adicional podrá ser atendida por cualquiera de los canales de atención, correo electrónico [atencionausuario@metropol.gov.co](mailto:atencionausuario@metropol.gov.co) o al teléfono 604 3856000 extensiones 127 y 141 y de forma presencial en la Oficina de Atención al Usuario; para esta entidad siempre será un placer atender todas sus inquietudes, quejas, reclamos o sugerencias. El objetivo es ofrecer a todos los usuarios la mejor atención y calidad en los servicios prestados.

Cordialmente,



CLAUDIA NELLY GARCÍA AGUDELO  
Asesor Jurídica Ambiental  
Firmado el 06/06/2023



CLARA INES ORTIZ SUAREZ  
Contralista  
Firmado el 06/06/2023  
Revisó



BEATRIZ EUGENIA LOPEZ CORRALES  
Contralista  
Firmado el 06/06/2023  
Proyectó

Anexos: Archivo Excel (Enviado correo electrónico)

Nota: Esta respuesta contó con el apoyo de Ángela Gómez Buitrago, Profesional Universitario Control y Vigilancia, Sara Lizeth Salamanca Arias, Profesional Universitaria Gestión Ambiental y Lina Marcela de los Milagros Álvarez Salazar, Profesional Universitaria Gestión del Riesgo.

Código SIM: 1435670



### Anexo 3. Respuesta del AMVA al derecho de petición 022533-2023



10623

Medellín, D.E.

Señor  
JUAN JOSÉ MOSQUERA MONCADA  
Estudiante Facultad Nacional de Salud Pública  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
Dirección: No aporta

[juan.mosquera1@udea.edu.co](mailto:juan.mosquera1@udea.edu.co)  
[harol.valencia@udea.edu.co](mailto:harol.valencia@udea.edu.co)

Asunto: Respuesta comunicación oficial recibida con radicado No. 029128 del 09 de agosto de 2023.

Respetado señor Mosquera Moncada,

En atención a la comunicación del asunto mediante la cual solicita:

*"(...) Mi nombre es Juan José Mosquera identificado con cedula de ciudadanía n° 1.036.687.675 estudiante de la universidad de Antioquia del programa Administración en Salud con énfasis en gestión Sanitaria y Ambiental y junto con mi compañero Harol Valencia Yepes, nos encontramos realizando nuestro trabajo de grado enfocado en la cuenca de la quebrada doña María a la altura del municipio de Itagüí. Radicamos esta solicitud, ya que quisiéramos obtener respuesta ante algunas preguntas que se han derivado de este proceso investigativo y así mismo de una solicitud realizada al AMVA el 19 de mayo de 2023 bajo el radicado 018404, código del trámite (sic) 1435670; en ese orden de ideas, a continuación relacionamos las preguntas que tenemos en relación a la quebrada doña María. (sic)*

*Esperando que nos puedan ayudar, les agradecemos mucho.*

#### **Preguntas AMVA**

*Según el PMI de la quebrada doña María (el cual se adjunta como referencia para la pregunta), se presentan los programas y proyectos planteados en el programa para el mejoramiento integral de la microcuenca Doña María, subrayando los proyectos priorizados.*

- ¿En qué estado está cada programa y proyecto de los mencionados en las líneas temáticas? ¿Iniciando, en proceso, terminado, NO ejecutado?*
- ¿Quién ejecuta o ejecutó cada uno de estos programas y proyectos?*
- ¿Qué resultados se obtuvieron con la implementación de estos programas y proyectos?*



**Futuro sostenible**

[f](#) [t](#) [i](#) [v](#) [@areametropol](#)  
[www.metropol.gov.co](http://www.metropol.gov.co)

**(57-4) 385 60 00**  
Carrera 53 N° 40A - 31  
Medellín-Antioquia Colombia

**Dentro de los resultados de las campañas de monitoreo, en los parámetros biológicos están presentes dos parámetros que son Escherichia Coli y Coliformes totales medidos por dos métodos NMP/100mL y UFC.**

**¿Por qué del parámetro Escherichia Coli NMP/100mL solo existen datos del año 2004 mientras que del parámetro Coliformes totales no existen dentro de todo el histórico?  
¿Por qué de los parámetros Escherichia Coli (UFC) y Coliformes totales (UFC) solo hay 1 dato dentro de toda la campaña de monitoreo correspondiente a la fecha 14/11/2012?**

**En el caso de los metales en sedimento como Cadmio sedimentable (mg Cd/L), Cobre sedimentable (mg Cu/L), Cromo sedimentable (mg Cr/L), Mercurio sedimentable (mg Hg/L) y Plomo sedimentable (mg Pb/L) y los metales en agua como Cadmio (mg Cd/L), Cobre (mg Cu/L), Cromo (mg Cr/L), Cromo hexavalente (mg Cr6+/L), Mercurio (mg Hg/L), Niquel (mg Ni/L) y Plomo (mg Pb/L) ¿Por qué razón no se realizan mediciones de dichos parámetros? o las pocas muestras y resultados que se tienen de estos parámetros es por alguna razón en particular?**

A continuación, se aborda la respuesta relacionada con las preguntas agrupadas.

La medición de variables de calidad del agua sobre cada una de las estaciones que integran la red de monitoreo ambiental del río Aburrá Medellín REDRIO (Río + Quebradas), se establecieron basadas en las problemáticas ambientales y de contaminación de las fuentes de agua, por lo tanto, se da claridad que el proyecto REDRIO inicia ejecución de labores en el año 2003 tomando ciertos puntos de análisis ubicados sobre el río y sus quebradas afluentes como también de variables de calidad del agua asociadas a estos.

A medida que se avanzó en la priorización fue posible establecer la necesidad de consolidar un conjunto de variables físicas y químicas objeto de estudio, también se tuvo en cuenta que según la distribución de los sitios o estaciones definidas para el muestreo de quebradas y sus respectivos pares en el monitoreo de río se complementaban, por lo que era posible espacialmente realizar un análisis de algunos contaminantes presentes en las fuentes de agua. Además, dentro de los objetivos y ejecución de actividades del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV se trabajó en la recolección de vertimientos para la quebrada Doña María propuesto por la ESP (epm), donde se ha observado históricamente una disminución en la carga contaminante del cuerpo de agua basado en el reporte y cálculo del índice ICA.

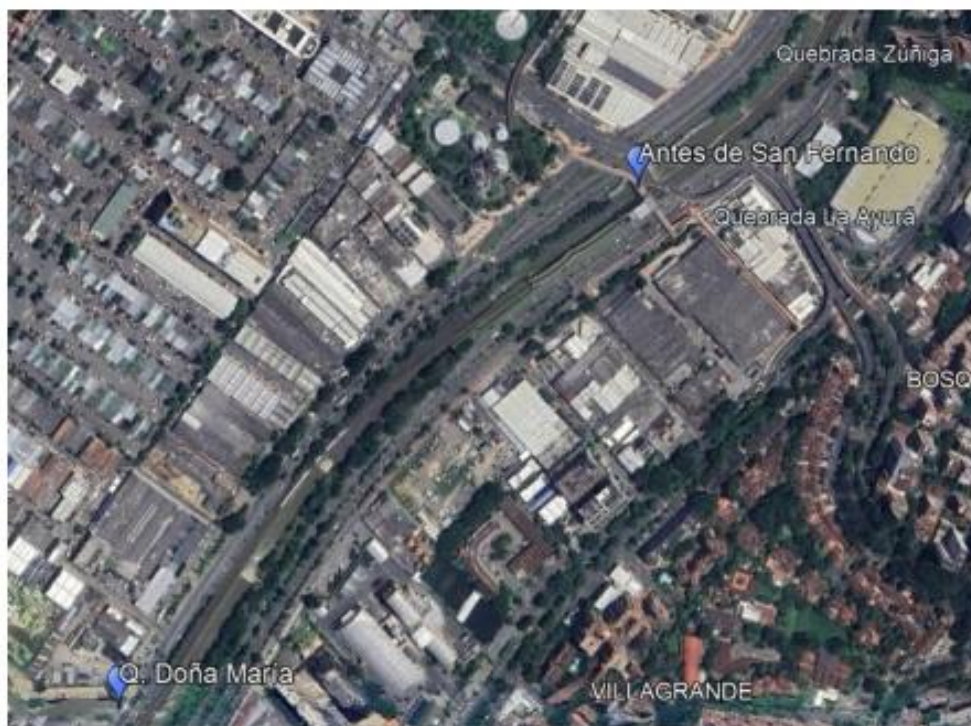
Específicamente para el caso de la quebrada Doña María, se tiene que sobre el río Aburrá Medellín existe un punto de monitoreo aguas abajo (Antes de San Fernando) ubicado sobre la estación Ayurá del Metro, que refleja el impacto del afluente (Q. Doña María), allí se





realiza la toma de muestras mencionadas (grasas y aceites, color, hierro total, Coliformes totales, E.Coli y metales), mientras que para las variables de laboratorio ( Sulfatos, Sulfuros y Cloruros) se tiene registro de reporte hasta el año 2011.

El análisis sobre este punto no ha evidenciado la necesidad de ampliar el set de variables de la Q. Doña María.



**En el caso del parámetro físico Sólidos totales (mg/L), Sólidos disueltos totales (mg/L), Sólidos fijos totales (mg/L), Sólidos sedimentables (ml/L-h) y Sólidos volátiles totales (mg/L), ¿hay alguna razón para que en el año 2006 no se realizarán mediciones de este parámetro?**





Oficina de atención al Usuario, para esta entidad siempre será un placer atender todas sus inquietudes, quejas, reclamos o sugerencias. El principal objetivo es ofrecer a todos los usuarios la mejor atención y calidad en los servicios prestados.

Cordialmente,

DAVID SOTO GONZALEZ  
Director Jurídica Ambiental  
Firmado el 15/08/2023

CLARA INES ORTIZ SUAREZ  
Contratista  
Firmado el 14/08/2023

Revisó

BEATRIZ EUGENIA LOPEZ CORRALES  
Contratista  
Firmado el 14/08/2023

Proyectó

Anexo: Comunicación oficial despachada No. 014583 del 06 de junio de 2023

Nota: Esta respuesta se emitió con el apoyo de Sara Lizeth Salamanca Arias, Profesional Universitario, Subdirección Ambiental.

Código SIM 1466455

## Anexo 4. Respuesta de la Alcaldía de Itagüí al derecho de petición 23081799974187

CIUDAD DE OPORTUNIDADES



Itagüí, Septiembre de 2023

Señor(a)  
JUAN JOSE MOSQUERA MONCADA

Itagüí

**Asunto:** Respuesta PQRS # 23081799974187

Cordial saludo

Con relación a la información solicitada me permito infórmale al ciudadano que dentro de los términos de ley, con base a lo ordenado en el art 14 de la Ley 1755 del 30 de junio de 2015, en el siguiente sentido:

Con base a la información solicitada queremos informarle que si bien es cierto que la Dirección de Desarrollo Económico es la encargada de realizar acompañamiento a todos los comerciantes, empresarios y microempresarios del municipio , también es cierto que esta información no reposa en nuestras manos ya que es imposible para nosotros como dependencia tener una regulación tan minuciosa , esta información la puede tener la Cámara de Comercio Aburra Sur , ya que en el momento de asentarse en nuestro Municipio deben cumplir con unos requisitos de ley regulados por dicho ente.

Quedamos atentos y disponibles a cualquier requerimiento adicional.

Muchas gracias por la atención prestada.

  
Revisó/proyectó: Sara Ochoa  
Asejora, Abogada Desarrollo Económico.  
sara.ochoa@itagui.gov.co

NIT. 890.980.053-8 • PBX: 373 76 76 • Cra. 51 No. 51 - 55  
Centro Administrativo Municipal de Itagüí (CAMI)  
Código postal: 055412 • Itagüí - Colombia

[www.itagui.gov.co](http://www.itagui.gov.co)



ICOMINER





**ALCALDÍA DE ITAGÜÍ**  
**SOLICITUD DE PQRDS N° 23081799974187**

**INFORMACIÓN DE LA SOLICITUD**

Número de Radicado	23081799974187	Envío de respuesta	2023-09-05 15:08:44
Fecha y Hora de Radicación	2023-08-17 14:12:11	Evaluación de la solicitud	2023-09-05 15:08:38
Tipo de Solicitud	Petición de Información	Asignación de dependencia y/o funcionario	2023-08-17 14:55:36
Medio de Recepción	Sede Electrónica	Verificación de la solicitud	2023-08-17 14:53:28
Medio de Respuesta Solicitada	Correo electrónico		

**PETICIONARIO**

Nombres / Razón Social:	JUAN JOSE	Teléfonos de Contacto:	
Apellidos / Representante Legal:	MOSQUERA MONCADA	Dirección:	
Número de Identificación:		Barrio:	No Registra
Tipo de Identificación:		Código Postal:	No Registra
Correo Electrónico:	juanmosquera3@hotmail.com	Ciudad:	Colombia / Antioquia / Itagüí

**DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD**

Asunto	PQRS - JUAN JOSE - MOSQUERA MONCADA
Número de Folios	2
Anexos Físicos	Sin Anexos
Anexos Digitales	2
Observaciones	Solicitud radicada desde la Sede Electrónica

**CONTENIDO DE LA SOLICITUD**

Señores, Alcaldía de Itagüí Itagüí, Antioquia Un cordial saludo, Mi nombre es Juan José Mosquera Moncada identificado con cedula de ciudadanía n° [redacted], ciudadano y habitante del municipio de Itagüí, estudiante de la universidad de Antioquia del programa Administración en Salud con énfasis en gestión Sanitaria y Ambiental y me encuentro realizando mi trabajo de grado enfocado en la cuenca de la quebrada doña María a la altura del municipio de Itagüí, específicamente, en la comuna 4 del municipio. Me dirijo a ustedes, ya que quisiera obtener respuesta ante algunas preguntas que se han derivado de este proceso investigativo y sería de gran ayuda su colaboración frente a la información que requiero; en ese orden de ideas, a continuación, relaciono las preguntas que presento frente a la actividad industrial que se encuentra asentada en la comuna 4 de nuestro municipio de Itagüí. Esperando que me puedan ayudar, les agradezco. Preguntas Alcaldía de Itagüí. De acuerdo a los registros existentes dentro de la Alcaldía de Itagüí, sus diferentes despachos y dependencias: 1. ¿Cuál es la cantidad de establecimientos comerciales/industriales que se encuentran asentados en la comuna 4 del municipio de Itagüí? 2. ¿En qué actividades económicas se dividen los establecimientos que se encuentran asentados en la comuna 4 del municipio de Itagüí? 3. ¿La Alcaldía de Itagüí tiene alguna manera en especial de categorizar los establecimientos asentados en la comuna 4 del municipio de Itagüí independientemente de su actividad económica? 4. ¿Se tiene mapeados los datos (mapa de datos) de la cantidad de establecimientos comerciales/industriales que se encuentran asentados en la comuna 4 del municipio de Itagüí? 5. ¿Cuál es el barrio de la comuna 4 que presenta mayor asentamiento de establecimientos industriales y/o comerciales? 6. Dentro del barrio Santa María n° 2 de la comuna 4 del municipio de Itagüí, ¿Cuál es la cantidad establecimientos comerciales/industriales que se encuentran asentados?

**DOCUMENTOS ANEXOS**

1. <https://sisged.itagui.gov.co/uploads/radicado/2023/23081799974187/adjuntos/e7e081c3c86340bcfb3773ed2910f898.pdf>
2. <https://sisged.itagui.gov.co/uploads/radicado/2023/23081799974187/adjuntos/57aa29633e320e0ff40c050e7f567f10.pdf>

**CONTENIDO DE LA RESPUESTA**

El contenido de la respuesta se encuentra en el siguiente enlace.

<https://sisged.itagui.gov.co/uploads/radicado/2023/23081799974187/adjuntos/RESPUESTA-PQRS-23081799974187.pdf>