



Autoridad Nacional  
de Licencias Ambientales

# **INFORME DEL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES: ESTRATEGIA DE MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL**

***CUENCA DEL MEDIO MAGDALENA***

***Aplicación de la Fase IV: análisis de  
información (2020 - 2025)***

# **DICIEMBRE 2025**

Irene Vélez Torres  
**Director General**

Jorge Alberto Sanabria  
**Subdirector Instrumentos  
Permisos y Trámites Ambientales**

Oscar Alexander Varila Quiroga  
**Coordinador**  
**Grupo de Regionalización  
y Centro de Monitoreo**

Yuli Carolina Velandia Roncancio  
**Líder de**  
**Componente hídrico superficial**

Leonardo Andrés Malagón Aldana  
**Líder de**  
**Medio Biótico**

Carolina Dueñas Berrocal  
Ludy Nataly Forero Gómez  
**Profesional**  
**Componente Hídrico Superficial**

Luis Bernal de La Torre  
**Profesional**  
**Ecosistemas acuáticos**



## Contenido

GLOSARIO .....	4
I. INTRODUCCIÓN .....	5
II. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL.....	7
2.1. Condición de Lugar.....	10
2.2. Condición de Tiempo.....	11
2.3. Condición de Modo.....	12
III. ANÁLISIS REGIONAL DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL (PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS) .....	12
3.1. Información Analizada – parámetros fisicoquímicos .....	12
3.2. Resultados .....	14
3.2.1. Condiciones hidrometeorológicas observadas.....	14
3.2.2. Cuerpos de agua objeto de análisis .....	16
3.2.3. Objetivos de calidad definidos en los cuerpos de agua objeto de análisis .....	18
3.2.4. Resultados estadísticos y tendencia de parámetros de calidad de agua por subzona Hidrográfica .....	20
IV. ANÁLISIS REGIONAL DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL (HIDROBIOTA) .....	62
4.1. Información Analizada hidrobiota .....	62
4.2. Resultados y tendencia de las comunidades hidrobiológicas en el Medio Magdalena. ....	64
4.3. Análisis general de las comunidades hidrobiológicas.....	65
4.4. Análisis de las comunidades hidrobiológicas por tipo de sistema lótico y léntico.....	69
4.4.1. Plancton (Fitoplancton – Zooplancton).....	69
4.4.2. Macroinvertebrados Acuáticos .....	71
4.4.3. Macrófitas.....	73
4.4.4. Fauna Íctica.....	74
4.4.5. Perifiton .....	75
4.4.6. Análisis Integral .....	76
4.5. Análisis por Subzona Hidrográfica (SZH) .....	77
4.5.1. SZH Río Sogamoso y SZH Río Opón .....	77



4.5.2. SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena .....	77
4.5.3. SZH Río Cimitarra y Otros Directos al Magdalena .....	78
4.5.4. SZH Directos al Magdalena Medio.....	78
4.6. Correlación entre la calidad del agua y la estructura de las comunidades hidrobiológicas .....	86
4.7. Consideración general hidrobiota .....	89
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	89
5.1. RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL DIRIGIDAS A SSLA .....	93
5.2. RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL PARA EXTERNOS (SI APLICA) .....	97
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	97
VII. ANEXOS.....	98



## GLOSARIO

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
BTEX	Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos.
CAS	Corporación Autónoma Regional de Santander
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CORPOCESAR	Corporación Autónoma Regional del Cesar
CT	Coliformes Totales
Cu	Cobre
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DEM	Digital Elevation Model (Modelo Digital de Elevación)
DHIME	Plataforma de Datos Hidrológicos y Meteorológicos
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EIAc	Evaluación de Impactos Acumulativos
GDB	Geographical Database (Base de Datos Geográfica o Geodatabase)
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center – River Analysis System (Sistema de Análisis de Ríos del Centro de Ingeniería Hidrológica)
ICA	Informe de Cumplimiento Ambiental
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAG	Modelo de Almacenamiento Geográfico
Ni	Níquel
OD	Oxígeno Disuelto
ORFEO	Sistema de Gestión Documental
P	Fósforo
Pb	Plomo
pH	Potencial de Hidrógeno
POMCA	Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
Portal	Portal de Recepción de Información
SILA	Sistema de información de Licencias Ambientales
SIPTA	Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales
SST	Sólidos Suspendidos Totales
SSED	Sólidos Sedimentables
USEPA	U.S. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)
VITAL	Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea
SZH	Subzona Hidrográfica





# I. INTRODUCCIÓN

La estrategia de monitoreo regional del componente hídrico superficial en la cuenca hidrográfica del Medio Magdalena, estableció la estandarización de los parámetros, frecuencias y lugares para el monitoreo regional de calidad del recurso hídrico superficial.

Dicha estandarización permite reconocer, mediante el análisis espacio-temporal sistemático de los resultados de monitoreo, los factores de alteración que se puedan presentar en el componente hídrico superficial, asociados a las actividades del sector de hidrocarburos cuya explotación se basa en la oferta mineral de la cuenca sedimentaria del Valle Medio Magdalena<sup>1</sup>, y que para esta Estrategia fue delimitado desde el municipio de Puerto Salgar en el departamento de Cundinamarca hasta el municipio de Regidor en el departamento de Bolívar. Esto ofrece a la Autoridad Ambiental un sustento técnico esencial para determinar si existe o no la acumulación de impactos sobre el recurso hídrico superficial en la región y la eventual necesidad de imponer nuevas restricciones ambientales que se consideren pertinentes a los proyectos de competencia de la ANLA.

Las estrategias de monitoreo son una línea de acción de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales (SIPTA) desarrollada por el Grupo de Regionalización y Centro de Monitoreo, que busca optimizar el seguimiento de los proyectos objeto de licenciamiento ambiental y el proceso de Evaluación de Impactos Acumulativos EIAc, a través del fortalecimiento del monitoreo regional y brinda información de las condiciones ambientales de una región estratégicamente seleccionada, en este caso particular, la cuenca del Medio Magdalena.

Las estrategias de monitoreo son desarrolladas a partir de cuatro Fases:

- Fase I: Selección de proyectos y se formulan las condiciones de tiempo, modo y/o lugar en la región seleccionada.
- Fase II: Participación en los proyectos seleccionados e implementación de la estrategia.

---

<sup>1</sup> Una cuenca sedimentaria es una región subsidente, esto es, un espacio o zona que presenta un hundimiento progresivo en la corteza terrestre que suele ser rellenado por sedimentos. Precisamente, es la acumulación de sedimentos la que permite que los hidrocarburos se asienten en la cuenca. De acuerdo con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (2007), existen 23 cuencas sedimentarias en el país; sin embargo, únicamente siete de estas son productoras de petróleo y dos productoras de gas natural. Tomado de “La competitividad del sector de hidrocarburos en las diferentes regiones de Colombia” Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. Colombia, 2016.



- Fase III: Adopción de los requerimientos de la estrategia.
- Fase IV: Remisión de datos periódicos del monitoreo realizado por parte de cada uno de los proyectos para su consolidación y análisis con enfoque regional, y cuyos resultados, conclusiones y recomendaciones son presentados en el documento técnico Informe del Estado de los Recursos Naturales.

Dentro de las áreas priorizadas en 2016 para la implementación de *Estrategias de monitoreo*, la cuenca hidrográfica del Medio Magdalena fue realizada considerando la densa concentración de proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos.

Este documento presenta la información remitida por los nueve (9) proyectos que, a la fecha de elaboración, tienen obligaciones derivadas de la implementación de la estrategia de monitoreo. El análisis incluye los resultados de los monitoreos realizados entre los años 2020 y 2024, con fecha de corte documental al 30 de junio de 2025.

Para la correcta interpretación de los resultados obtenidos, debe considerarse que, en el área de estudio, además de los proyectos de hidrocarburos, confluyen actividades de los sectores de minería, energía e infraestructura, así como otros usos del suelo que no hacen parte de la jurisdicción ambiental de la ANLA, los cuales pueden influir en las condiciones ambientales registradas. Adicionalmente, en el área se desarrollan actividades de sectores que no pertenecen a la jurisdicción ambiental de la ANLA como son agropecuario y agroforestal, entre otros, que también pueden tener impactos sobre la calidad del recurso hídrico en el área analizada.

Respecto a la comparación de los resultados de los monitoreos con los objetivos de calidad de las autoridades ambientales territoriales que tienen jurisdicción en el área delimitada, se realizó con el propósito de establecer el estado actual del recurso hídrico con base en ese valor de referencia, pero no implica el incumplimiento de la reglamentación ambiental nacional u obligación asociada al instrumento de manejo y control, considerando que no constituyen límites máximos permisibles. La verificación de límites máximos de vertimientos se lleva a cabo en detalle en el marco del seguimiento de cada uno de los expedientes asociados a las estrategias de monitoreo regional, por lo tanto, lo que se presenta en este documento son recomendaciones que deben ser verificadas y validadas en el seguimiento con los soportes respectivos.

Sin embargo, en el marco del Licenciamiento Ambiental en la cuenca del Medio Magdalena, es pertinente mencionar las actuaciones judiciales y los procesos sancionatorios vigentes en los expedientes objeto de análisis en el presente documento que han sido ejecutadas por la ANLA en el marco de sus competencias, específicamente en cuanto al componente hídrico superficial.



Las órdenes judiciales corresponden a aquellas decisiones emitidas por autoridades judiciales competentes, cuyo objetivo es la protección de derechos fundamentales y colectivos, así como la salvaguarda de territorios y comunidades. En este sentido, para el área de estudio del presente informe, se identifican dos (2) órdenes judiciales, la primera relacionada con la ejecución del plan de mejoramiento ambiental establecido mediante Resolución No. 782 de 30 de diciembre de 1993 y la segunda asociada a procesos de restitución de tierras sobre predios ubicados en la vereda Bajo Cascajales del municipio de El Carmen de Chucurí (Santander).

Por su parte, los procesos sancionatorios corresponden a actuaciones administrativas adelantadas por la autoridad ambiental, orientadas a investigar y, de ser el caso, sancionar presuntos incumplimientos a la normatividad ambiental vigente. Para el área regionalizada se registran dieciséis (16) procesos sancionatorios, en donde los hechos motivantes se relacionan con la presunta afectación del recurso hídrico superficial y su posible relación con las actividades desarrolladas en el territorio por parte de los proyectos licenciados.

Es pertinente precisar que lo antes mencionado podrá ser consultado en el Anexo 1. del presente documento.

## **II. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL**

El río Magdalena es considerado la corriente de agua más importante del país, nace en la estrella fluvial del Macizo Colombiano en la laguna de la Magdalena, en el extremo Sur -occidental de una pequeña planicie del páramo de los Papas, a 3.685 m de altitud, en el departamento del Huila. Su cauce forma un valle asimétrico alargado, con dirección Sur-Norte que constituye el drenaje central de un área de 257.440 Km representando así el 23% de la superficie total del país; abarca 722 municipios en donde se asienta más del 80% de la población y de las actividades productivas del país. Vierte sus aguas en el mar Caribe de 7.100 m<sup>3</sup>/s a la altura de Calamar, posterior a la bifurcación con el canal del dique. Desde los 229 msnm, a la altura del municipio de Honda – Cundinamarca y hasta la desembocadura del río Cesar se considera Magdalena Medio; la pendiente se suaviza apreciablemente a los 126 msnm en Puerto Berrío, 71 msnm en Barrancabermeja y 33 msnm en El Banco.





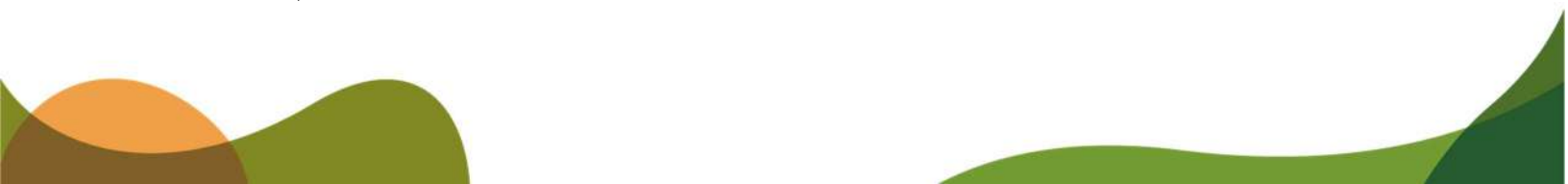
A la altura de la cuenca media del río Magdalena, también se localiza el **Valle Medio Magdalena**, una cuenca sedimentaria<sup>2</sup> destacada a nivel nacional como la segunda cuenca más productora de hidrocarburos.

El documento técnico de formulación de la Estrategia de monitoreo delimitó un área menor tomando como referencia la zona hidrográfica del Medio Magdalena, priorizando las cuencas hidrográficas sobre las cuales se encuentran localizados los proyectos de hidrocarburos de competencia de la ANLA, es decir, a partir del municipio de Puerto Salgar en el departamento de Cundinamarca hasta el municipio de Regidor en el departamento de Bolívar. Esta área tiene como cauce principal el río Magdalena e incursionan por el flanco occidental los ríos Cocorná, Nus, Nare, San Bartolomé, Cimitarra y Santo Domingo, y por el flanco oriental los ríos Ermitaño, Carare, Opón, Sogamoso y Lebrija principalmente, también se presentan quebradas y caños caudalosos y complejos de humedales tributarios al río Magdalena. El patrón de drenaje en tramos amplios es anastomosado, separándose por brazos en determinados sectores, específicamente a la altura del departamento de Bolívar y el Brazo de Morales.

Ahora bien, a la fecha de elaboración del presente documento la Estrategia de monitoreo se encuentra implementada sobre los proyectos priorizados en cinco (5) de las once (11) subzonas hidrográficas del área de estudio, estos fueron resaltados en la siguiente figura.

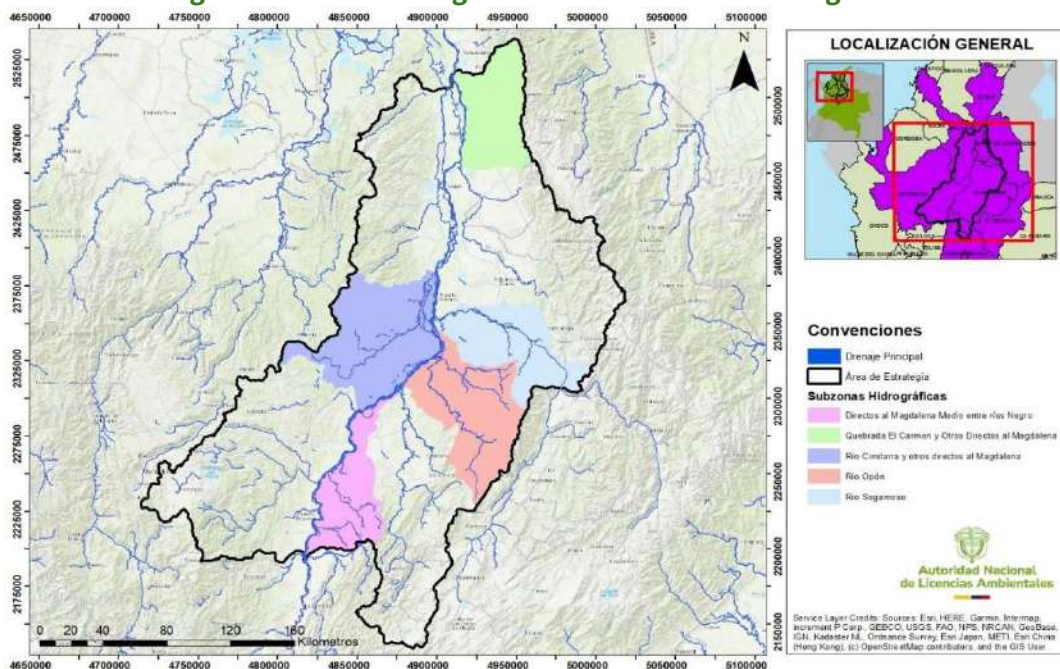
---

<sup>2</sup> Una cuenca sedimentaria es una región subsidente, es decir, un espacio o zona que presenta un hundimiento progresivo en la corteza terrestre que suele ser rellenado por sedimentos. Precisamente, es la acumulación de sedimentos la que permite que los hidrocarburos se asienten en la cuenca. De acuerdo con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (2007), existen 23 cuencas sedimentarias en el país; sin embargo, únicamente siete de estas son productoras de petróleo y dos productoras de gas natural. La principal cuenca productora del país es la de los Llanos Orientales, en donde se produce el 68,9% del crudo total del país. A esta le siguen la cuenca del Valle Medio del Magdalena (15,2%) y la cuenca del Valle Superior del Magdalena (5,8%). Tomado de “La competitividad del sector de hidrocarburos en las diferentes regiones de Colombia” Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. Colombia, 2016.





**Figura 1. Localización general Cuenca del Medio Magdalena**



Fuente: ANLA, 2025.

A continuación, se presentan los expedientes que hacen parte de la estrategia, así como la localización, parámetros y demás condiciones de la estrategia de monitoreo regional de la cuenca del Medio Magdalena que ha sido implementada para los proyectos del sector hidrocarburos.

**Tabla 1. Expedientes asociados con la estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial**

EXPEDIENTE	NOMBRE PROYECTO	TITULAR LICENCIA	RESOLUCIÓN (1)	RESOLUCIÓN (2)
LAM0232	CAMPO PALAGUA EN PUERTO BOYACA	ECOPETROL S.A.	2131-4 del 18 de septiembre de 2023	259 del 20 de febrero de 2024
LAM0332	CAMPO PRODUCCION VELASQUEZ CIENAGA DE PALAGUA	MANSAROVAR ENERGY COLOMBIA	2358 del 11 de octubre de 2023	926 del 20 de mayo de 2024
LAM1801	ADECUACIÓN ESTACIÓN VASCONIA	CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S.	2670 del 4 de diciembre de 2024	NA
LAM2249	SUPERINTENDENCIA DE MARES CAMPO LA CIRA-INFANTAS	ECOPETROL S.A.	1653 del 3 de agosto de 2022 y 001514 del 18 de julio de 2024	2528 del 19 de octubre de 2022
LAM4767	CAMPO COLÓN	UNIÓN TEMPORAL PETROCARIBE	159 del 07 de febrero 2024	1269 del 26 de junio de 2024
LAV0026-00-2015	CAMPO DE PRODUCCIÓN Y DESARROLLO OSO PARDO	ARROW EXPLORATION	2710 del 22 de noviembre de 2023	NA





EXPEDIENTE	NOMBRE PROYECTO	TITULAR LICENCIA	RESOLUCIÓN (1)	RESOLUCIÓN (2)
		SUCURSAL COLOMBIA		
LAM5547	ÁREA DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA VALLE MEDIO MAGDALENA UNO - APE VMM-1	WATTLE PETROLEUM COMPANY	1304 del 28 de junio 2024	NA
LAM0180	REFINERIA DE BARRANCABERMEJA	ECOPETROL S.A.	-	-
LAM0855	CAMPOS PETROLEROS CASABE Y PEÑAS BLANCAS	ECOPETROL S.A.	2283 del 18 de octubre de 2024	2977 del 31 de diciembre de 2024

(1) Establece las condiciones de modo, tiempo y lugar de la estrategia regional; (2) Resuelve recurso de reposición y/o aclara obligaciones.

Fuente: ANLA, 2025.

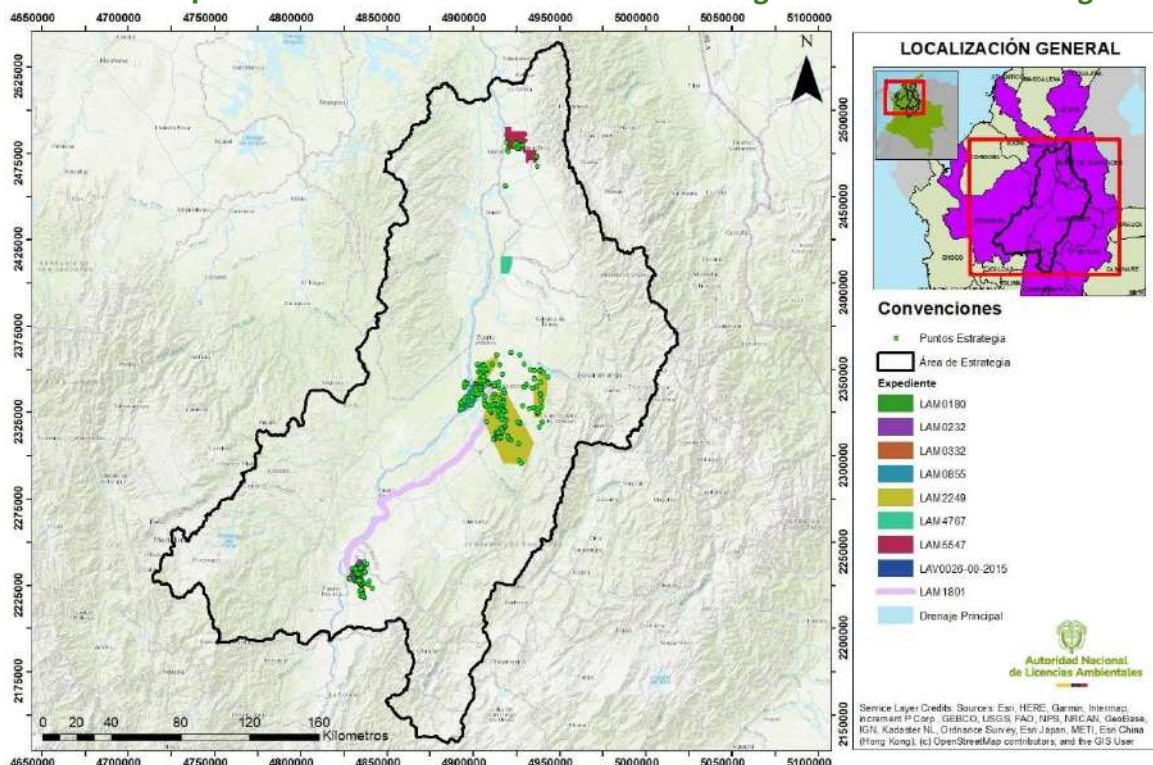
## 2.1. Condición de Lugar

De acuerdo con la formulación de la Estrategia de monitoreo, la red de monitoreo debe permitir un análisis regional en las subzonas hidrográficas en donde se concentran principalmente los proyectos, obras y actividades de competencia de ANLA, pertenecientes al sector de Hidrocarburos. Por lo anterior, los puntos de monitoreo se localizan donde actualmente realizan los proyectos del sector de hidrocarburos en la cuenca, reportados desde los Estudios de Impacto Ambiental EIA y acordes con las obligaciones de los Planes de Manejo Ambiental específicos.

A continuación, se presenta la espacialización de los puntos de monitoreo asociados a la estrategia de monitoreo regional.



**Figura 2. Localización de los puntos que conforman la estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial en la cuenca del Valle Medio del Magdalena – condición de lugar**



Fuente: ANLA 2025.

Así mismo, la relación de los puntos seleccionados para la estrategia regional se presenta en el Anexo 2 del documento.

## 2.2. Condición de Tiempo

Dadas las características del régimen hidrológico en la cuenca del Medio del Magdalena, se estableció una frecuencia de monitoreo semestral, con monitoreos establecidos para **diciembre y enero** (época de estiaje) para la caracterización de las condiciones climáticas secas y **abril y mayo** para la caracterización de las condiciones climáticas húmedas.

**Tabla 2. Periodicidad de los monitoreos de la estrategia de monitoreo – condición de tiempo**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC

	Monitoreo en época seca
	Monitoreo en época de lluvia

Fuente: ANLA, 2025.



Adicionalmente, se ha establecido que la entrega de información se realizará como máximo tres (3) meses posteriores a la fecha de monitoreo.

### 2.3. Condición de Modo

Con respecto a las condiciones de modo, la Estrategia de monitoreo estableció los siguientes parámetros:

**Tabla 3. Parámetros de monitoreo – condición de modo**

Tipo de parámetro	Parámetro
Generales	Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, DBO <sub>5</sub> , DQO, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, Grasas y Aceites, Fenoles, Turbiedad
Hidrocarburos	Hidrocarburos Totales, BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos) de los compuestos orgánicos volátiles.
Compuestos de fósforo	Fósforo Total, Ortofosfatos.
Compuestos de Nitrógeno	Nitritos, Nitratos, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total.
Metales y metaloides	Arsénico, Bario, Cadmio, Plomo, Hierro, Mercurio.
Microbiológicos:	Coliformes Totales.
Hidrobiológicos:	Plancton, Bentos, Macrófitas acuáticas.

Fuente: ANLA, 2025.

## III. ANÁLISIS REGIONAL DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL (PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS)

### 3.1. Información Analizada – parámetros fisicoquímicos

La información considerada en el análisis de calidad de agua del presente informe corresponde a la recopilada para el periodo 2020 a 2025 de ocho (8) expedientes asociados en la estrategia (ver Tabla 1), lo anterior, debido a que el expediente LAM4767, tiene obligaciones condicionadas al uso de los permisos actualizados, los cuales, a la fecha de corte de este documento no se han realizado, por lo cual no se cuentan con monitoreos adelantados por el titular de este expediente. Las fuentes de información empleadas corresponden a la disponible en la Base de Datos Corporativa (BDC) de la entidad,





información remitida por ICA y a través del Portal de Recepción de Información. Se resalta que los datos procesados fueron sometidos a procesos de validación preliminares, considerando lo siguiente:

Se realizó una validación y verificación de los datos reportados por los expedientes relacionados en la Tabla 1, centrada en la relevancia técnica y espacial de la información. Es así como se acotó espacio - temporalmente el alcance, descartando datos anteriores a 2020, así como aquellos sin fecha o coordenadas asociadas, y puntos de monitoreo ajenos a fuentes superficiales (como por ejemplo los localizados en sistemas de tratamiento, jagüeyes o en puntos de vertimientos al suelo). Así mismo, se depuró la lista de parámetros eliminando duplicados, valores faltantes, registros fuera de los rangos de plausibilidad física y cualquier parámetro no contemplado en el documento de formulación.

A continuación, en la Tabla 4 se relaciona la información que incorporada para el análisis del presente informe.

**Tabla 4. Disponibilidad de información en cada expediente para el presente informe**

EXPEDIENTE	ORIGEN DE DATOS	PERIODO	RADICADO (Si aplica)
LAM0180	BDC	2020 – 2023	-
LAM0232	BDC	2020 – 2023	-
LAM0232	ICA	2024	20256200487972 del 30/04/2025
LAM0232	Portal de Recepción de Información ÁGIL	2025	MAG-1056
LAM0332	BDC	2020 – 2023	-
LAM0332	ICA	2024	2025620049290 del 30/04/2025
LAM0332	Portal de Recepción de Información ÁGIL	2024	MAG-1194
LAM0855	BDC	2020 – 2021	-
LAM0855	Portal de Recepción de Información ÁGIL	2025	MAG-1096
LAM1801	Portal de Recepción de Información ÁGIL	2024	MAG-871
LAM2249	BDC	2020 – 2023	-
LAM5547	BDC	2021 – 2022	-
LAV0026-00-2015	BDC	2022 – 2023	-

Fuente: ANLA, 2025.

Asimismo, en la Tabla 5 se presenta información relevante de los puntos de monitoreo considerados para cada una de las subzonas hidrográficas analizadas en el presente informe:

**Tabla 5. Descripción de los tramos / cuerpos de agua objeto de análisis y la información disponible en cada uno**





Subzona hidrográfica	Periodo	Total de Puntos por Subzona hidrográfica	Total de datos por Subzona hidrográfica
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena	2021 - 2023	24	502
Río Sogamoso	2020 - 2023	132	8470
Río Opón	2020 - 2023	183	8483
Río Cimitarra	2020 - 2021 - 2025	60	2465
Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare	2020 - 2025	400	11774

Fuente: ANLA, 2025.

## 3.2. Resultados

### 3.2.1. Condiciones hidrometeorológicas observadas

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2022), el Área Hidrográfica Magdalena, no cuenta con un único régimen hidrológico, esto asociado al sistema orográfico por el cual fluyen sus cauces.

Dada esta heterogeneidad, para el presente análisis se seleccionaron estaciones de la Red Básica Nacional del IDEAM localizadas en el área de estudio, que cuentan con un amplio registro de datos (30 años) y que se ubican en puntos representativos de las subzonas hidrográficas, obteniendo lo siguiente:

**Tabla 6. Estaciones hidroclimatológicas de la Red Básica del IDEAM seleccionadas**

Estación	Código	Categoría	Periodo	Coordenada x	Coordenada y
Aeropuerto Yariguies	23155030	Sinóptica Principal	Normal climatológica estándar de precipitación, periodo 1991 - 2020	4910725,942	2334481,873
Puerto Niño	23110030	Pluviométrica		4824234,291	2214337,752
Hacienda Las Brisas	24065010	Pluviométrica		4912822,41	2358760,57
Gamarra	23210160	Pluviométrica		4918793,863	2478168,583

Fuente: DHIME - IDEAM, Adaptado por ANLA, 2025.

A continuación se presenta la ubicación de las estaciones seleccionadas

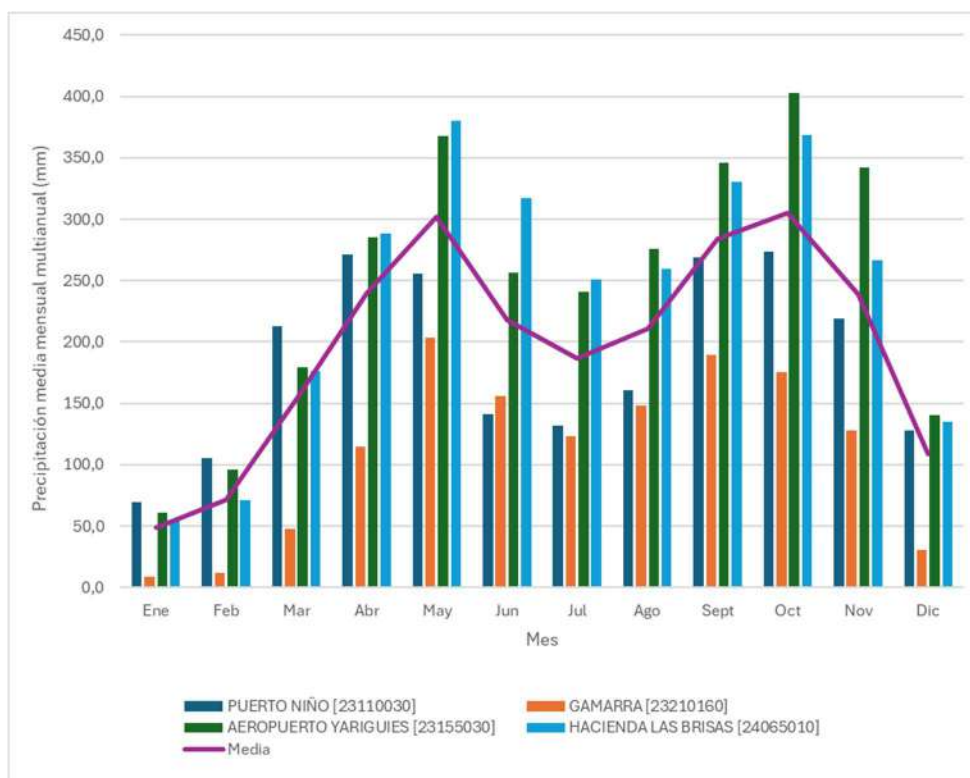
**Figura 3. Localización de las estaciones hidrometeorológicas seleccionadas**







**Figura 4. Régimen de precipitación en el área de análisis**



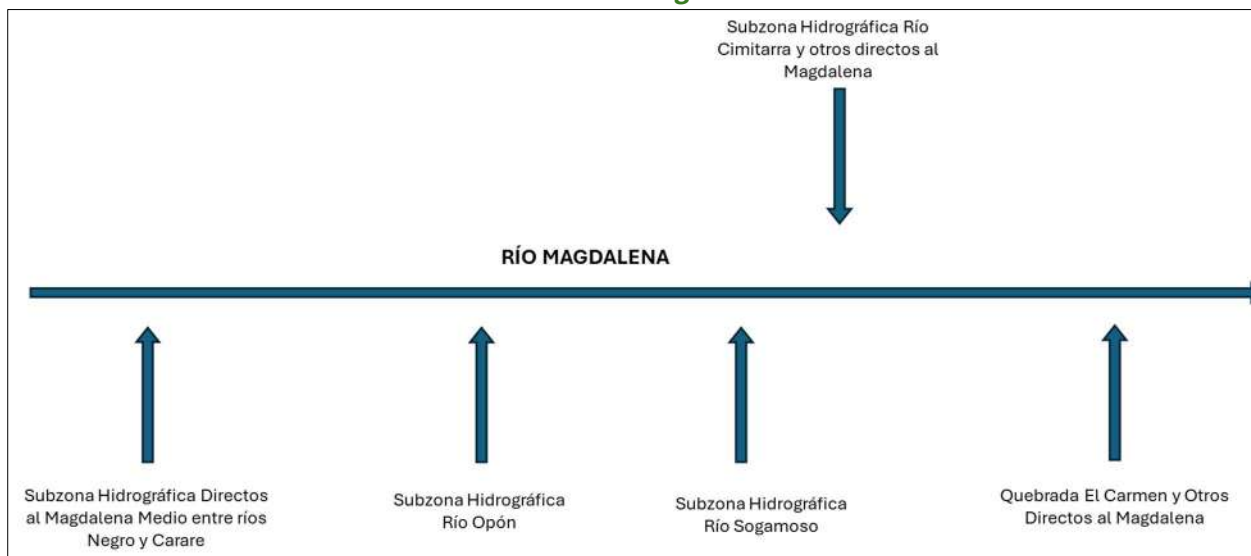
Fuente: DHIME – IDEAM. Adaptado por ANLA, 2025.

### 3.2.2. Cuerpos de agua objeto de análisis

A continuación, en la Figura 5 se presenta un esquema que muestra la ubicación de las subzonas hidrográficas seleccionadas para el análisis regional de calidad del agua en la Cuenca Valle Medio Magdalena, según su descarga al río Magdalena, en el sentido de flujo de este.



**Figura 5. Modelo conceptual definido para el análisis regional de calidad del agua en la cuenca del Medio Magdalena**



Fuente: ANLA, 2025.

El análisis realizado abarcó las subzonas hidrográficas señaladas con anterioridad, para las cuales se recabó la información disponible de los monitoreos realizados en las fuentes hídricas superficiales objeto de seguimiento, la cual fue consolidada y agrupada según el tipo de cuerpo de agua (lótico o léntico), así, para la subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre los ríos Negro y Carare se consideraron puntos en la ciénaga de Palagua, bajos inundables, caño Palagua y caño Agualinda, así como en el caño Pavas, caño Sacamujeres, caño NN1, caño El Tambo y el río Ermitaño; mientras que para la subzona hidrográfica Río Opón se contó con puntos en el tramo del río Magdalena en la desembocadura del río Opón, en caños conexos del complejo de humedales Juan Esteban, en el río cascajales, en el río Oponcito, en el caño Las Lajas, en el río Colorada, el río La Llana, el caño Tenerife, el caño La Cira, el caño Vara Santa y la quebrada Yariguies, así como en la ciénaga Palotal.

Por su parte, en la subzona hidrográfica del río Sogamoso se analizaron los muestreos realizados en el caño San Silvestre, caño El Cuarenta, caño La Jeringa, caños conexos a la ciénaga San Silvestre y Llanito, caños y quebradas conexas al complejo humedal San Esteban, quebrada La Putana, quebrada El Zarzal, caño La Muerte, caño Santa Inés, caño Seis, quebrada La Mesa, caño El Llanito, caño Las Margaritas, caño El Deseo, caño La Vizcaína y otros tributarios de cuarto orden al río Sogamoso, así como la ciénaga El Llanito, ciénaga San Silvestre, ciénaga El Zarzal, ciénaga Guadalito, ciénaga Llanito y laguna El Tigre. En el caso de la subcuenca del río Cimitarra se consideraron los monitoreos realizados en la



ciénaga Palotal, algunos cuerpos de agua del complejo de humedales Juan Esteban y la ciénaga La Cira, además en el caño Colector, caño Las Cruces y río Cimitarra.

En cuanto a la subzona hidrográfica Quebrada el Carmen se analizaron los resultados de los monitoreos en la quebrada Guaduas, el caño Aguas Claras, la quebrada Seca y el caño el Pital, así como en la ciénaga Marisonga, la ciénaga Juncal, la ciénaga Baquero y la laguna Caramelo.

Los resultados obtenidos para cada subcuenca y sus respectivos análisis se presentan en el título 2.2.4 de este documento.

### **3.2.3. Objetivos de calidad definidos en los cuerpos de agua objeto de análisis**

Las subzonas hidrográficas seleccionadas para el análisis regional de calidad del agua en la Cuenca Valle Medio Magdalena, se cuentan en jurisdicción de autoridades regionales, las cuales, en algunos casos han definido objetivos de calidad, tal es el caso de la Corporación Autónoma Regional de Santander- CAS que mediante Acuerdo No. 068 de 2007, modificado por el Acuerdo 090 del 28 de junio de 2024, definió los objetivos de calidad para el establecimiento de las metas de reducción en la implementación de la Resolución 1433 de 2004, aplicables a los ríos Opón y Sogamoso.

Por otra parte, mediante la Resolución 1418 del 30 de octubre de 2018, Artículo Tercero - Tramo 3, modificado por la Resolución 219 del 17 de abril de 2024, se establecen objetivos de calidad de corto, mediano y largo plazo para tramos genéricos de cuerpos de aguas superficiales receptores de vertimientos mineros en el área de la jurisdicción de la Corporación Regional del Cesar – Corpocesar, los cuales son aplicables a los monitoreos realizados en la subzona hidrográfica Qda. El Carmen y Otros Directos al Magdalena.

En cuanto a las subzonas hidrográficas Río Cimitarra y Directos al Magdalena Medio entre los ríos Negro y Carare, no se identificaron objetivos de calidad vigentes aplicables a los puntos de monitoreo. En consecuencia, para los cuerpos de agua en estas subzonas, se emplearon como referencia los valores establecidos en el Decreto 1076 de 2015, en particular el Artículo 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna, como referencia para los resultados obtenidos en la subzona Río Cimitarra; y los artículos 2.2.3.3.9.5. Criterios de calidad para uso agrícola y 2.2.3.3.9.6. Criterios de calidad para uso pecuario como referencia para los resultados obtenidos en la subzona Directos al Magdalena Medio entre los ríos Negro y Carare, teniendo en cuenta la vocación en la zona en la que se localizan los puntos de monitoreo.

En la siguiente tabla se consolidan los valores de referencia, si los hay, para los parámetros objeto de análisis en cada una de las subzonas hidrográficas.




**Tabla 7. Valores de referencia establecidos en cada subzona hidrográfica**

Parámetros	Qda. El Carmen y Otros Directos al Magdalena	Río Sogamoso	Río Opón	Río Cimitarra	Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	NA	NA	NA	NA	NA
Coliformes Totales en NMP/100ml	20000	NA	NA	NA	5000
Conductividad en µS/cm	NA	NA	NA	NA	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	<15	≤20	≤5,0	NA	NA
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	<20	NA	NA	NA	NA
Fenoles en mg/l	NA	NA	NA	NA	NA
Fósforo Total en mg/l	NA	NA	NA	NA	NA
Grasas y Aceites en mg/l	<2,0	Ausentes	Ausentes	NA	NA
Hidrocarburos Totales en mg/l	NA	NA	NA	NA	NA
Nitratos en mg/l	<15	NA	NA	NA	100
Nitritos en mg/l	<0,1	NA	NA	NA	10
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	NA	NA	NA	NA	NA
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/l	NA	NA	NA	NA	NA
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	NA	NA	NA	NA	NA
Oxígeno Disuelto en mg/l	≥4,5	≥2,0	≥5,0	>5,0	NA
Sólidos sedimentables en mg/l	NA	<200,0	<200,0	NA	NA
Sólidos suspendidos totales en mg/l	<25	<200,0	<200,0	NA	NA
Temperatura en °C	NA	NA	NA	NA	NA
Turbidez en NTU	NA	NA	NA	NA	NA
Arsénico en mg/l	NA	NA	NA	NA	0,1
Cadmio en mg/l	NA	NA	NA	NA	0,01 y 0,05
Hierro en mg/l	5	NA	NA	NA	5
Mercurio en mg/l	NA	NA	NA	NA	0,01
Plomo en mg/l	NA	NA	NA	NA	5 y 0,1
Valor de pH	6,0 a 9,0	4,0 – 9,5*	4,0 – 9,5*	4,5 – 9,0	4,5 – 9,0

Fuente: ANLA, 2025. Elaborado a partir de Resolución 1418 del 30 de octubre de 2018; Corpocesar, Acuerdo No. 068 de 2007, CAS; Decreto 1076 de 2015, Minambiente.



### 3.2.4. Resultados estadísticos y tendencia de parámetros de calidad de agua por subzona Hidrográfica

A continuación, se analizan de manera general los resultados de los parámetros definidos en la estrategia que presentan valores mayores al límite de detección, obteniendo su valor medio, mínimo, máximo y la desviación estándar; además se compara con el objetivo de calidad y, en **rojo**, se resaltan los resultados en los cuales no se alcanzó el objetivo. Se realiza un análisis espacial y temporal de los resultados de parámetros en los cuales se presentó incumplimiento del criterio de calidad.

#### *Subzona Hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena*

En la subzona hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena (2321), se encuentran 2 proyectos involucrados con la estrategia de monitoreo, correspondientes a los expedientes LAV0026-00-2015 y LAM5547.

El expediente LAV0026-00-2015, del proyecto Campo de Producción y Desarrollo Oso Pardo cuyo titular es Carrao Energy S.A. Sucursal Colombia, como parte de las medidas establecidas en el PMA, con monitoreos de calidad en aguas superficiales en los puntos donde se localizan ocupaciones de cauce, en las corrientes Quebrada Guaduas Aguas Arriba, Quebrada Guaduas Aguas Abajo, Caño Gajito Aguas Arriba, Caño Gajito Aguas Abajo, Caño Sapero Aguas Arriba y Caño Sapero Aguas Abajo.

Respecto al expediente LAM5547, Área de Perforación Exploratoria Valle Medio Magdalena Uno -APE VMM-1, del titular WATTLE PETROLEUM COMPANY, la Sociedad no efectúa vertimientos a fuentes de agua siendo estas manejadas por un tercero autorizado. Para la red de monitoreo la Sociedad reporta 13 puntos distribuidos de la siguiente manera: Fuentes lóaticas: 3 monitoreos, uno en el caño afluente a la quebrada Seca, dos en el caño El Pital (Caramelo 4) y sector Toposi. Fuentes lénticas: 3 en total, en las denominadas ciénaga Baquero, Juncal y Marisonga. Sistemas lénticos artificiales: 6 jagüeyes y 1 laguna, para un total de 7 puntos de monitoreo.

En ambos expedientes se establecieron obligaciones de monitoreo teniendo en cuenta las características específicas de cada proyecto, en estas obligaciones se incluyó el reporte mediante el Portal de Recepción de Información ÁGIL, sin embargo, no se encontraron reportes para el periodo 2024 a 2025. De igual forma, en revisión de la información entregada mediante ICA se encontró que el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) remitido para ambos expedientes no contiene la información correspondiente a los parámetros muestreados, no obstante, para el expediente LAV0026-00-2015 se verificó en Concepto



Técnico de Seguimiento No. 4588 del 26 de junio de 2025 que la información si fue entregada por parte de la Sociedad, esta no se integró en el Anexo Cartográfico que contiene el MAG, por lo que no pudo ser incluida en los análisis. Respecto al expediente LAM5547, a la fecha de corte documental de este informe, no se había llevado a cabo el seguimiento. Por lo anterior, no se obtuvieron datos para el periodo 2024 y 2025.

Es importante mencionar que el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG), que hace parte de integral del Informe de Cumplimiento Ambiental es el medio mediante el cual es posible recopilar y consolidar la información del área de la estrategia de monitoreo, teniendo en cuenta que esta es obtenida para varios expedientes en distintos periodos (años), por lo que, los archivos estandarizados que establece el MAG es el único medio que permite la gestión del volumen de datos se generan mediante los monitoreos.

### Análisis general de los cuerpos de agua lóticos

En cuanto a los cuerpos de agua lóticos que existen en la zona, se tienen puntos de monitoreo en la Quebrada Guaduas, el Caño Aguas Claras, la Quebrada Seca y el Caño el Pital, teniendo en cuenta que estos proyectos y sus respectivos puntos de monitoreo se encuentran en jurisdicción de CORPOCESAR, que definió los objetivos de calidad para los cuerpos de agua en el departamento del Cesar mediante Resolución 1418 del 30 de octubre de 2018, posteriormente actualizados mediante la Resolución 219 del 17 de abril de 2024. Para el análisis a continuación se emplea como referencia los objetivos de calidad del Artículo Segundo de la precitada Resolución, estableciendo los valores para el Tramo No. 2 Genéricos Afectados por Vertimientos.

**Tabla 8. Valores estadísticos y cumplimiento de los objetivos de calidad en los cuerpos de agua lóticos de la Subzona Hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
Coliformes Totales en NMP/100ml	19	7,007,895	1,000	36810,000	10229,838	20000
Conductividad en $\mu$ S/cm	22	199,955	36,000	489,000	98,366	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	23	7,974	2,000	18,000	4,911	<15
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	23	37,465	10,000	103,000	24,339	<20
Fenoles en mg/l	23	0,086	0,060	0,100	0,019	NA
Fósforo Total en mg/l	19	0,351	0,050	0,922	0,281	NA
Grasas y Aceites en mg/l	19	1,904	1,000	7,190	1,628	<2,0



Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
Hidrocarburos Totales en mg/l	14	3,000	1,000	5,000	1,840	NA
Nitratos en mg/l	17	0,583	0,100	1,200	0,354	<15
Nitritos en mg/l	15	0,012	0,003	0,030	0,011	<0,1
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	4	1,000	1,000	1,000	0,000	NA
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/l	11	0,519	0,005	1,320	0,567	NA
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	12	4,000	4,000	4,000	0,000	NA
Oxígeno Disuelto en mg/l	23	5,733	2,110	10,400	2,346	≥4,5
Sólidos sedimentables en mg/l	19	0,158	0,100	0,300	0,077	NA
Sólidos suspendidos totales en mg/l	20	44,15	5,50	150,00	39,524	<25
Temperatura en °C	20	27,871	23,930	31,800	2,289	NA
Turbidez en NTU	20	10,335	2,000	47,600	11,790	NA
Arsénico en mg/l	4	0,05	0,05	0,05	0	
Bario en mg/l	14	0,5	0,5	0,5	0	
Cadmio en mg/l	4	0,001	0,001	0,001	0	
Hierro en mg/l	23	1,862	0,200	5,000	1,779	
Mercurio en mg/l	4	0,002	0,002	0,002	0	
Plomo en mg/l	3	0,010	0,010	0,010	0	
Valor de pH	23	7,30	6,16	8,36	0,68	6,0 a 9,0

Fuente: ANLA, 2025.

Las aguas de los cuerpos lóticos de esta Subzona Hidrográfica presentan un pH de entre 6,16 y 8,36 lo que los categoriza principalmente como de moderada basicidad, los cuales se encuentran en el rango definido como objetivo de calidad, según lo establecido por Corpopesar.

El análisis fisicoquímico y microbiológico de los cuerpos de agua lóticos localizados en la Subzona Hidrográfica de la Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena revela que, si bien varios parámetros se encuentran dentro de los objetivos de calidad establecidos, otros presentan excedencias que podrían incidir en la integridad ecológica del ecosistema. Parámetros como la Demanda Química de Oxígeno (DQO), con un valor promedio de 37,465 mg/l y máximo de 103,000 mg/l (valor reportado por el expediente LAM5547, en el punto



PQ\_Seca\_AB en el segundo semestre de 2021), superan el objetivo de calidad de 20 mg/l, y la Demanda Bioquímica de Oxígeno, cuyo valor máximo fue de 18,000 (reportado por el expediente LAM5547 en el punto ASUP9, para el segundo semestre de 2021), sugieren una elevada presencia de materia orgánica o compuestos químicos oxidables en el agua, condición que puede reducir el oxígeno disponible para la biota acuática (Tchobanoglous et al., 2003).

De manera similar, para las Grasas y Aceites, se reportó un promedio de 1,904 mg/l y un máximo de 7,190 mg/l (reportado por el expediente LAM5547 en el punto ASUP11 el primer semestre de 2021), por encima del objetivo de calidad establecido en 2,0 mg/l. La presencia de una película superficial sobre el cuerpo de agua obstaculiza el intercambio de oxígeno, adicionalmente, los procesos de degradación biológica de grasas y aceites en presencia de oxígeno contribuyen a la disminución de las concentraciones de este parámetro, favoreciendo condiciones anaerobias, que dificulta la vida acuática. Al respecto, se destacan atípicos reportados por el expediente LAV0026-00-2015 en los puntos PC-1 y PC-2, en enero de 2022 y febrero de 2023, con valores de 10,000 mg/l, sin embargo, acorde con lo reportado estos corresponden al límite de detección establecido para el método empleado, el cual es superior a lo establecido en los Objetivos de calidad, por lo que es importante que si bien estos datos no fueron empleados para la estimación de estadísticos, se establezcan medidas para garantizar que los ensayos empleados cuenten con límites de detección inferiores a los objetivos de calidad, de manera que los resultados entregados presenten uniformidad en cuanto a las órdenes de magnitud en los distintos expedientes y puedan ser objeto de análisis espacio temporal y a la luz de los objetivos de calidad, así como las demás normas vigentes.

En cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales, estos presentan un promedio de 44,150mg/l y un máximo de 150,000 mg/l (Reportado por el expediente LAM5547, en el punto ASUP6 en el primer semestre de 2021), superando el umbral establecido (25 mg/l), situación que puede generar efectos negativos sobre organismos bentónicos y peces al reducir la penetración de luz, alterar procesos fotosintéticos y generar condiciones de turbidez persistente (Allan & Castillo, 2007). Al respecto, es importante resaltar que, para el expediente LAM5547 se identificaron valores de 690,000 mg/l, 215,000 mg/l, 197,000 mg/l en los puntos ASUP9, ASUP10 y ASUP12, respectivamente, para los meses de junio y julio de 2021, estos resultados se consideraron atípicos estadísticos, por lo cual no se incorporaron en la estimación de la media, máximos y mínimos, no obstante, los valores reportados dan cuenta también del incumplimiento en los objetivos de calidad y se encuentran asociados a los efectos nocivos descritos con anterioridad.

En cuanto a los nutrientes, se destacan el fósforo total (promedio de 0,351 mg/l, mínimo de 0,050 mg/l y máximo de 0,922 mg/l), que no cuenta con objetivos de calidad definidos, pero que cuyos valores superan los umbrales recomendados para evitar eutrofización (<0,02 mg/l,



según Roldán & Ramírez, 2008 y USEPA, 1987). Por su parte, los valores de Nitratos (promedio de 0,583 mg/l) y Nitritos (promedio de 0,012 mg/l), dan cumplimiento a los objetivos de calidad, no obstante, en cuanto a los atípicos, para los Nitritos se alcanzaron hasta 1,010 mg/l en el punto ASUP7 en el primer semestre de 2021, acorde con lo reportado por el expediente LAM5547. Respecto a los niveles asociados a eutrofia ( $>0,1$  mg/l según Vollenweider, 1968), tanto estos parámetros como el Nitrógeno Amoniacal (0,907 mg/l) Nitrógeno Total (promedio de 1,000 mg/l) y Nitrógeno Total Kjeldahl (promedio de 4,000 en mg/l). Para el Nitrógeno Total Kjeldahl se identificaron atípicos con hasta 7,13 mg/l en el punto ASUP7 en el primer semestre de 2021. Aunque estos nutrientes se encuentran de forma natural en el medio, las concentraciones reportadas para los compuestos del nitrógeno y fósforo favorecen la proliferación de algas y la disminución del oxígeno disponible y podrían asociarse a las actividades agrícolas, así como a vertimientos realizados.

En este sentido, aunque el oxígeno disuelto presenta un valor promedio de 5,5 mg/l (en cumplimiento del objetivo  $\geq 4,5$  mg/l), se registran valores mínimos de 2,11 mg/l (valor reportado por el expediente LAM5547, en el punto ASUP10 en el primer semestre de 2021), lo cual puede ser crítico para organismos con alta demanda de oxígeno. Por su parte, los coliformes totales presentan un promedio de 7007,895 NMP/100 ml y un máximo de 36810,000 NMP/100 ml (valor reportado por el expediente LAM5547, en el punto ASUP13 en el primer semestre de 2021), lo que sugiere una clara contaminación fecal, potencialmente asociada a actividades ganaderas o vertimientos domésticos.

En cuanto a los metales, el parámetro de hierro mantiene sus estadísticos por debajo del objetivo de calidad con excepción del máximo, para el que se presentó un valor de 5,000 mg/l (valor reportado por el expediente LAM5547, en el punto C\_NN\_Seco en el segundo semestre de 2021), que es igual al límite guía típicamente utilizado para protección de vida acuática (5 mg/l), por lo cual es importante mantener el monitoreo sobre el parámetro, determinando las causas de las concentraciones encontradas y de ser necesario, implementar medidas adicionales para garantizar que este se mantenga en valores aceptables (por debajo del objetivo de calidad), dado que sus altas concentraciones podrían estar asociadas a procesos de precipitación y acumulación de óxidos de hierro en el lecho, afectando el hábitat y las condiciones redox del sistema (CCME, 1999).

Los parámetros Mercurio, Arsénico y Cadmio presentaron valores por debajo de los límites de detección. En cuanto al parámetro de ortofosfatos, este no fue reportado por los expedientes LAM5547 y LAV0026-00-2015. Para el Bario se reportaron valores por debajo del límite de detección en la mayoría de los casos, siendo este de 0,5 mg/l, no obstante, en el expediente LAM5547 para los monitoreos de julio de 2021 y diciembre de 2022, se identificaron como atípicos valores entre 1,320 mg/l y 0,05 mg/l en los puntos ASUP9 y P6 Hydra AC, respectivamente, en cuyo caso, el límite de detección fue de 0,002 mg/l. Acorde con lo anterior, se tienen límites de detección de diferente orden de magnitud, por lo que es



importante, para llevar a cabo los análisis se empleen métodos con límites de detección bajos, de manera tal que los resultados sean comparables no solo entre expedientes sino en diferentes campañas realizadas por un mismo expediente. Aunque no se tienen objetivos de calidad, acorde con el Artículo 2.2.3.3.9.3. Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico, los valores reportados se encuentran en general por debajo del límite de referencia (1,0 mg/l).

Finalmente, en el caso del Plomo se encontró un único dato como atípico con valor de 0,014 mg/l, reportado por el expediente LAV0026-00-2015 en el punto PC-1, para el primer semestre de 2022, para el resto de los muestreos se reportaron valores por debajo del límite de detección (0,01 mg/l). Respecto a este parámetro, los objetivos de calidad indican un máximo de 5,0 mg/l.

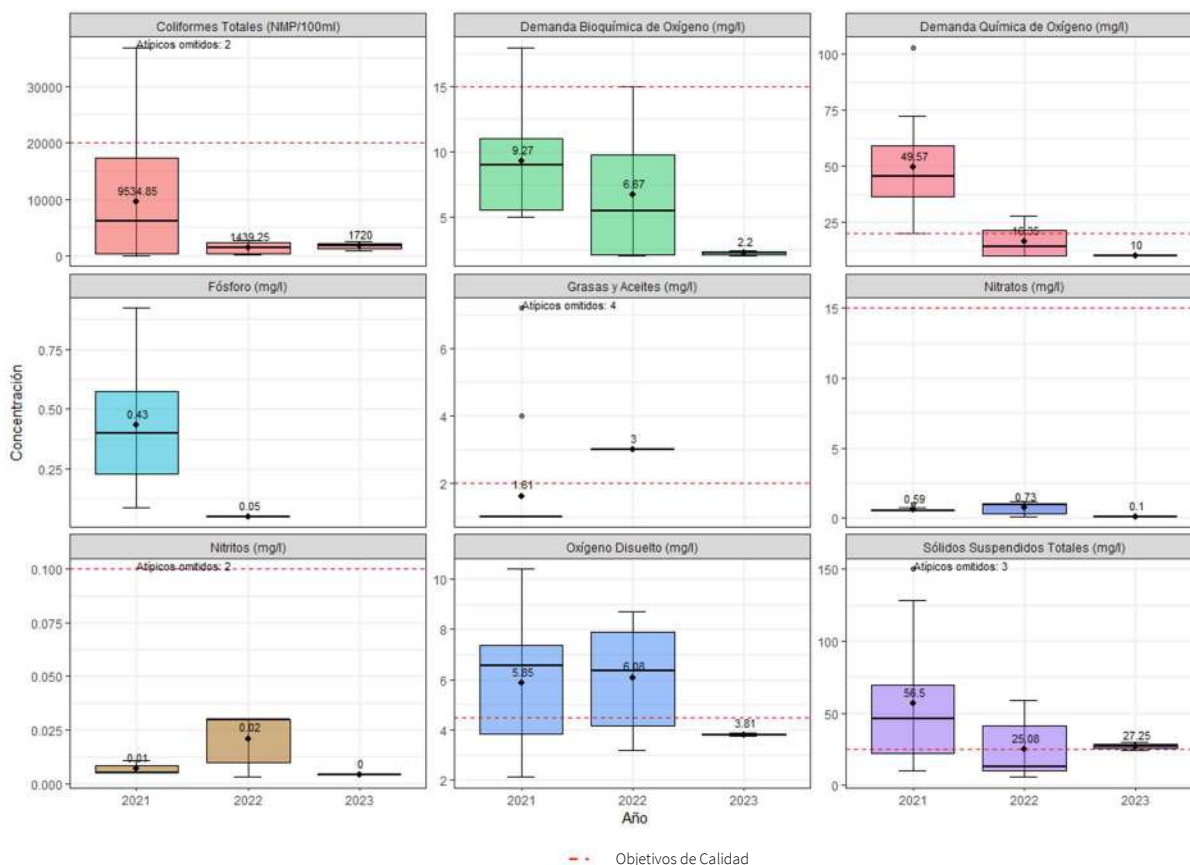
### **Análisis particular parámetros de interés**

Según la Tabla 8, se presenta el incumplimiento en algunos objetivos de calidad, en los parámetros: Coliformes Totales, DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales y Grasas y Aceites, específicamente en valores máximos, y, por el contrario, se observa incumplimiento en los valores mínimos de Oxígeno Disuelto. Respecto a la DQO y Sólidos Suspendidos Totales adicional al incumplimiento del valor máximo, se evidencia también incumplimiento sus promedios.

A continuación, en la Figura 6 se presentan los gráficos de tendencia para los coliformes totales, DBO, DQO, Fósforo, Grasas y aceites, Nitratos, Nitritos, Oxígeno disuelto y Sólidos Suspendidos Totales, seleccionados considerando el comportamiento de estos e incumplimiento de los objetivos de calidad de agua en algunos que cuentan con este límite normativo establecido.



**Figura 6. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lóticos de la Subzona Hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena**



Fuente: ANLA, 2025.

Los coliformes totales presentan los niveles más altos en 2021, a partir de lo cual, disminuyen drásticamente en los años 2022 y 2023, en los cuales se redujeron los estadísticos con excepción de los mínimos, lo que indica una menor dispersión de los datos, concentrándose entre los 200 NMP/100ml y los 2000 NMP/100ml en los dos últimos años de reporte. En cuanto a las temporadas, los mayores valores (incluyendo los atípicos) se observan en la temporada seca (junio y julio), mientras que los mínimos del periodo 2021 – 2023, corresponden en general al mes de noviembre (segunda temporada de lluvias). Los resultados obtenidos reflejan un comportamiento variable según la temporada y una mejora en los últimos años. Los cambios en el parámetro pueden estar asociados a modificaciones en los vertimientos, así como a la implementación de medidas en actividades propias y ajenas a los proyectos licenciados por la ANLA.

La Demanda Química de Oxígeno – DQO y Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO presentan un comportamiento similar, con las concentraciones más altas en 2021, las cuales disminuyen en 2022 y 2023, siendo este el año en el que presentan los menores estadísticos (media, mediana, máximo y mínimo) y en el que se da cumplimiento a los objetivos de





calidad establecidos, mostrando una mejoría en la calidad del agua en términos de las cantidades de materia orgánica o compuestos químicos oxidables en el agua. En cuanto a las temporadas de lluvia y seca, no se observan diferencias en las concentraciones reportadas para ambos parámetros.

Por el contrario, el Oxígeno Disuelto presenta concentraciones generalmente altas en el periodo 2021 – 2022, favorables para los organismos acuáticos, con algunas excepciones en las que no se da cumplimiento al objetivo de calidad, no obstante, en 2023 se presenta una disminución significativa, en la que la totalidad de los datos reportados se encuentran por debajo de los objetivos de calidad, afectando la supervivencia de la vida acuática. Al respecto, es importante considerar que los reportes corresponden únicamente a los monitoreos reportados por el expediente LAV0026-00-2015, para algunos puntos, por lo que no es posible establecer si este comportamiento es sistemático en los cuerpos de agua lóticos a los cuales se les realiza seguimiento.

Por su parte los Nitritos y Nitratos presentan un comportamiento similar, con valores más altos en 2022, encontrándose los mínimos en 2023, por debajo de los niveles máximos establecidos como objetivos de calidad. Sin embargo, para el caso de los Nitritos se identificaron atípicos en junio y julio de 2021 para los puntos ASUP9 y ASUP7, del expediente LAM5547, con valores de 0,548 mg/l y 1,01 mg/l, respectivamente, muy por encima de los demás datos reportados, así como de los objetivos de calidad. No obstante, para el último periodo monitoreado se observa una mejora respecto a los años anteriores, inclusive para los niveles asociados a eutrofia ( $>0,1$  mg/l según Vollenweider, 1968).

Los Sólidos Suspendidos Totales muestran una disminución progresiva en el periodo 2020 - 2023, con una menor dispersión en los valores reportados, no obstante, se identificaron atípicos en el año 2021, con valores de hasta 690,00 mg/l, según lo reportado por el expediente LAM5547 para el punto ASUP9. En todos los casos la media se mantuvo por encima del objetivo de calidad establecido. Por lo anterior y con base en los monitoreos realizados en periodos más recientes, es importante que se verifiquen y de ser caso de ajusten las medidas establecidas en los proyectos con el fin de disminuir la presencia de sólidos en las corrientes superficiales, para esto es fundamental tener en cuenta los valores de línea base, así como las concentraciones en los vertimientos.

Finalmente, las Grasas y Aceites presentan un aumento en 2022 respecto al año inmediatamente anterior. Este parámetro, acorde con lo reportado por los expedientes LAM5547 y LAV0026-00-2015, reportó datos para el periodo 2023, los cuales se consideraron atípicos debido su concentración de 10 mg/l, no obstante, se encontró que el límite de detección para estos valores fue también de 10 mg/l, por lo que no es posible identificar si los valores tuvieron un aumento o no, en dicho periodo. Es así que las diferentes órdenes de magnitud empleadas no permiten analizar la variación del parámetro con base en el tiempo.





En términos generales, se evidencia para los cuerpos lóticos de la Subzona Hidrográfica de la Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena una disminución en la DBO, DQO, Coliformes Totales y Sólidos Suspendidos Totales, en el periodo (2020 – 2023), lo cual se asocia a una mejora en la calidad del agua, sin embargo, el Oxígeno Disuelto presentó también este comportamiento, llegando a niveles que afectan la vida acuática, no obstante, los datos obtenidos para el 2023 corresponde únicamente a algunos puntos del expediente LAV0026-00-2015, por lo que, no es posible establecer que sea una generalidad de los cuerpos de agua lóticos en la Subzona Hidrográfica.

De otra parte, los límites de detección empleados en la medición de algunos parámetros restringen la posibilidad de realizar comparaciones espacio-temporales, así como análisis comparativos entre expedientes y la identificación de correlaciones entre parámetros. En este sentido, es necesario que los datos reportados presenten uniformidad en las órdenes de magnitud, empleando, en lo posible, los menores límites de detección disponibles.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que a partir del año 2023 se estandarizaron los datos para los expedientes LAM5547 y LAV0026-00-2015, es posible que existan diferencias relevantes respecto a los parámetros evaluados en periodos anteriores. Por lo anterior, es importante que durante los seguimientos realizados a cada proyecto se evalúen las condiciones particulares y más recientes, con el fin de identificar adecuadamente los aportes a las condiciones de la subzona hidrográfica.

### Cuerpos de agua lóticos

En cuanto a los cuerpos de agua lóticos que existen en la zona, se tienen puntos de monitoreo en la Ciénaga Marisonga, la Ciénaga Juncal, la Ciénaga Baquero y la Laguna Caramelo, teniendo en cuenta que estos proyectos y sus respectivos puntos de monitoreo se encuentran en jurisdicción de la CAR Corpocesar, que definió los objetivos de calidad para los cuerpos de agua en la zona del Cesar mediante Resolución 1418 del 30 de octubre de 2018, posteriormente actualizados mediante la Resolución 219 del 17 de abril de 2024.

**Tabla 9. Valores estadísticos y cumplimiento de los objetivos de calidad en los cuerpos de agua lóticos de la Subzona Hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
Bario en mg/l*	3	0,500	0,500	0,500	0,000	NA
Coliformes Totales en NMP/100ml	3	2482,100	91,300	4100,000	2113,161	20000
Conductividad en $\mu$ S/cm	3	173,333	138,000	192,000	30,616	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	3	16,000	16,000	16,000	0,000	<15
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	3	46,467	46,100	47,200	0,635	<20
Fenoles en mg/l*	4	0,100	0,100	0,100	0,000	NA





Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
Fósforo Total en mg/l	4	0,101	0,095	0,109	0,006	NA
Grasas y Aceites en mg/l*	3	1,000	1,000	1,000	0,000	<2,0
Hierro en mg/l	3	0,252	0,200	0,296	0,048	5
Nitratos en mg/l	4	1,023	0,929	1,120	0,084	<15
Nitritos en mg/l	3	0,009	0,008	0,010	0,001	<0,1
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	4	4,000	4,000	4,000	0,000	NA
Oxígeno Disuelto en mg/l	4	5,773	5,410	6,230	0,421	≥4,5
Sólidos sedimentables en mg/l*	3	0,100	0,100	0,100	0,000	NA
Sólidos suspendidos totales en mg/l	4	17,250	13,000	23,000	4,646	<25
Temperatura en °C	4	30,263	28,600	31,040	1,139	NA
Turbidez en NTU	4	12,000	8,100	15,200	3,074	NA
Valor de pH	4	7,240	7,030	7,450	0,172	6,0 a 9,0

\*Hace referencia a registros que estuvieron debajo del límite de la técnica analítica empleada por el laboratorio, el cual es inferior al límite normativo (en los casos en que existe la restricción normativa), por ende, hubo cumplimiento de estos.

Fuente: ANLA, 2025.

### Análisis general de los cuerpos de agua lénticos

Las aguas de los cuerpos lénticos de esta Subzona Hidrográfica presentan un pH de entre 7,03 y 7,45 lo que los categoriza principalmente como de neutros, los cuales se encuentran en el rango definido como objetivo de calidad, según lo establecido por Corpopesar.

El análisis fisicoquímico y microbiológico de los cuerpos de agua lénticos localizados en la Subzona Hidrográfica de la Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena muestran condiciones aceptables, dado que la mayoría de los parámetros monitoreados cumple con los objetivos de calidad, no obstante, en algunos casos se presentan concentraciones por fuera de los rangos objetivo, que podrían afectar el funcionamiento de los ecosistemas. Al igual que en los cuerpos lóticos, la Demanda Bioquímica de Oxígeno, cuyos valores reportados fueron todos de 16,000, superando el límite establecido, al igual que la Demanda Química de Oxígeno (DQO), con un valor promedio de 46,467mg/l, mínimo de 46,100 mg/l y máximo de 47,200 mg/l, por encima del objetivo de calidad de 20 mg/l, adicionalmente, se identificaron atípicos reportados en julio de 2021 en los puntos ASUP1 y ASUP5, con 11,00 mg/l y 57,90 mg/l para la DBO y DQO, respectivamente. Las concentraciones que se presentan en cada uno de estos parámetros se asocian a la presencia compuestos químicos oxidables en el agua y materia orgánica que, en sus procesos de degradación involucran el Oxígeno Disuelto, reduciendo su disponibilidad para la vida acuática (Tchobanoglous et al., 2003).

En cuanto a los nutrientes, el fósforo total (promedio de 0,101 mg/l, mínimo de 0,095 mg/l y máximo de 0,109 mg/l), aunque no cuenta con objetivos de calidad definidos, muestra



concentraciones que mayores a los límites máximos recomendados para evitar eutrofización (<0,02 mg/l, según Roldán & Ramírez, 2008 y USEPA, 1987). Por su parte, los Nitratos con promedio de 1,023 mg/l y Nitritos, con promedio de 0,009 mg/l, cumplen, acorde a sus estadísticos, con los objetivos de calidad, mientras que el Nitrógeno Total Kjeldahl con promedio de 4,000 mg/l no cuenta con objetivos de calidad, no obstante, tanto este parámetro como los Nitratos, presentan niveles asociados a procesos de eutrofización (>0,1 mg/l según Vollenweider, 1968).

Respecto a los Sólidos Suspendidos Totales, estos presentan un promedio de 17,250 mg/l y un máximo de 23,000mg/l (Reportado por el expediente LAM5547, en el punto ASUP6 en el primer semestre de 2021), en cumplimiento del objetivo de calidad y siendo menor a lo observado para los cuerpos lóticos, como se espera en los cuerpos lénticos, en los que las partículas se asientan lentamente en el lecho por gravedad, de esta manera, para el parámetro objeto de análisis no se registran valores por fuera de los esperado (atípicos) o que presenten criticidad.

El Oxígeno Disuelto, con promedio de 5,773 mg/l y mínimo de 5,410 mg/l indica, en general, condiciones adecuadas para la vida acuática. Por su parte, los coliformes totales presentan un promedio de 2482,100 NMP/100 ml y un máximo de 4100,000 NMP/100 ml, así mismo, se identificó un registro atípico de 17500 NMP/100 ml (valor reportado por el expediente LAM5547, en el punto ASUP3 en julio de 2021), aunque estas concentraciones se da cumplimiento a los objetivos de calidad, están asociadas a una contaminación fecal, potencialmente asociada a actividades ganaderas o vertimientos domésticos, que limita el uso para riego y fines recreativos.

Finalmente, los parámetros Bario, Fenoles, Grasas y Aceites y Sólidos sedimentables, se encuentran en concentraciones inferiores a los límites de detección establecidos en los ensayos de laboratorio. Así, las condiciones anteriormente descritas indican condiciones adecuadas de calidad del agua en los cuerpos de agua analizados, para el periodo en que se realizaron los monitoreos, correspondiente a junio y julio de 2021, por lo que no es posible establecer si estos resultados son característicos del estado del recurso ni como este ha evolucionado en el tiempo. De esta manera, es importante llevar a cabo los análisis correspondientes con datos más recientes en cada uno de los proyectos, que permitan establecer el comportamiento de los parámetros y determinar si las medidas implementadas en los Planes de Manejo Ambiental - PMA son acordes a la situación actual de los cuerpos de agua.

Teniendo en cuenta lo anterior, no se realizan análisis temporales de los parámetros objeto de estudio.

Para los periodos evaluados no se encontraron datos de Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo sobre cuerpos de aguas lénticas de la Subzona Hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena.

### *Subzona Hidrográfica del río Sogamoso*

La subzona hidrográfica del río Sogamoso se localiza en los municipios de Los Santos, Girón, Zapatoca, San Vicente de Chucurí, Barrancabermeja, Lebrija, Sabana de Torres, Puerto Wilches. Su cauce principal es el río Sogamoso y desemboca en el río Magdalena.

En esta subzona hidrográfica se encuentran localizados proyectos de gran complejidad como el Proyecto Hidroeléctrico del río Sogamoso (LAM0237), que hace parte de la Estrategia de Monitoreo Integral del Recurso Hídrico Superficial y Ecosistemas Acuáticos para Proyectos Hidroeléctricos, y la Superintendencia de Mares (LAM2249).

El río Sogamoso cuenta con objetivos de calidad establecidos mediante Acuerdo No. 068 – 2007 por la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) para los parámetros Demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales, grasas y aceites, sólidos sedimentables, sólidos flotantes y olores ofensivos.

### **Análisis general de cuerpos de agua lóticos**

El análisis de cuerpos de agua lóticos comprende el río Sogamoso como cauce principal y los siguientes ríos, caños y quebradas tributarios:

Caño San Silvestre, caño El Cuarenta, caño La Jeringa, caños conexos a la ciénaga San Silvestre y Llanito, caños y quebradas conexas al complejo humedal San Esteban, quebrada La Putana, quebrada El Zarzal, caño La Muerte, caño Santa Inés, caño Seis, quebrada La Mesa, caño El Llanito, caño Las Margaritas, caño El Deseo, caño La Vizcaína. Se mencionan los principales, pero es importante señalar que algunos puntos de monitoreo corresponden a tributarios de cuarto orden del río Sogamoso.

**Tabla 10. Valores estadísticos y comparación con criterios de calidad en los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Sogamoso**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	206	0,070	0,000	0,100	0,040	
Coliformes Totales en NMP/100ml	172	6436,260	0,100	46110,000	9156,860	
Conductividad en µS/cm	227	117,790	16,000	353,000	75,980	
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	193	4,350	3,000	7,750	1,150	≤20

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	213	22,410	5,000	53,400	11,680	-
Fenoles en mg/l	170	0,100	0,100	0,100	0,000	
Grasas y Aceites en mg/l	199	0,670	0,200	1,570	0,320	Ausentes
Hidrocarburos Totales en mg/l	184	0,430	0,200	1,820	0,340	
Nitratos en mg/l	238	0,770	0,010	2,880	0,690	
Nitritos en mg/l	174	0,020	0,010	0,030	0,000	
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	117	1,000	1,000	1,000	0,000	
Oxígeno Disuelto en mg/l	237	5,260	0,860	10,810	1,990	≥2,0
Sólidos sedimentables en mg/l	170	0,100	0,100	0,100	0,000	<200
Sólidos suspendidos totales en mg/l	195	31,850	4,330	123,000	25,190	<200
Turbidez en NTU	46	23,890	2,400	63,900	16,200	
Arsénico en mg/l	214	0,002	0,001	0,003	0,0007	NA
Bario en mg/l	220	0,351	0,002	1,000	0,247	NA
Cadmio en mg/l	170	0,0004	0,0003	0,001	0,0002	NA
Hierro en mg/l	212	1,700	0,100	5,000	1,209	NA
Mercurio en mg/l	202	0,001	0,001	0,001	0,000	NA
Plomo en mg/l	192	0,002	0,0002	0,005	0,001	NA
Valor de pH	235	7,180	5,490	8,910	0,730	4,5 – 9,0*

\*Valor de referencia tomado del Artículo Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015

Fuente: ANLA, 2025.

Con respecto al monitoreo de calidad de agua para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se observa que la conductividad eléctrica en los cuerpos de agua lóticos es de un valor promedio de (117,79  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y es superior en comparación con los cuerpos de agua lénticos (94,72  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

En los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Sogamoso, las conductividades alcanzan 353  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual dista del valor mínimo registrado de 16  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y que puede estar relacionado con pulsos de aumento de sólidos disueltos. No obstante, los valores de pH indican oscilaciones entre 5,49 und y 8,91 und, es decir un pH que tiende a la clasificación alcalina que se encuentra dentro de los valores de referencia de los criterios de calidad del Decreto 1076 de 2015 para preservación de flora y fauna.

Por su parte, el oxígeno disuelto evidencia un comportamiento que en promedio cumple con los criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 de 2015 (4.0 mg/l) y los objetivos de calidad del río Sogamoso (<2,0 mg/l), con una concentración promedio de 5,26 mg/l, sin embargo, el oxígeno disuelto registra algunas concentraciones mínimas de 0,86 mg/l.



Sobre el transporte de sólidos, se observa que los sólidos suspendidos totales presentan variaciones diferentes a los sólidos sedimentables. Los SST oscilan en concentraciones de 4,33 mg/l y alcanzan los 123,0 mg/l, siendo el rango inferior al objetivo de calidad de SST < 200 mg/l; en cambio, los SSED se mantienen constantes en los 170 registros de medición, siendo siempre de 0,1 mg/l. Este dato es respaldado con las variaciones del parámetro turbiedad, que también presenta oscilaciones entre 2,4 NTU y 63,9 NTU. Lo anterior puede reflejar la regulación de sedimentos efectuada por el embalse del proyecto Hidroeléctrico de Sogamoso.

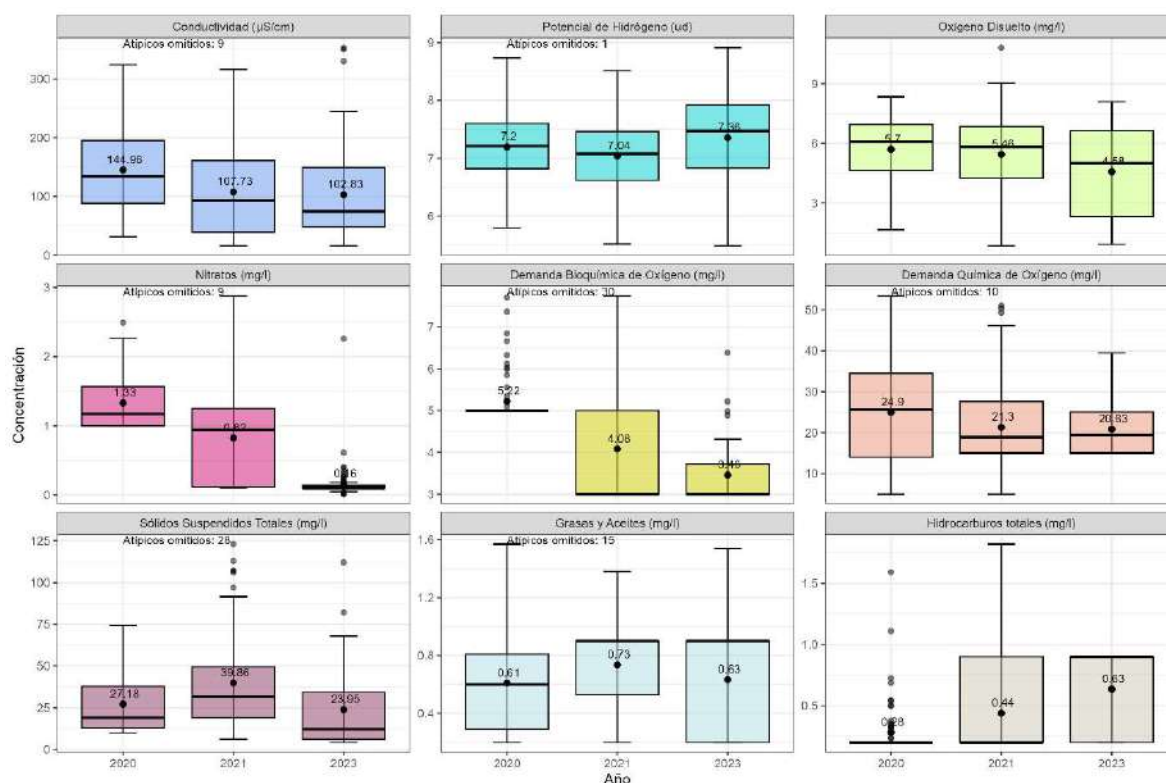
Respecto a metales, los resultados evidenciaron un comportamiento similar entre ellos, el Arsénico, el Plomo y el Cadmio reportaron concentraciones por debajo del límite de detección, con algunas excepciones, en cambio, el Bario y el Hierro presentaron valores superiores en la mayoría de los casos, para el Hierro se evidenció una amplia variación, alcanzando el límite de referencia establecido en el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola, no obstante, este valor se registró para un único muestreo en 2021, según lo reportado por el expediente LAM2249. Es importante resaltar que en los muestreos realizados se identificaron diferentes límites de detección para el método empleado en la medición de cada parámetro, por lo que es importante que se establezcan medidas para garantizar que los ensayos empleados cuenten con límites de detección inferiores homogéneos, de manera que los resultados entregados presenten uniformidad en cuanto a las órdenes de magnitud en los distintos expedientes y puedan ser objeto de análisis espacio temporal.





## Análisis particular parámetros de interés

**Figura 7. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lóticos de la Subzona Hidrográfica del río Sogamoso**



Fuente: ANLA, 2025.

Con respecto a los compuestos relacionados con hidrocarburos, en la anterior figura se observa que estos oscilan en concentraciones entre 0,2 y 1,82 mg/l y las grasas y aceites en concentraciones de 0,2 mg/l y 1,57 mg/l. Con respecto al objetivo de calidad, dado que este se expone en términos de *ausente*, es posible que frente a algunos límites de cuantificación se cumpla, no obstante, el rango permite inferir que el compuesto se encuentra presente, y en ese orden, los cuerpos de agua analizados no cumplen el objetivo de calidad. Pese a esta variación, las concentraciones de los compuestos BTEX se presenta relativamente constante 0,0025 mg/l a 0,1 mg/l y de los fenoles igualmente, de 0,1 mg/l.

La DBO<sub>5</sub> evidencia bajas concentraciones con respecto a la DQO, este parámetro oscila entre 3,0 mg/l y 7,75 mg/l, el promedio de 4,35 mg/l, inferior al objetivo de calidad de 20,0 mg/l.

Por su parte la DQO, presenta una variación entre 5,0 mg/l y 53,40 mg/l. En general se considera que estos cuerpos de agua presentan principalmente una carga inorgánica, en consideración de la relación oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub> y DQO. Sin embargo, se evidencian grandes concentraciones de coliformes totales, identificando registros cuyo promedio es 6436,23 NMP/100ml y un máximo de 46110,00 NMP/100 ml.



## Análisis general de cuerpos de agua lénticos

El análisis de cuerpos de agua lénticos de la subzona comprende las ciénagas, pantanos y lagos que se localizan alrededor del río Sogamoso y sus tributarios, a continuación, se nombran los principales:

Ciénaga El Llanito, ciénaga San Silvestre, ciénaga El Zarzal, ciénaga Guadalito, ciénaga Llanito, laguna El Tigre.

## Análisis general

**Tabla 11. Valores estadísticos y comparación con criterios de calidad en los cuerpos de agua lénticos de la subzona hidrográfica del río Sogamoso**

Parámetro	No de datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación Estándar	Objetivo de calidad
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	120	0,0645	0,0005	0,1000	0,0439	
Coliformes Totales en NMP/100ml	119	1857,260	1,000	11690,000	2829,960	
Conductividad en µS/cm	149	94,720	22,000	240,000	58,600	
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	126	4,200	2,000	7,740	1,220	≤20
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	117	18,240	5,000	39,90	9,180	
Fenoles en mg/l	111	0,100	0,100	0,100	0,000	
Fosforo Total en mg/l	7	0,050	0,050	0,050	0,000	
Grasas y Aceites en mg/l	118	0,620	0,200	1,510	0,320	Ausente
Hidrocarburos Totales en mg/l	100	0,370	0,200	1,910	0,320	
Nitratos en mg/l	143	0,690	0,010	2,260	0,620	
Nitritos en mg/l	133	0,010	0,000	0,030	0,010	
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	75	1,000	1,000	1,000	0,000	
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/l	4	2,920	0,500	5,610	2,790	
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	1	0,500	0,500	0,500	-	
Oxígeno Disuelto en mg/l	183	4,830	0,320	8,040	1,620	≥2,0
Solidos sedimentables en mg/l	100	0,100	0,100	0,100	0,000	<200
Solidos suspendidos totales en mg/l	119	19,710	1,000	70,500	15,800	<200
Turbidez en NTU	40	37,660	1,660	110,000	29,840	
Arsénico en mg/l	130	0,002	0,001	0,003	0,0010	
Bario en mg/l	132	0,351	0,005	1,000	0,280	N/A
Cadmio en mg/l	106	0,0004	0,0003	0,001	0,0001	N/A
Hierro en mg/l	134	1,473	0,100	4,560	0,840	N/A
Mercurio en mg/l*	111	0,001	0,001	0,001	0,000	N/A
Plomo en mg/l	122	0,002	0,001	0,006	0,001	N/A
Valor de pH	186	6,915	4,960	8,810	0,805	4,5 – 9,0*



\*Valor de referencia tomado del Artículo Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015

**Fuente:** ANLA, 2025.

En cuerpos de agua lénticos, las conductividades alcanzan 94,72  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y presenta variaciones de 22  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 240  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual podría reflejar las variaciones estacionales de los aportes a ciénagas, pantanos y lagos.

Los aportes en sólidos suspendidos totales se asemejan al comportamiento de los cuerpos de agua lóticos, estos varían de 1,0 mg/l a 70,50 mg/l en SST, y constantes en 0,10 mg/l para SSED; los valores de turbidez también presentan variaciones amplias, de 1,66 mg/l a 110 mg/l. Los valores de SSED cumplen el objetivo de calidad de 200 mg/l.

Por su parte, el oxígeno disuelto evidencia un comportamiento que en promedio cumple con los criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 de 2015 con una concentración promedio de 5,26 mg/l, siendo este superior al citado valor de referencia de 4,0 mg/l, y al objetivo de calidad de 2,0 mg/l establecido por la Corporación. Sin embargo, se observan concentraciones mínimas de 0,32 mg/l.

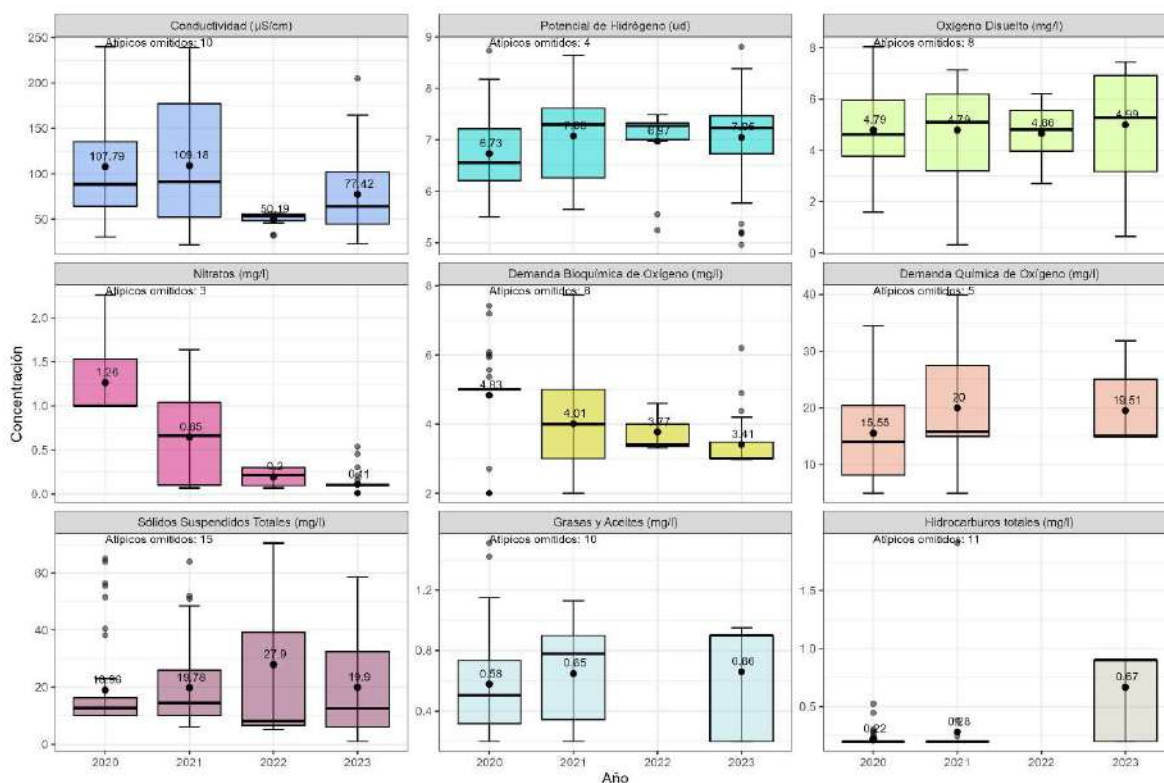
A su vez, los valores de pH indican una clasificación alcalina similar a los cuerpos de agua lóticos (4,96 und a 8,81 und), y se encuentra dentro de los valores de referencia de los criterios de calidad del Decreto 1076 de 2015 para preservación de flora y fauna.

En cuanto a metales, al igual que para los cuerpos lóticos, el Arsénico, el Bario, el Plomo y el Cadmio reportaron concentraciones por debajo del límite de detección en su mayoría, mientras que el Hierro presentó valores superiores en la mayoría de los casos, con una amplia variación, aunque manteniéndose por debajo del límite de referencia establecido en el Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola (mg/l). Es importante resaltar que se identificaron atípicos en estos parámetros, que obedecen principalmente a los límites de detección, que se encuentran por encima de otros resultados inclusive en varias órdenes de magnitud. Por lo anterior, es importante emplear límites bajos, de manera que los resultados entregados sean comparables en los distintos expedientes y puedan ser objeto de análisis espacio temporal.



## Análisis de parámetros relevantes

**Figura 8. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lénticos de la subzona hidrográfica del río Sogamoso**



Fuente: ANLA, 2025.

Con respecto a los compuestos relacionados con hidrocarburos, se observa que estos oscilan en concentraciones entre 0,2 y 1,91 mg/l, las grasas y aceites en concentraciones de 0,2 mg/l y 1,57 mg/l, es una variación estadística significativa, no obstante, no se evidencian objetivos de calidad frente a los cuales pueda realizarse la comparación. Los compuestos BTEX se presentan en concentraciones constantes de 0,0005 mg/l a 0,1 mg/l y los fenoles en concentraciones constantes de 0,1 mg/l.

La DBO<sub>5</sub> evidencia se presenta en bajas concentraciones con respecto a la DQO, este parámetro oscila entre 2,0 mg/l y 7,74 mg/l. Por su parte la DQO, presenta una variación entre 5,0 mg/l y 39,90 mg/l, siendo esta inferior en comparación a las concentraciones en cuerpos de agua lóticos.

En general se considera que estos cuerpos de agua presentan una baja carga inorgánica, dado el comportamiento del oxígeno disuelto, y la relación DBO<sub>5</sub> y DQO. Sin embargo, se evidencian grandes concentraciones de coliformes totales, identificando registros cuyo promedio es 1857,26 NMP/100ml y un máximo de 11690,00 NMP/100 ml.



### Subzona Hidrográfica del río Opón

La subzona hidrográfica del río Opón se localiza en los municipios de Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, El Carmen de Chucurí, Cimaquita, Santa Helena de Opón, Vélez, Landazuri y Puerto Parra.

El río Opón cuenta con objetivos de calidad establecidos mediante Acuerdo No. 068 – 2007 por la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).

#### Análisis general en cuerpos de agua lóticos

Los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Opón, que hacen parte del análisis son los siguientes:

Tramo del río Magdalena en la desembocadura del río Opón, caños conexos del complejo de humedales Juan Esteban, río cascajales, río Oponcito, caño Las Lajas, río Colorada, río La Llana, caño Tenarife, caño La Cira, caño Vara Santa y quebrada Yariguies.

**Tabla 12. Valores estadísticos y comparación con criterios de calidad en los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Opón**

Parámetros	No. De datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivos de calidad
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/ L	157	0,070	0,000	0,100	0,040	
Coliformes Totales en NMP/100ml	230	8132,870	0,000	74800,000	16183,100	
Conductividad en µS/cm	261	164,550	10,900	367,000	77,980	
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	231	4,090	2,000	7,900	1,160	≤5
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	209	18,140	5,000	39,900	8,130	
Fenoles en mg/l	240	0,070	0,000	0,160	0,040	
Fosforo Total en mg/l	25	0,140	0,050	0,410	0,110	
Grasas y Aceites en mg/l	201	0,880	0,200	2,040	0,390	Ausentes
Hidrocarburos Totales en mg/l	201	0,720	0,200	1,450	0,430	
Nitratos en mg/l	299	0,720	0,010	2,260	0,580	
Nitritos en mg/l	259	0,020	0,000	0,040	0,010	
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	85	1,000	1,000	1,000	0,000	
Nitrógeno Total en mg/l	8	4,190	1,040	9,790	3,400	
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	16	4,180	0,900	5,600	1,500	
Oxígeno Disuelto en mg/l	290	5,680	0,490	12,030	2,380	≥5
Sólidos sedimentables en mg/l	186	0,350	0,100	1,500	0,38	<200
Sólidos suspendidos totales en mg/l	229	158,870	2,000	744,000	194,960	<200





Parámetros	No. De datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivos de calidad
Turbidez en NTU	132	97,700	0,050	621,000	137,120	
Arsénico en mg/l	244	0,002	0,001	0,006	0,001	NA
Bario en mg/l	252	0,366	0,002	1,000	0,278	NA
Cadmio en mg/l	249	0,004	0,00025	0,015	0,004	NA
Hierro en mg/l	250	2,650	0,040	10,200	2,291	NA
Mercurio en mg/l	224	0,001	0,001	0,001	0,000	NA
Plomo en mg/l	252	0,025	0,001	0,100	0,037	NA
Valor de pH	328	7,430	6,070	8,720	0,530	4,5 – 9,0

\*Valor de referencia tomado del Artículo Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015

Fuente: ANLA, 2025.

Con relación al monitoreo de calidad de agua para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se observa que la conductividad eléctrica en los cuerpos de agua lóticos es de un valor promedio de (164,55  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y es inferior en comparación con los cuerpos de agua lénticos (203,77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

En los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Opón, las conductividades alcanzan 367  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual dista del valor mínimo registrado de 10,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los valores de pH indican oscilaciones entre 6,07 und y 8,72 und, es decir un pH que tiende a la clasificación alcalina que se encuentra dentro de los valores de referencia de los criterios de calidad del Decreto 1076 de 2015 para preservación de flora y fauna.

Por su parte, el oxígeno disuelto evidencia un comportamiento que en promedio cumple con los criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 de 2015 (4,0 mg/l) y los objetivos de calidad del río Sogamoso (5,0 mg/l), con una concentración promedio de 5,63 mg/l; sin embargo, el oxígeno disuelto registra algunas concentraciones mínimas de 0,49 mg/l.

Sobre los sólidos suspendidos totales, se observa un promedio de 158,87 mg/l, siendo este valor inferior al objetivo de calidad de la CAS de 200 mg/l, sin embargo, se evidencian registros superiores que alcanzan los 744 mg/l, y en ese orden, algunos registros no cumplen con lo establecido por la Corporación. Los sólidos sedimentables oscilan en un rango de 0,10 mg/l y 1,50 mg/l, siendo el promedio 0,35 mg/l.

Respecto al Arsénico, el Bario, el Cadmio, el Mercurio y el Plomo, similar a las demás subzonas hidrográficas, mostraron en su mayoría, valores por debajo de los límites de detección, por su parte, el Hierro presentó más altas concentraciones y una amplia variación, alcanzando hasta 10,200 mg/l. Respecto al valor de referencia establecido mediante el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015 (5,0 mg/l), se evidenciaron concentraciones superiores en 26 muestras de los

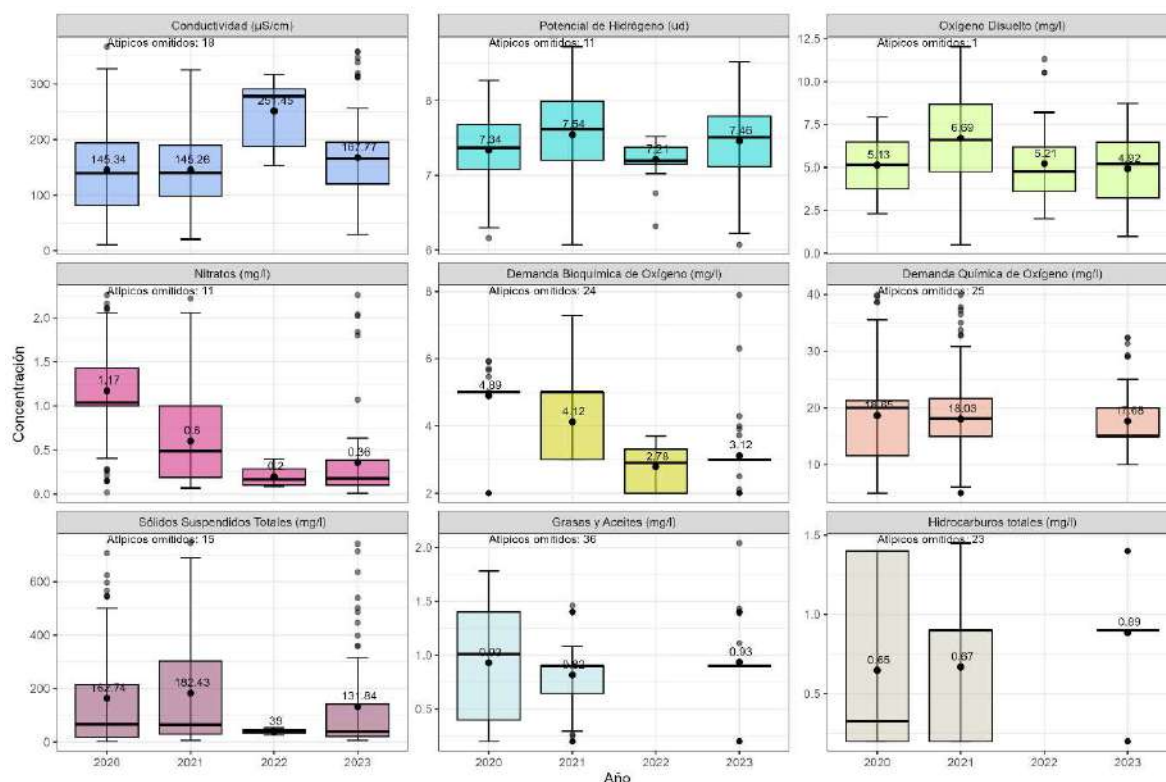




monitoreos adelantados para el expediente LAM2249, en el periodo 2020 – 2023. Es importante que se lleve a cabo el seguimiento a los monitoreos adelantados posteriormente, con el fin de determinar si esta condición persiste y evaluar la necesidad de implementar medidas adicionales, teniendo en cuenta las condiciones particulares del proyecto y el entorno.

### Análisis particular parámetros de interés

**Figura 9. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lóticos de la subzona hidrográfica del río Opón**



Fuente: ANLA, 2025.

Con respecto a los compuestos relacionados con hidrocarburos, en la anterior figura se observa que estos oscilan en concentraciones entre 0,2 y 1,45 mg/l y las grasas y aceites en concentraciones de 0,2 mg/l y 1,45 mg/l, y un promedio de 0,72 mg/l. Con respecto al objetivo de calidad de grasas y aceites, dado que este se expone en términos de *ausente*, es posible que frente a algunos límites de cuantificación se cumpla, no obstante, el rango permite inferir que el compuesto se encuentra presente, y en ese orden, los cuerpos de agua analizados no cumplen el objetivo de calidad. Pese a esta variación, las concentraciones de los compuestos BTEX se presenta relativamente constante 0,00025 mg/l a 0,1 mg/l y de los fenoles, con un promedio de concentraciones de 0,1 mg/l.





La DBO<sub>5</sub> evidencia bajas concentraciones con respecto a la DQO, este parámetro oscila entre 2,0 mg/l y 7,90 mg/l, el promedio de 4,09 mg/l es inferior al objetivo de calidad de 5,0 mg/l, pero algunos valores como el valor máximo se registran por encima del valor de referencia.

Por su parte la DQO, presenta una variación entre 5,0 mg/l y 39,90 mg/l. En general se considera que estos cuerpos de agua presentan principalmente una carga inorgánica, en consideración de la relación oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub> y DQO. Sin embargo, se evidencian grandes concentraciones de coliformes totales, identificando registros cuyo promedio es 8132,87 NMP/100ml y un máximo de 74800,00 NMP/100 ml.

### Análisis general de cuerpos de agua lénticos

El análisis de cuerpos de agua lénticos de la subzona comprende la ciénaga Palotal, algunos cuerpos de agua del complejo de humedales Juan Esteban y la ciénaga La Cira.

**Tabla 13. Valores estadísticos y comparación con criterios de calidad en los cuerpos de agua lénticos de la subzona hidrográfica del río Opón**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	24	0,100	0,100	0,100	0,000	
Coliformes Totales en NMP/100ml	56	4124,114	0,000	49000,000	8356,713	
Conductividad en µS/cm	91	203,770	16,000	438,000	123,980	
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	63	5,480	2,000	18,800	3,660	≤5
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	50	21,550	5,000	48,000	9,810	
Fenoles en mg/l	46	0,100	0,100	0,100	0,000	
Fosforo Total en mg/l	21	0,290	0,080	0,640	0,200	
Grasas y Aceites en mg/l	63	4,290	0,200	10,000	4,460	Ausentes
Hidrocarburos Totales en mg/l	67	4,610	0,200	10,000	4,670	
Nitratos en mg/l	78	0,720	0,010	2,710	0,660	
Nitritos en mg/l	70	0,010	0,000	0,030	0,010	
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	30	0,990	0,890	1,050	0,030	
Nitrógeno Total en mg/l	8	6,030	2,700	10,300	2,910	
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	7	6,400	5,000	8,700	1,470	
Oxígeno Disuelto en mg/l	105	4,500	0,820	9,910	2,400	≥5
Sólidos sedimentables en mg/l	40	0,100	0,100	0,100	0,000	<200
Sólidos suspendidos totales en mg/l	65	34,040	5,000	98,000	19,230	<200
Turbidez en NTU	36	28,920	0,300	84,900	23,800	
Arsénico en mg/l	59	0,003	0,001	0,005	0,001	NA
Bario en mg/l	64	0,294	0,002	1,000	0,274	NA
Cadmio en mg/l	63	0,003	0,00025	0,010	0,004	NA



Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
Hierro en mg/l	65	1,583	0,093	9,451	1,811	NA
Mercurio en mg/l	42	0,001	0,001	0,001	0,000	NA
Plomo en mg/l	64	0,020	0,001	0,100	0,034	NA
Valor de pH	118	7,470	5,540	9,230	0,840	4,5 – 9,0*

\*Valor de referencia tomado del Artículo Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015

Fuente: ANLA, 2025.

Con relación al monitoreo de calidad de agua para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las ciénagas y humedales que cuentan con monitoreo del río Opón, se observa que la conductividad eléctrica en los cuerpos de agua lóticos es de un valor promedio de 203,77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con mínimos de 16  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y máximos de 438  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ahora bien, no es usual que los cuerpos de agua lénticos tengan conductividades superiores a los cuerpos de agua lóticos. Estos promedios presentan una tendencia creciente desde 2020 a 2023.

Por su parte, los valores de pH oscilan entre 5,54 und y 9,23 und, es decir un pH que tiende a la clasificación alcalina y que en algunos registros sobrepasa los valores de referencia de los criterios de calidad del Decreto 1076 de 2015 para preservación de flora y fauna. Las altas conductividades en presencia de pH alcalino sugieren la presencia de aniones mayoritarios como bicarbonatos, carbonatos, sulfatos o cloruros. En ese orden se recomienda a la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales realizar especial observación sobre estos parámetros.

De otra parte, el oxígeno disuelto evidencia un comportamiento que en promedio cumple con los criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 de 2015 (4,0 mg/l), más no cumple con los objetivos de calidad del río Opón (5,0 mg/l), con una concentración promedio de 4,50 mg/l. Adicionalmente, el oxígeno disuelto registra algunas concentraciones mínimas de 0,82 mg/l.

Sobre los sólidos suspendidos totales, se observa un promedio de 98,0 mg/l, siendo este valor inferior al objetivo de calidad de la CAS de 200 mg/l. Los sólidos sedimentables se presentan constantes en un valor de 0,10 mg/l.

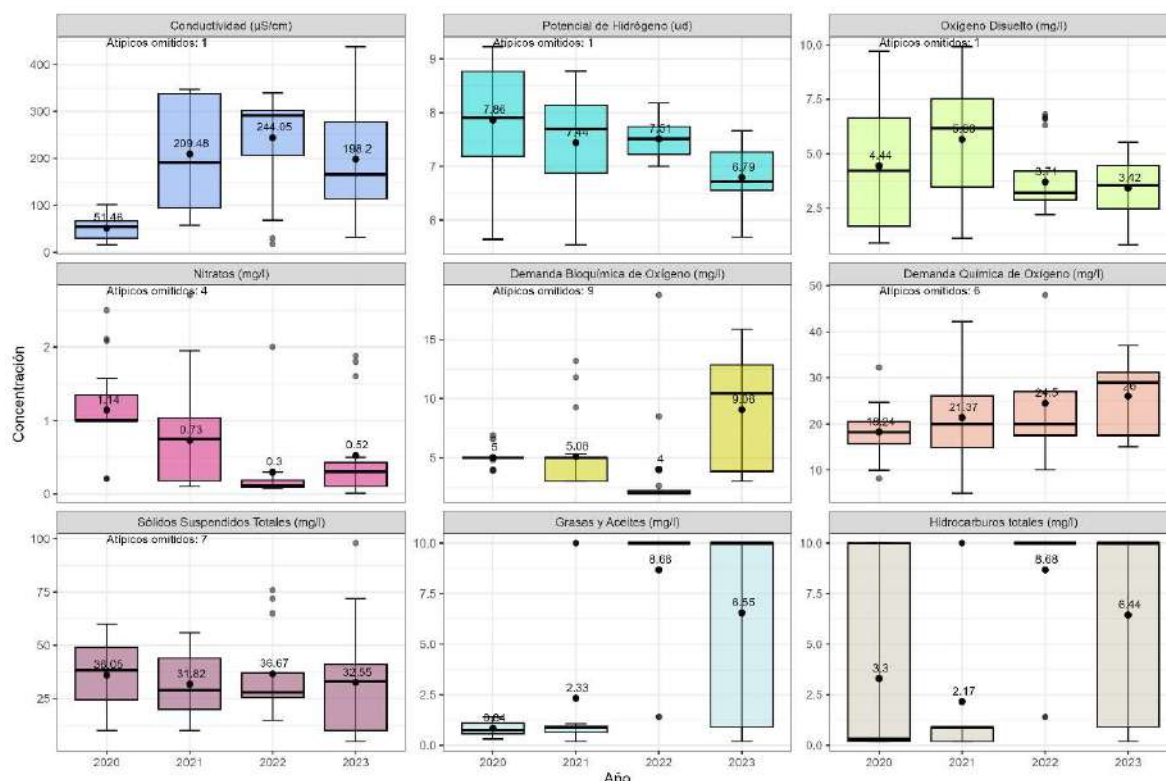
Similar a los cuerpos lóticos, para los cuerpos de agua lénticos, los metales (Arsénico, Bario, Cadmio, Mercurio y el Plomo), presentaron, en general, valores por debajo o muy cercanos al límite de detección empleado, aunque este varió entre muestras. Respecto al Hierro, este presentó fluctuaciones, alcanzando hasta 9,451 mg/l, superior al valor de referencia establecido mediante el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015 (5,0 mg/l), no obstante, en cuanto al periodo de análisis, estos resultados se registraron únicamente en 3 muestras en el año 2023, por lo que se consideran puntuales y



que no reflejan el comportamiento espacio temporal del parámetro. No obstante, teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los cuerpos lóticos en la subzona hidrográfica, se considera importante continuar realizando los monitoreos.

### Análisis particular parámetros de interés

**Figura 10. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos léticos de la subzona hidrográfica del río Opón**



Fuente: ANLA, 2025.

Con respecto a los compuestos relacionados con hidrocarburos, se observa que estos oscilan en concentraciones entre 0,2 y 1,91 mg/l, las grasas y aceites en concentraciones de 0,20 mg/l y 1,51 mg/l y un promedio de 0,62 mg/l. Ahora bien, las concentraciones asociadas a los compuestos de hidrocarburos se identifican como inferiores a las evidenciadas en los cuerpos de agua lóticos, no obstante, el objetivo de calidad de grasas y aceites fue denominado como *ausente*, y en ese orden es posible que frente a algunos límites de cuantificación se cumpla, no obstante, el rango permite inferir que el compuesto se encuentra presente, es decir, los cuerpos de agua analizados no cumplen el objetivo de calidad.

La DBO<sub>5</sub> y la DQO se presentan en concentraciones similares. La DBO<sub>5</sub> tuvo como resultado un rango de 2,0 mg/l y 18,80 mg/l, presentando una concentración muy superior al objetivo





de calidad de 5,0 mg/l, inclusive la concentración promedio también supera el objetivo de calidad, siendo 5,48 mg/l. La DQO presenta rangos de 5,0 mg/l a 48,0 mg/l.

En general se considera que estos cuerpos de agua lénticos presentan una carga orgánica e inorgánica mayor a los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Opón. También se evidencian grandes concentraciones de coliformes totales, identificando registros cuyo promedio es 4124,11 NMP/100ml y registros máximos de 49000,00 NMP/100 ml.

Los cuerpos lóticos del Río Opón presentan una carga de metales pesados notablemente alta, especialmente en Hierro.

### *Subzona Hidrográfica del río Cimitarra*

La subzona hidrográfica del río Cimitarra se localiza en los municipios de Yondó, Remedios y Segovia del departamento de Antioquia, y Cantagallo y San Pablo del departamento de Bolívar.

#### **Análisis general de agua lóticos**

Los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Cimitarra, que hacen parte del análisis son los siguientes: Caño Colector, caño Las Cruces, río Cimitarra previo a la desembocadura del río Magdalena.

**Tabla 14. Valores estadísticos y comparación con criterios de calidad en los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Cimitarra**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	17	0,100	0,100	0,100	0,000	
Coliformes Totales en NMP/100ml	41	43956,980	135,000	198630,000	51652,220	
Conductividad en µS/cm	45	138,450	13,660	380,000	83,700	
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	37	5,250	3,000	10,140	1,790	
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	47	31,530	5,000	76,300	22,720	
Fenoles en mg/l	37	0,100	0,100	0,100	0,000	
Fosforo Total en mg/l	45	0,370	0,050	1,050	0,340	
Grasas y Aceites en mg/l	40	0,570	0,200	1,810	0,420	
Hidrocarburos Totales en mg/l	53	0,310	0,000	0,900	0,290	
Nitratos en mg/l	43	0,990	0,120	2,160	0,460	
Nitritos en mg/l	39	0,020	0,010	0,020	0,000	





Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	20	1,000	1,000	1,000	0,000	
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/l	8	3,000	3,000	3,000	0,000	
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	24	3,000	3,000	3,000	0,000	
Oxígeno Disuelto en mg/l	47	5,160	0,740	7,63	1,72	>5
Sólidos sedimentables en mg/l	43	0,570	0,100	1,900	0,570	
Sólidos suspendidos totales en mg/l	47	298,120	6,000	1200,000	329,330	
Turbidez en NTU	46	270,930	5,140	999,000	294,990	
Arsénico en mg/l	52	0,003	0,001	0,005	0,001	NA
Bario en mg/l	57	0,362	0,018	1,040	0,208	NA
Cadmio en mg/l	56	0,001	0,000	0,003	0,001	NA
Hierro en mg/l	25	3,816	0,531	10,100	2,357	NA
Mercurio en mg/l	46	0,001	0,001	0,001	0,000	NA
Plomo en mg/l	41	0,002	0,001	0,004	0,001	NA
Valor de pH	48	7,150	5,550	8,290	0,700	4,5 – 9,0*

\*Valor de referencia tomado del Artículo Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015

Fuente: ANLA, 2025.

Con relación al monitoreo de calidad de agua para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se observa que la conductividad eléctrica en los cuerpos de agua lóticos es de un valor promedio de (138,45  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y es superior en comparación con los cuerpos de agua lénticos (97,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

En los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Cimitarra, las conductividades alcanzan 380  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual dista del valor mínimo registrado de 13,66  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los valores de pH indican oscilaciones entre 5,55 und y 8,29 und, es decir un pH que tiende a la clasificación alcalina y que se encuentra dentro de los valores de referencia de los criterios de calidad del Decreto 1076 de 2015 para preservación de flora y fauna.

Por su parte, el oxígeno disuelto evidencia un comportamiento que en promedio cumple con los criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 de 2015 (4,0 mg/l) y los objetivos de calidad del río Sogamoso (5,0 mg/l), con una concentración promedio de 5,19 mg/l; sin embargo, el oxígeno disuelto registra algunas concentraciones mínimas de 0,74 mg/l.

Sobre los sólidos suspendidos totales, se observa un promedio de 298,93 mg/l; los registros de este parámetro se evidencian entre 6,0 mg/l y 1200 mg/l. Los sólidos sedimentables oscilan en un rango de 0,10 mg/l y 1,90 mg/l, siendo el promedio 0,57 mg/l.

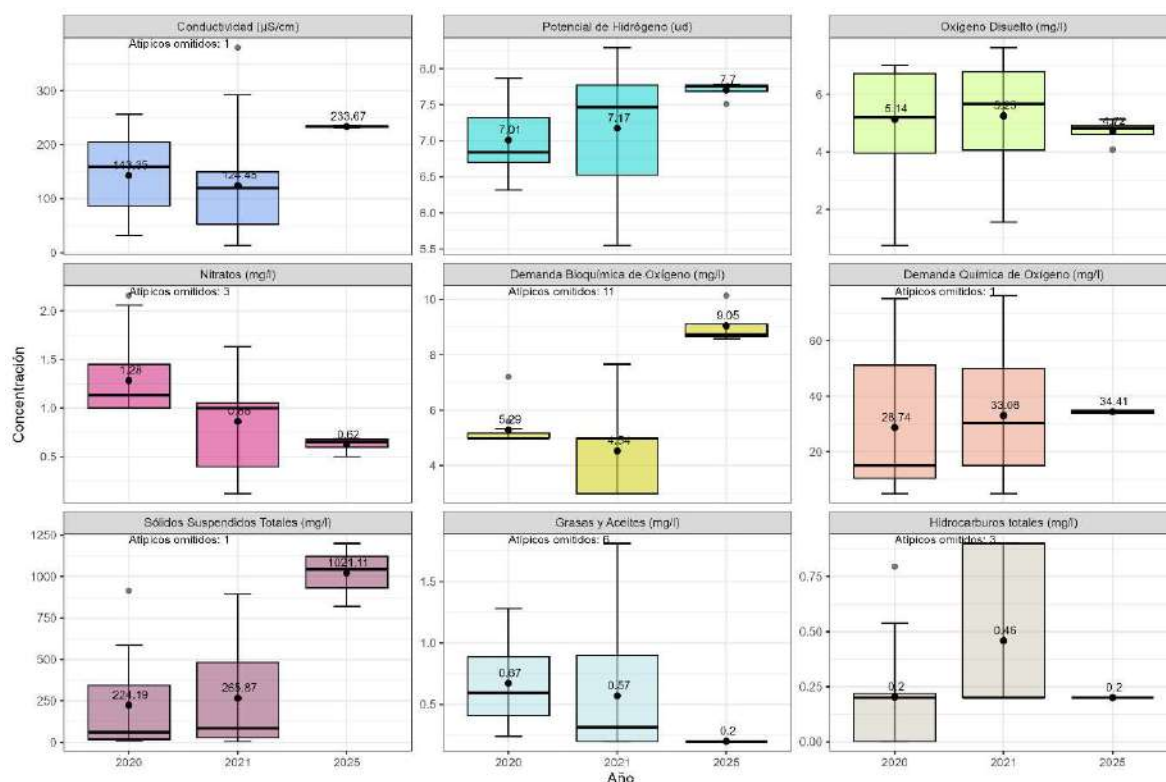




Respecto a los metales, el Arsénico, el Bario, el Cadmio, el Mercurio y el Plomo, exhibieron un comportamiento similar para las diferentes subzonas hidrográficas, con valores por debajo de los límites de detección principalmente, mientras que el Hierro con fluctuaciones notables, llegó a los 10,100 mg/l reportado para el punto MSP-LAM0855-0002 (expediente LAM0855) para el 2025, mediante el Portal de Recepción de Información, con lo cual se supera los 5 mg/l empleados como referencia en el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015. En total se encontraron 5 muestras con valores por encima de lo establecido en la norma, en los años 2020, 2021 y 2025. Por lo anterior, se considera relevante llevar a cabo la revisión de los datos reportados, con el fin de corroborar los valores y analizar las posibles causas, lo cual permitirá establecer si es necesario fortalecer las medidas empleadas en el marco del proyecto para garantizar la protección del recurso hídrico superficial.

### Análisis particular parámetros de interés

**Figura 11. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lóticos de la subzona hidrográfica del río Cimitarra**



Fuente: ANLA, 2025.

Con respecto a los compuestos relacionados con hidrocarburos, se observa que oscilan en concentraciones entre 0,2 y 1,45 mg/l, las grasas y aceites en concentraciones de 0,20 mg/l y 2,04 mg/l y un promedio de 0,88 mg/l.





La DBO<sub>5</sub> y la DQO se presentan en concentraciones similares. Por su parte, la DBO<sub>5</sub> tuvo como resultado un rango de 2,0 mg/l y 7,9 mg/l. La concentración DQO presenta rangos de 5,0 mg/l a 39,9 mg/l. También se evidencian grandes concentraciones de coliformes totales, identificando registros cuyo promedio es 50575,53 NMP/100ml y registros máximos de 399000,00 NMP/100 ml.

### Cuerpos de agua lénticos

El análisis de cuerpos de agua lénticos de la subzona comprende la ciénaga Palotal, algunos cuerpos de agua del complejo de humedales Juan Esteban y la ciénaga La Cira.

**Tabla 15. Valores estadísticos y comparación con criterios de calidad en los cuerpos de agua lénticos de la subzona hidrográfica del río Cimitarra**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Objetivo de calidad
BTEX de los compuestos orgánicos volátiles en µg/l	2	4,890	3,800	5,980	1,541	
Coliformes Totales en NMP/100ml	49	50575,530	11,000	399000,000	95888,090	
Conductividad en µS/cm	56	97,900	17,000	330,000	73,960	
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	51	5,540	3,000	10,280	2,240	
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	55	2323,000	5,000	57,450	11,530	
Fenoles en mg/l	44	0,100	0,100	0,100	0,000	
Fosforo Total en mg/l	52	0,120	0,050	0,460	0,100	
Grasas y Aceites en mg/l	55	0,750	0,200	2,300	0,520	
Hidrocarburos Totales en mg/l	56	0,430	0,200	0,900	0,300	
Nitratos en mg/l	58	0,530	0,020	2,160	0,580	
Nitritos en mg/l	47	0,020	0,010	0,020	0,000	
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	19	1,000	1,000	1,000	0,000	
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/l	2	300,000	300,000	300,000	0,000	
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	9	3,000	3,000	3,000	0,000	
Oxígeno Disuelto en mg/l	55	4,540	1,380	7,770	1,540	4,000
Sólidos sedimentables en mg/l	32	0,100	0,100	0,100	0,000	
Sólidos suspendidos totales en mg/l	55	12,680	4,000	36,000	7,130	
Turbidez en NTU	57	12,260	1,400	38,500	8,980	
Arsénico en mg/l	42	0,003	0,001	0,005	0,001	NA
Bario en mg/l	49	0,273	0,014	0,500	0,220	NA
Cadmio en mg/l	49	0,001	0,000	0,003	0,001	NA
Hierro en mg/l	12	1,443	0,161	3,200	0,000	
Mercurio en mg/l	36	0,001	0,001	0,001	0,000	NA
Plomo en mg/l	48	0,002	0,001	0,006	0,001	NA
Valor de pH	60	6,730	5,530	7,930	0,540	4,5 - 9,0*





\*Valor de referencia tomado del Artículo Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015

**Fuente:** ANLA, 2025.

Con relación al monitoreo de calidad de agua para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las ciénagas y humedales que cuentan con monitoreo de la subzona hidrográfica del río Cimitarra, se observa que la conductividad es de un valor promedio de 97,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con mínimos de 17  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y máximos de 330  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Por su parte, los valores de pH oscilan entre 5,53 und y 7,93 und, es decir un pH que tiende a la clasificación neutra a moderadamente alcalina y que en algunos registros sobrepasa los valores de referencia de los criterios de calidad del Decreto 1076 de 2015 para preservación de flora y fauna.

Por su parte, el oxígeno disuelto evidencia un comportamiento que en promedio cumple con los criterios de calidad para preservación de flora y fauna del Decreto 1076 de 2015 (4.0 mg/l), pero no en sus concentraciones mínimas, con un valor de 1,38 mg/l.

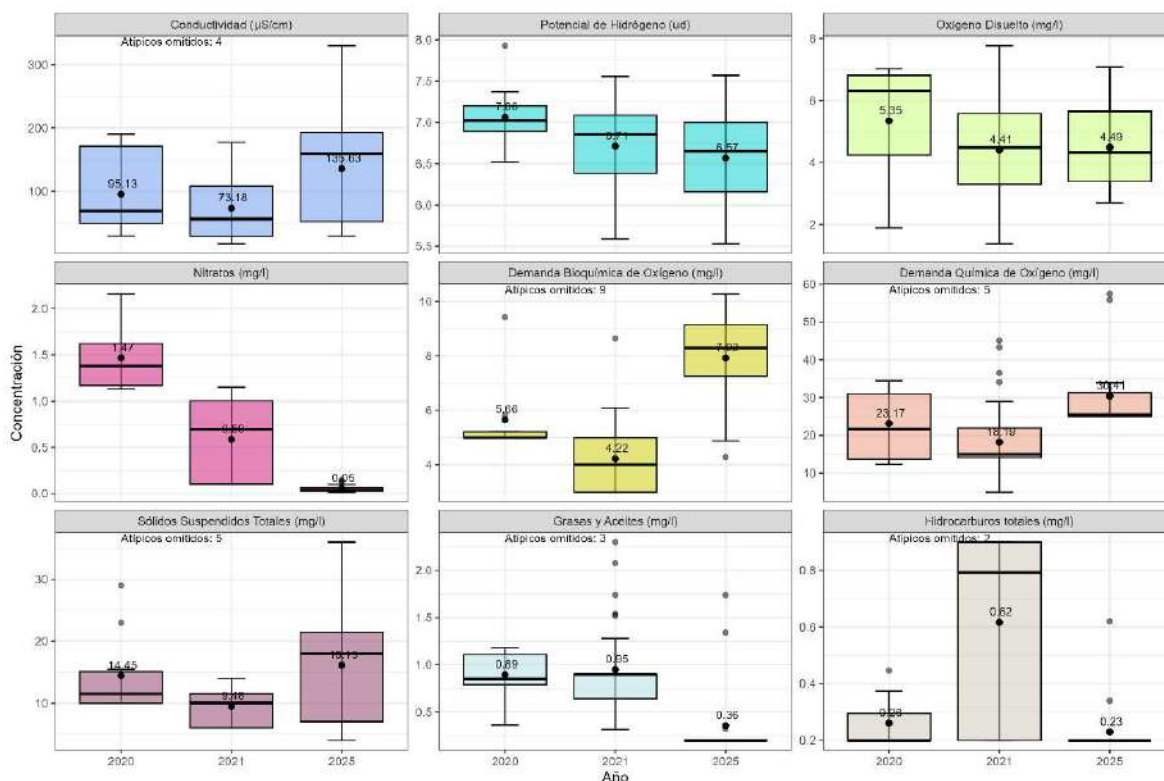
Sobre los sólidos suspendidos totales, se observa un promedio de 12,68 mg/l. Los sólidos sedimentables se presentan constantes en un valor de 0,10 mg/l.

Respecto a los metales, el Cadmio y el Mercurio se mantuvieron en todas las muestras por debajo de los límites de detección, en el caso del Arsénico, se presentó un comportamiento similar, con concentraciones iguales o muy cercanas a los límites de detección. Por su parte el Bario y el Hierro registraron las mayores concentraciones, destacándose el Hierro con fluctuaciones notables, pero manteniéndose por debajo de los 5 mg/l empleados como referencia en el Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015. En relación con los resultados encontrados para los cuerpos lóticos en la subzona hidrográfica del río Cimitarra, es importante mantener el seguimiento y monitoreo de los parámetros con el fin de establecer el comportamiento de estos en la interacción entre los diferentes tipos de cuerpos de agua, lo que permitirá, de ser necesario realizar alertas tempranas en caso de que se presenten niveles por fuera de los valores esperados.





**Figura 12. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lénticos de la subzona hidrográfica del río Cimitarra**



Fuente: ANLA, 2025.

Con respecto a los compuestos relacionados con hidrocarburos, se observa que estos oscilan en concentraciones entre 0.2 y 0.90 mg/l, las grasas y aceites en concentraciones de 0,20 mg/l y 2,30 mg/l y un promedio de 0,75 mg/l, siendo muy similares a las identificadas en los cuerpos de agua lóticos.

Por su parte, la DBO<sub>5</sub> tuvo como resultado un rango de 3,0 mg/l y 10,14 mg/l. La DQO presenta rangos de 5,0 mg/l a 76,0 mg/l; en ese orden, se identifica que la carga orgánica es mayor que la inorgánica. También se evidencian grandes concentraciones de coliformes totales, identificando registros cuyo promedio es 43956,98 NMP/100ml y registros máximos de 198630.00 NMP/100 ml.

### *Subzona Hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare*

En la subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare, se encuentran 3 proyectos involucrados con la estrategia de monitoreo, correspondientes a los expedientes LAM0332, LAM0232 y LAM1801.



El expediente LAM0332, del proyecto Campo de Producción Velásquez cuyo titular es Mansarovar Energy Colombia Ltd. Se tienen establecidos en el PMA monitoreos de calidad de agua realizados en aguas superficiales como parte del seguimiento a los Impactos No Resueltos, resultado de operaciones antiguas sobre este campo de explotación. Es así como el titular realiza muestreo en diferentes puntos localizados sobre la Ciénaga Palagua, Caño Palagua y Caño Agualinda, así como en el Caño Pavas, Caño Sacamujeres, Caño NN1 y Bajos inundables en predios localizados en la zona del proyecto, para un total 30 puntos en cuerpos de agua lénticos y en 7 cuerpos lóticos.

Respecto al expediente LAM0232, Campo de Producción Palagua, del titular Ecopetrol S.A. La Sociedad no efectúa vertimientos a fuentes de agua siendo manejadas por un tercero autorizado y para la red de monitoreo la Sociedad reporta puntos en los siguientes cuerpos de agua: Caño El Tambo, Río Ermitaño, Caño Palagua, Caño Agualinda, Ciénaga de Palagua y en cuerpos de agua lénticos en predios localizados en la zona del proyecto.

Finalmente, el expediente LAM1801, Adecuación de la Estación Vasconia y Oleoducto Vasconia-CIB, del titular CENIT Transporte y Logístico de Hidrocarburos S.A.S., cuenta con permiso de vertimiento de aguas residuales industriales al Caño Agualinda, con tratamiento previo. Adicionalmente, como parte de las medidas de seguimiento cuenta con obligaciones de monitoreo en el Caño Palagua y Caño NN 1.

En estos expedientes se establecieron obligaciones de monitoreo teniendo en cuenta las características específicas de cada proyecto, en estas obligaciones se incluyó el reporte mediante el Portal de Recepción de Información ÁGIL, no obstante, a la fecha de corte, únicamente el expediente LAM0232 reportó información para el 2025, mientras que el expediente LAM0332, pese a haber reportado los monitoreos mediante el portal ÁGIL, asoció de manera inadecuada el expediente (indicando un expediente diferente), lo que dificultó la identificación y revisión de información.

### Cuerpos de agua lóticos

**Tabla 16. Valores estadísticos y cumplimiento de los objetivos de calidad en los cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6. Criterios de calidad para uso pecuario
Arsénico en mg/l	69	0,004	0,003	0,005	0,001	0,1	0,1



Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6. Criterios de calidad para uso pecuario
Bario en mg/l	79	0,337	0,060	1,040	0,243	NA	NA
Cadmio en mg/l	81	0,006	0,000	0,010	0,005	0,01	0,05
Coliformes Totales en NMP/100ml	129	6068,153	0,002	35000,000	7812,761	5000	NA
Conductividad en $\mu$ S/cm	132	92,617	0,002	221,000	39,559	NA	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	116	4,135	0,002	12,600	2,191	NA	NA
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	134	53,821	5,000	156,000	37,483	NA	NA
Fenoles en mg/l*	48	0,002	0,002	0,002	0,000	NA	NA
Fósforo Total en mg/l	79	0,423	0,050	1,230	0,282	NA	NA
Grasas y Aceites en mg/l	88	0,991	0,200	2,550	0,565	NA	NA
Hidrocarburos Totales en mg/l	86	0,886	0,200	1,860	0,574	NA	NA
Hierro en mg/l	94	2,424	0,200	8,300	2,095	5	NA
Mercurio en mg/l	66	0,001	0,001	0,001	0,000	NA	0,01
Nitratos en mg/l	147	0,530	0,000	1,720	0,377	NA	100
Nitritos en mg/l	138	0,017	0,000	0,062	0,014	NA	10
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	131	0,757	0,000	1,140	0,340	NA	NA
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/l	59	1,220	0,500	2,390	0,474	NA	NA
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l*	19	3,000	3,000	3,000	0,000	NA	NA
Ortofosfatos en mg/l	33	0,130	0,070	0,350	0,072	NA	NA
Oxígeno Disuelto en mg/l	247	3,407	0,002	8,420	2,110	NA	NA
Plomo en mg/l	79	0,035	0,001	0,050	0,023	5	0,1
Sólidos sedimentables en mg/l	72	0,217	0,100	0,800	0,160	NA	NA
Sólidos suspendidos totales en mg/l	127	32,353	10,000	101,000	23,515	NA	NA
Temperatura en °C	149	29,210	24,900	34,100	2,004	NA	NA
Turbidez en NTU	176	21,433	2,000	84,000	18,068	NA	NA
Valor de pH	142	6,706	5,500	7,890	0,476	4,5 - 9,0	NA

\*Hace referencia a registros que estuvieron debajo del límite de la técnica analítica empleada por el laboratorio, el cual es inferior al límite normativo (en los casos en que existe la restricción normativa), por ende, hubo cumplimiento de estos.

Fuente: ANLA, 2025.





## Análisis general de los cuerpos de agua lóticos

Los resultados de calidad del agua obtenidos para los cuerpos lóticos objeto de análisis en la subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare, muestran condiciones adecuadas en varios de los parámetros evaluados; sin embargo, algunos exceden los límites máximos permitidos establecidos en los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario (Artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6. del Decreto 1076 de 2015), o se encuentran en niveles críticos para la vida acuática. El parámetro más destacado corresponde a los Coliformes Totales, cuyo promedio (6068,153 NMP/100ml) es mayor al límite establecido (5000 NMP/100ml), mientras que el máximo (35000,000 NMP/100ml), reportado por el expediente LAM0232, en el punto LOT4 CÑO EL TAMBO AB en el segundo semestre de 2021, en temporada de lluvias) lo excede significativamente el máximo permitido. Las concentraciones encontradas están asociadas a manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas, así como de las actividades de cría de ganado, lo que resulta en la limitación del uso del recurso para actividades domésticas y agrícolas.

Así mismo, para el Oxígeno Disuelto, aunque no se cuentan con límites definidos en los criterios establecidos, el promedio de 3,407 mg/l y mínimo de 0,002 mg/l (valor reportado por el expediente LAM0232, en los puntos M1 DRENAJE y M2 DRENAJE en el segundo semestre de 2023) dan cuenta de condiciones críticas para la vida acuática al generar mortandad de organismos (Chapman, 1996). Lo anterior, es consistente con el límite inferior determinado para la preservación de la flora y fauna (4 mg/l, según el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 del 2015).

Por otro lado, los valores de DBO, con promedio de 4,135 mg/l y un máximo de 12,600 mg/l (reportado por el expediente LAM0232 en el punto LOT – 4, durante el primer semestre de 2023), en relación con la DQO, que reporta un promedio de 53,821 mg/l y un máximo de 156,000 mg/l (reportado por el expediente LAM0232 en los puntos M-4 CAÑO NN1 y M2 DRENAJE, durante el primer semestre de 2023), muestran procesos con incidencia de residuos de tipo inorgánico en estos cuerpos de agua, relacionados con actividades pecuarias que se desarrollan en la zona y pueden estar asociados a los bajos niveles de oxígeno disuelto reportados.

En cuanto al pH, con promedio de 6,706 y mínimo de 5,500 (Reportado por el expediente LAM0232, en el punto PMAE\_19-DRENM2-AAR en el segundo semestre de 2020), refleja un comportamiento neutro y da cumplimiento a los objetivos de calidad. Al respecto, es importante tener en cuenta que se presentaron atípicos por debajo de los 4,500 que da cuenta de una tendencia a la acidez en algunas muestras durante 2020 y 2021, que está asociado al aumento de la solubilidad y toxicidad de metales, afectando el equilibrio iónico y fisiológico de los organismos acuáticos (CCME, 1999), por el contrario, se registran atípicos por encima de los 10,000 el segundo semestre de 2022, el cual se relaciona con una alta concentración de carbonatos y sodio.



De otra parte, las concentraciones de Fósforo Total con promedio de 0,423 mg/l y máximo de 1,230 mg/l (Reportado por el expediente LAM0332, en el punto ASUP\_15, el segundo semestre de 2022) y ortofosfatos (promedio de 0,130 y máximo de 0,350 mg/l), muestran condiciones de eutrofia generalizada con (<0,02 mg/l y <0,014 mg/l respectivamente, según Roldán & Ramírez, 2008 y USEPA, 1987,); mientras, los compuestos de nitrógeno presentaron valores máximos < 2 mg/l inferiores a los valores asociados procesos de eutrofización (Vollenweider, 1968). En ambos casos (Nitratos y Nitritos), se dio cumplimiento a los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario.

En cuanto a las Grasas y Aceites y Fenoles, presentaron valores bajos y estables o por debajo de los límites de detección.

Finalmente, respecto a los Sólidos Suspendidos Totales, estos presentan un promedio de 32,353 mg/l, el cual, aunque no cuenta con límites establecidos, refleja en principalmente una buena calidad del agua, con bajo contenido de sólidos suspendidos que favorecen la conservación de comunidades acuáticas, no obstante, el máximo, con valor de 101,000 mg/l (Reportado por el expediente LAM0332, en el punto 1KMP\_PNT13\_HB en el segundo semestre de 2020), así como los atípicos, con valores muy superiores, están asociados a aguas de calidad aceptable a mala, dado que las altas concentraciones pueden generar efectos negativos sobre los organismos acuáticos al reducir la penetración de luz, alterar procesos fotosintéticos y generar condiciones de turbidez persistente (Allan & Castillo, 2007). Los atípicos estadísticos más altos se observaron en los puntos ASUP\_20 (5880 mg/l) y LOT - 5 (1302 mg/l) del expediente LAM0232, respectivamente, para los meses de noviembre de 2022 y octubre de 2023, por lo cual es importante llevar a cabo una revisión de los valores reportados teniendo en cuenta la importancia que reviste para determinar la calidad del agua.

Según la tabla anterior, se observan valores por encima de algunos límites en los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario en los parámetros: Coliformes Totales en promedio y mínimo. Adicionalmente, se observan valores destacados en los parámetros de Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, pH, Nitritos, Nitratos y Sólidos Suspendidos Totales.

En cuanto a metales, se presentan valores en general, por debajo de los límites de detección en Arsénico, Bario, Cadmio, Mercurio y Plomo, no obstante, acorde con los reportes, se emplearon diferentes límites de detección en las campañas de monitoreo, lo que afecta los análisis realizados. En cuanto a los valores de referencia del Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola y el Artículo 2.2.3.3.9.6. Criterios de calidad para uso pecuario, el Arsénico, el Cadmio y el Plomo mostraron concentraciones inferiores. Por su parte, el Hierro presentó una variación destacada en las concentraciones reportadas, con máximo superior al criterio de calidad, superando el valor de referencia del Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola en 11 muestreos reportados por el expediente LAM0232, para el periodo 2021 - 2023, posterior a lo cual se evidenció una disminución en las concentraciones

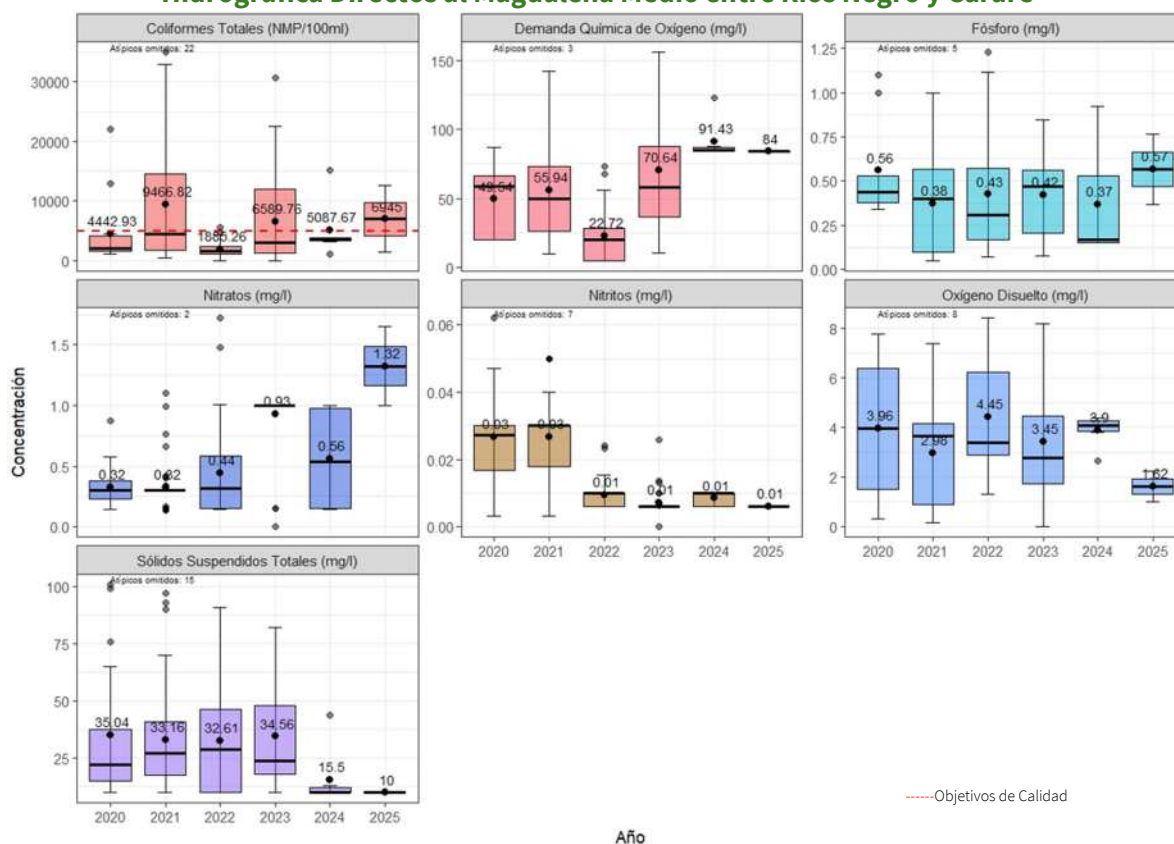


reportadas para este parámetro, lo que puede estar relacionado con el establecimiento de medidas para mejorar las condiciones de los cuerpos de agua, no obstante, es importante llevar a cabo el seguimiento en cada corriente, con el fin de determinar el comportamiento de este parámetro en cada cuerpo de agua monitoreado.

### Análisis particular parámetros de interés

A continuación, en la Figura 13 se presentan los gráficos de tendencia para los coliformes totales, DBO, DQO, Fósforo, Grasas y aceites, Nitratos, Nitritos, Oxígeno disuelto y Sólidos Suspendidos Totales, seleccionados considerando el comportamiento de estos e incumplimiento de límites establecidos según los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario.

**Figura 13. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lóticos de la Subzona Hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare**



Fuente: ANLA, 2025.

Los coliformes totales presentan un comportamiento fluctuante en el periodo de análisis, la mayor dispersión de datos, así como los niveles más altos se registran en 2021, seguidos de 2023, en los que se incumplieron en mediana, media y máximo, los máximos establecidos, por el contrario, los años 2020, 2022 y 2024 presentaron los mejores resultados, dando cumplimiento a los criterios de calidad con excepción de los atípicos, cuyo máximo se





registra en 2020 con valor de 31000000 NMP/100ml. Finalmente, en 2025, se observa un incremento respecto al año anterior, volviendo al incumplimiento en los límites establecidos. Es importante llevar a cabo la revisión de los datos reportados con el fin de corroborar los resultados de laboratorio ante concentraciones tan altas como las encontradas en 2020.

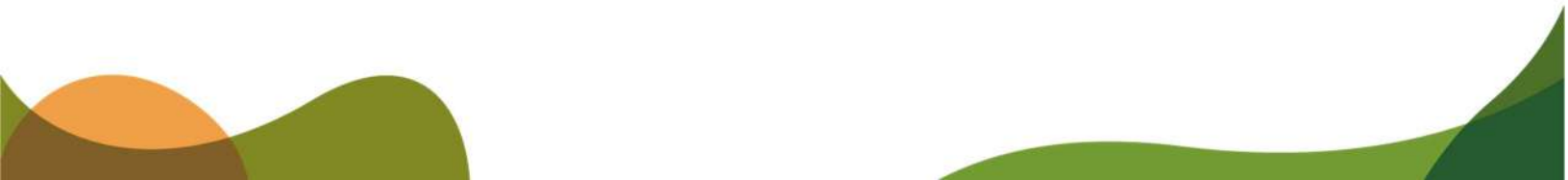
La Demanda Química de Oxígeno – DQO presenta una tendencia al incremento con las concentraciones más altas en 2021, inicialmente con una amplia dispersión de datos lo que puede estar relacionado con la variedad de cuerpos en los que realizaron los monitoreos durante el periodo 2020 - 2023, a partir del 2024 se observan datos menos dispersos aunque continúa la tendencia al aumento, lo que refleja una desmejora en la calidad del agua en términos de las cantidades de compuestos químicos oxidables en el agua.

Por el contrario, el Oxígeno Disuelto presenta concentraciones variadas en el periodo 2021 – 2023, con amplia variación de datos, aunque manteniéndose por debajo de los valores considerados aceptables para la vida acuática. En 2025 se presenta una disminución significativa, en la que la totalidad de los datos reportados se encuentran por debajo de los 2,5 mg/l, afectando la supervivencia de la vida acuática. Al respecto, es importante considerar que los reportes corresponden únicamente a los monitoreos reportados por el expediente LAM0232, para algunos puntos, por lo que no es posible establecer si este comportamiento es sistemático en los cuerpos de agua lóticos a los cuales se les realiza seguimiento.

El Fósforo Total mantiene su comportamiento en el tiempo, con variaciones en la media en el rango de los 0,370 mg/l a 0,570 mg/l, presentando mayor dispersión en el periodo 201 – 2024, encontrando los valores más altos, pero con menor dispersión en 2025. Respecto a los atípicos, se observan valores de 3,80mg/l en el punto CAÑO PALAGUA LOT5, según lo reportado por el expediente LAM0232 en marzo de 2021. Se resalta que, acorde con los resultados registrados, consistentemente se alcanzan y superan las concentraciones asociadas a eutrofia, lo que está asociado a un enriquecimiento trófico, que puede favorecer el deterioro de la calidad de los ecosistemas.

Por su parte los Nitritos y Nitratos presentan un comportamiento que, con base a la media, es opuesto. En particular, los Nitratos muestran estadísticos variados, con mayor dispersión en 2022 y 2024, sin embargo, con relación a la media se observa una tendencia al aumento, con los mayores promedios en 2025. Respecto a los atípicos, se observan valores de 3,000 mg/l en el punto A-20/088367, según lo reportado por el expediente LAM0232 en agosto de 2020, sin que, a la fecha de corte, se alcanzaran concentraciones similares. Por su parte, los Nitritos mostraron una tendencia a la disminución tanto en la media como en la dispersión de datos, mostrando una mejora en los últimos años.

Los Sólidos Suspendidos Totales se mantuvieron en concentraciones similares para el periodo 2020 - 2023, para luego disminuir significativamente en la ventana 2024 – 2025, con



una menor dispersión en los valores reportados, asociados a aguas de buena calidad, no obstante, se identificaron atípicos en el periodo 2020 - 2023, con valores de hasta 5880,00 mg/l, según lo reportado por el expediente LAM0332 para el punto ASUP\_20. El anterior comportamiento puede deberse al establecimiento de medidas para mejorar las condiciones de los cuerpos de agua, no obstante, es de suma importancia llevar a cabo una revisión por cuerpo de agua en cada expediente, con el fin de identificar las condiciones particulares de cada proyecto.

En términos generales, se evidencia para los cuerpos lóticos de la Subzona Hidrográfica de la Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare una disminución en la dispersión de los datos a partir de 2024, lo cual se asocia a la cantidad y diversidad de puntos empleados para los análisis, no obstante lo anterior, no se pueden desconocer los resultados de Oxígeno Disuelto, DQO y Sólidos Suspendidos Totales, principalmente, que dan cuenta de un estado crítico en los cuerpos de agua lóticos, por cuanto las condiciones evidenciadas muestran características negativas que dificultan la supervivencia de la vida acuática, por lo cual, evaluar la necesidad de implementar medidas adicionales en pos de la recuperación de la calidad del agua. Adicionalmente, es importante tener en cuenta que para los periodos más recientes (2025), solo se emplearon los datos reportados por el expediente LAM0232, luego, existe una restricción respecto a la información disponible de los cuerpos de agua.

### Cuerpos de agua lénticos

**Tabla 17. Valores estadísticos y cumplimiento de los objetivos de calidad en los cuerpos de agua lénticos de la subzona Hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare**

Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6. Criterios de calidad para uso pecuario
Arsénico en mg/l*	193	0,005	0,005	0,005	0,000	0,1	0,1
Bario en mg/l	312	0,250	0,050	1,000	0,230	NA	NA
Cadmio en mg/l*	246	0,010	0,010	0,010	0,000	0,01	0,05
Coliformes Totales en NMP/100ml	329	3539,667	0,000	20000,000	3721,116	5000	NA
Conductividad en $\mu$ S/cm	334	82,928	16,000	167,000	29,986	NA	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l	292	8,042	0,000	33,000	7,897	NA	NA
Demanda Química de Oxígeno en mg/l	307	52,318	0,000	168,000	32,823	NA	NA
Fenoles en mg/l	207	0,002	0,002	0,002	0,000	NA	NA
Fósforo Total en mg/l	278	0,304	0,000	0,930	0,192	NA	NA
Grasas y Aceites en mg/l	171	1,382	0,847	1,400	0,087	NA	NA



Parámetros	No Datos	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola	Artículo 2.2.3.3.9.6. Criterios de calidad para uso pecuario
Hidrocarburos Totales en mg/l*	193	1,400	1,400	1,400	0,000	NA	NA
Hierro en mg/l	290	1,302	0,000	3,780	0,843	5	NA
Mercurio en mg/l*	267	0,001	0,000	0,002	0,000	NA	0,01
Nitratos en mg/l	384	0,438	0,000	1,540	0,356	NA	100
Nitritos en mg/l	355	0,015	0,000	0,065	0,014	NA	10
Nitrógeno Amoniacal en mg/l	248	0,999	0,800	1,160	0,022	NA	NA
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/l	124	1,200	0,500	2,330	0,436	NA	NA
Nitrógeno Total Kjeldahl en mg/l	90	4,121	0,800	6,590	1,231	NA	NA
Ortofosfatos en mg/l	78	0,130	0,000	0,313	0,077	NA	NA
Oxígeno Disuelto en mg/l	896	3,903	2,160	5,730	0,526	NA	NA
Plomo en mg/l*	252	0,050	0,050	0,050	0,000	5	0,1
Sólidos sedimentables en mg/l	141	0,177	0,100	0,600	0,129	NA	NA
Sólidos suspendidos totales en mg/l	331	21,229	0,000	90,000	16,910	NA	NA
Temperatura en °C	447	30,822	24,600	37,000	2,376	NA	NA
Turbidez en NTU	319	12,739	0,000	45,400	9,548	NA	NA
Valor de pH	337	6,705	5,800	8,130	0,457	4,5 - 9,0	NA

\*Hace referencia a registros que estuvieron debajo del límite de la técnica analítica empleada por el laboratorio, el cual es inferior al límite normativo (en los casos en que existe la restricción normativa), por ende, hubo cumplimiento de estos.

Fuente: ANLA, 2025.

## Análisis general de los cuerpos de agua lénticos

Los resultados de calidad del agua obtenidos para los cuerpos lénticos objeto de análisis en la subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare, muestran condiciones adecuadas en varios de los parámetros evaluados; sin embargo, algunos exceden los límites máximos permitidos establecidos en los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario (Artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6. del Decreto 1076 de 2015), o se encuentran en niveles críticos para la vida acuática. El parámetro más destacado corresponde a los Coliformes Totales, con promedio (3539,667 NMP/100ml) da cumplimiento a los criterios de calidad, no obstante, el máximo (20000,000 NMP/100ml), reportado por el expediente LAM0232, en el punto A-20/085594 en el segundo semestre de 2020, en época de transición, supera de manera considerable el máximo permitido. Las concentraciones registradas en algunas muestras pueden deberse a las descargas de aguas residuales domésticas y de tipo pecuario, que son descargadas en drenajes, como se evidencia en los





cuerpos de agua lóaticos, y que aportan a varios cuerpos lénticos, principalmente a la ciénaga de Palagua (ANLA, 2016).

Por su parte, en consistencia con los resultados para cueros lóaticos el Oxígeno Disuelto reporta promedio de 3,903 mg/l y mínimo de 2,160 mg/l (reportado por el expediente LAM0232 en el punto MSP-LAM0232-0004 en el segundo semestre de 2023) reflejan condiciones naturales de los cuerpos lénticos en los que se presentan bajas tasas de aireación, así como los procesos de degradación de materia orgánica y nutrientes (ANLA, 2016).

En cuanto a la DBO, cuyo promedio de 8,042 mg/l y un máximo de 33,000 mg/l (reportado por el expediente LAM0332 en el punto ASUP\_14, durante el segundo semestre de 2022), esta se encuentra en poca proporción en relación a la DQO, que reporta un promedio de 52,318 mg/l y un máximo de 168,000 mg/l (reportado por el expediente LAM0232 en el punto MSP-LAM0232-0019, durante el primer semestre de 2025), al igual que en los cuerpos lóaticos, lo anterior refleja la prevalencia de componentes inorgánicos en estos cuerpos de agua.

El pH refleja un comportamiento neutro y da cumplimiento a los objetivos de calidad, según el promedio de 6,705 y mínimo de 5,800 (Reportado por el expediente LAM0232, en el punto L5 LAGUNA en el segundo semestre de 2023). Al respecto, es importante tener en cuenta que se presentaron atípicos de hasta 4,500 y ligeramente superiores a los 9,000 principalmente en el mes de marzo, el cual se relaciona con una alta concentración de carbonatos y sodio.

Respecto a los nutrientes, las concentraciones de fósforo, que presenta promedio de 0,304 mg/l y máximo de 0,930 mg/l (Reportado por el expediente LAM0332, en el punto P8, el segundo semestre de 2020) y ortofosfatos (promedio de 0,130 y máximo de 0,313 mg/l ), reflejan ambientes que favorecen la eutrofización con (<0,02 mg/l y <0,014 mg/l respectivamente, según Roldán & Ramírez, 2008 y USEPA, 1987,); en una condición similar a los cuerpos lóaticos, los compuestos de nitrógeno presentaron valores máximos < 2 mg/l inferiores a los asociados a eutrofización (Vollenweider, 1968), dando cumplimiento a los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario.

El Fósforo Total y Ortofosfatos presentan un comportamiento similar, con una tendencia a la disminución (con algunas excepciones), en el periodo 2020 a 2024, en el que también se dan concentraciones similares en los distintos cuerpos de agua, alcanzando los mínimos en 2023 y 2024, no obstante, en 2025 se registra un aumento significativo en ambos parámetros. Respecto a los atípicos, se observan valores de 7,480 mg/l en el punto MSP-LAM0232-0006, según lo reportado por el expediente LAM0232 en marzo de 2022, para el parámetro Fósforo Total, mientras que los Ortofosfatos registran 2,240 mg/l en el punto MSP-LAM0232-0005, según lo reportado por el expediente LAM0232 en marzo de 2022. Se resalta que, acorde con los resultados registrados, durante todo el periodo los promedios las concentraciones





asociadas a eutrofia, indicando un enriquecimiento trófico, que puede relacionarse con la falta de disponibilidad de oxígeno.

En los cuerpos lénticos monitoreados las Grasas y Aceites, Hidrocarburos Totales y Fenoles, presentaron valores bajos y estables o por debajo de los límites de detección.

Los Sólidos Suspendidos Totales, por su parte, presentan un promedio de 21,229 mg/l, que muestra, de forma generalizada una buena calidad del agua, con bajo contenido de sólidos suspendidos que favorecen la conservación de comunidades acuáticas, no obstante, el máximo, con valor de 90,000 mg/l (Reportado por el expediente LAM0232, en el punto L2 Laguna 2 en el segundo semestre de 2021), así como los atípicos, con valores muy superiores, están asociados a aguas de calidad aceptable a mala. Los atípicos estadísticos más altos se observaron en el punto ASUP\_8 (3710 mg/l) del expediente LAM0332, en noviembre de 2022. Por ello, se considera de suma importancia analizar en detalle los valores reportados por los expedientes, de manera tal que se puedan corroborar los datos con lo reportado por los laboratorios, se establezcan las causas y se evalúe la necesidad de implementar medidas correctivas.

En cuanto a los metales evaluados en los cuerpos de agua lénticos, estos presentan en general concentraciones por debajo del límite de detección, encontrando únicamente valores superiores para el Hierro y el Bario, aunque siendo estas bajas, con mayor variabilidad en hierro, siempre por debajo de los valores de referencia para los usos agrícola y pecuario establecidos en el Decreto 1076 de 2015.

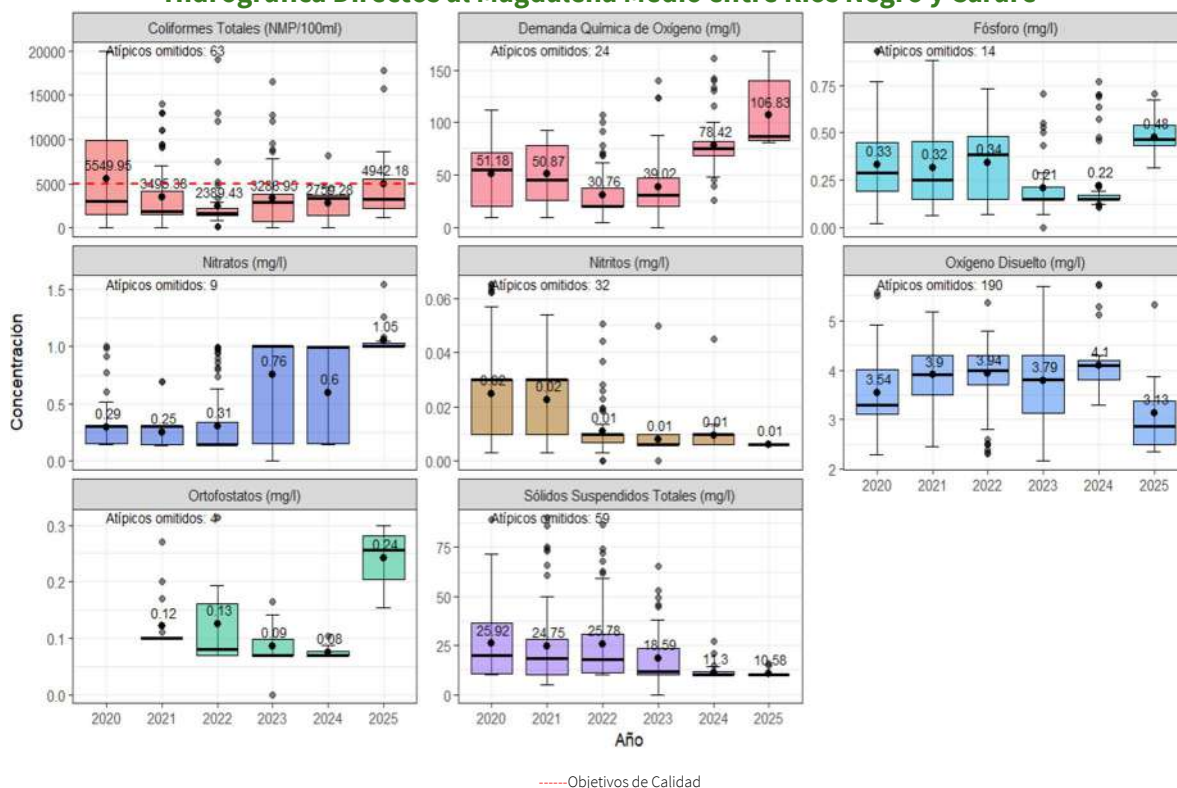
Así, según la tabla anterior, se observa incumplimiento de algunos límites en los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario en los parámetros: Coliformes Totales en promedio y mínimo. Adicionalmente, se observan valores destacados en los parámetros de Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, pH, Nitritos, Nitratos y Sólidos Suspendidos Totales.

### **Análisis particular parámetros de interés**

A continuación, se presentan los gráficos de tendencia para los coliformes totales, DBO, DQO, Fósforo, Grasas y aceites, Nitratos, Nitritos, Oxígeno disuelto y Sólidos Suspendidos Totales, seleccionados considerando el comportamiento de estos e incumplimiento de límites establecidos según los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario.



**Figura 14. Análisis parámetros de calidad del agua en cuerpos lénticos de la Subzona Hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare**



Fuente: ANLA, 2025.

Los coliformes totales presentan una disminución en el periodo 2020 a 2022, para el cual se observa una menor dispersión de datos, aunque una importante cantidad de atípicos, a partir del 2023 se evidenció un incremento en media y mediana, con una ligera disminución en 2024, para volver a aumentar en el último año. En el periodo de análisis se observa el cumplimiento del promedio para 2021 – 2025. La tendencia al aumento puede estar relacionada con el manejo y disposición de las aguas residuales domésticas y resultantes de las actividades pecuarias.

Al igual que en el caso anterior, la Demanda Química de Oxígeno – DQO presenta una disminución en el periodo 2020 – 2022, posterior a lo cual se observa un incremento con las concentraciones más altas en 2025, lo anterior muestra un aumento la criticidad de las cantidades de compuestos químicos oxidables en el agua.

Por el contrario, el Oxígeno Disuelto presenta concentraciones variadas en el periodo 2020 – 2024, con amplia dispersión de datos, aunque con medias similares, las cuales se encuentran por debajo de los 4,2 mg/l durante todo el periodo. Los peores resultados se observan en 2025, en el que se registra la media más baja, posterior a un 2024 con tendencia al aumento. Aunque menores concentraciones de Oxígeno Disuelto son naturales en cuerpos de agua



léntico, es necesario llevar a cabo análisis que permitan efectuar medidas para mejorar la condición.

Por su parte los Nitritos y Nitratos presentan un comportamiento que, con base a la media, es opuesto. En particular, los Nitratos muestran estadísticos variados, con mayor dispersión en 2023 y 2024, sin embargo, sin presentar una tendencia en la media y mostrando los mayores valores en 2025. Respecto a los atípicos, se observan valores de hasta 59,000 mg/l en el punto A-20/085594, según lo reportado por el expediente LAM0232 en agosto de 2020, sin que, a la fecha de corte, se alcanzaran concentraciones similares. En cuanto a los Nitritos, presentan una tendencia a la disminución tanto en la media como en la dispersión de datos, mostrando una mejora en los últimos años respecto a este parámetro.

Los Sólidos Suspendidos Totales se observa una tendencia progresiva a disminuir, con el promedio más bajo en 2025 y con una menor dispersión en los valores reportados, asociados a aguas de buena calidad, no obstante, se identificaron atípicos en el periodo 2020 - 2023, con valores de hasta 3710 mg/l, según lo reportado por el expediente LAM0332 para el punto ASUP\_8.

En términos generales, para los cuerpos lénticos de la Subzona Hidrográfica de la Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare se observa un estado regular de las aguas lénticas, toda vez que en varios de los parámetros no se observa tendencia, no obstante, para el último año evaluado se presentan cambios respecto a los años anteriores asociados a una peor calidad, con el aumento de Coliformes Totales, DQO, Fósforo, Ortofosfatos y Nitratos, mientras que se muestra una disminución del Oxígeno Disuelto. Los Sólidos Suspendidos Totales y Nitritos presentan una disminución notoria, siendo esto un aspecto positivo para los ecosistemas acuáticos en estos cuerpos de agua. En esta medida es fundamental evaluar la necesidad de implementar medidas adicionales que permitan la recuperación de la calidad del agua.





# IV. ANÁLISIS REGIONAL DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL (HIDROBIOTA)

## 4.1. Información Analizada hidrobiota

La caracterización del componente hidrobiológico proviene de la sistematización de información registrada en BDC de los expedientes LAM0180, LAM0232, LAM0332, LAM0855, LAM1801, LAM2249, LAM4767, LAM5547 y LAV0026-00-2015 de las comunidades hidrobiológicas presentes en ecosistemas acuáticos incluídas como obligación en la ESTRATEGIA REGIONAL DE MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL PARA LA REGIÓN DEL VALLE MEDIO MAGDALENA, como lo son fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados acuáticos y macrófitas. Estos registros fueron complementados con los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) más recientes, lo que permitió ampliar la cobertura espacial y temporal del análisis, así como la inclusión de las comunidades de Macrofauna (de ahora en adelante denominada Fauna Íctica en el documento) y Perifiton (Tabla 18).

**Tabla 18. Disponibilidad de información en cada expediente para el presente informe**

EXPEDIENTE	SECTOR	PROYECTO	ACTO ADMINISTRATIVO ESTRATEGIA	ICA
LAM0180	Hidrocarburos	Seguimiento Ambiental Refinería de Barrancabermeja Preparación Gasolina Dema	FASE II	ICA 19 20256200660352 del 27 de junio de 2025
LAM0232	Hidrocarburos	Campo Palagua en Puerto Boyacá	Res. 2131-4 del 18 de septiembre de 2023	ICA 24 20256200487972 de 30 mayo 2025
LAM0332	Hidrocarburos	Campo Producción Velásquez Ciénaga de Palagua	Res. 2358 del 11 de octubre de 2023	ICA 37 20256200492902
LAM0855	Hidrocarburos	Campos Petroleros Casabe y Peñas Blancas, en el Municipio de Yondo, Antioquia	Resolución 2283 del 18 de octubre del 2024	ICA 28 20256200628722 de 30 mayo 2025





EXPEDIENTE	SECTOR	PROYECTO	ACTO ADMINISTRATIVO ESTRATEGIA	ICA
LAM1801	Hidrocarburos	Adecuación Estación Vasconia.	Res. 2670 del 4 de diciembre de 2024	ICA 18 20256200357912 marzo de 2025
LAM2249	Hidrocarburos	Plan de Manejo Ambiental para los campos de la Superintendencia de Mares, Campo Llanito-Gala y sus Actividades Asociadas	Res. 001514 del 18 de julio de 2024	ICA 18 20256200747962
LAM4767	Hidrocarburos	Licencia Ambiental Global para la Explotación del Campo Colón,	Res. 159 del 7 de febrero del 2024	ICA 14 20256200629602
LAM5547	Hidrocarburos	Rea de Perforación Exploratoria Valle Medio Magdalena Uno-VMM-1.	Res. 1304 28 de junio de 2024	ICA 23 20256201100422
LAV0026-00-2015	Hidrocarburos	Campo De Producción y Desarrollo Oso Pardo Licencia Ambiental.	Res. 2710 del 22 de noviembre de 2023	ICA 9 20256200628992

Fuente: ANLA, 2025.

El proceso de validación de la información hidrobiológica se desarrolló bajo los siguientes criterios, orientados a garantizar la coherencia ecológica y la calidad taxonómica de los registros.

- ✓ **Consistencia en las unidades de medida:** Se verificó que las unidades en las que se reportan los datos fueran apropiadas y específicas para cada tipo de comunidad (por ejemplo, ind/ml para fitoplancton y zooplancton, Ind/m<sup>2</sup> para macroinvertebrados, macrófitas en términos de porcentaje de cobertura (%), asegurando la comparabilidad y la integridad de los análisis.
- ✓ **Validación taxonómica:** Se revisó la nomenclatura científica de los organismos reportados, asegurando su correcta identificación y clasificación conforme al Sistema Global de Información sobre Biodiversidad-GBIF. Se excluyeron registros con ambigüedades taxonómicas o inconsistencias en la asignación de niveles jerárquicos.
- ✓ **Depuración de datos extremos y nulos:** Se eliminaron registros con valores igual a cero, por considerarse no representativos o indicativos de ausencia de muestreo efectivo. Asimismo, se descartaron valores extremos que no guardaban coherencia con las condiciones ecológicas del sistema ni con los rangos esperados para las





especies reportadas, evitando sesgos en la interpretación de la estructura y funcionalidad de las comunidades.

Como resultado del tratamiento de los datos hidrobiológicos se realizaron análisis comparativos y descriptivos a diferentes escalas: (i) un análisis integral del conjunto de datos, (ii) un análisis diferenciado según el tipo de sistema acuático, separando ambientes lóticos y lénticos, con el fin de evaluar respuestas biológicas asociadas a la dinámica hidrológica y a la estructura de cada sistema, y (iii) un análisis espacial por subzona hidrográfica (Quebrada El Carmen, río Sogamoso, río Opón, río Cimitarra y tributarios directos del Magdalena Medio entre los ríos Negro), relacionando la composición y estructura de las comunidades con las variables fisicoquímicas.

## **4.2. Resultados y tendencia de las comunidades hidrobiológicas en el Medio Magdalena.**

La Tabla 2 sintetiza la estructura del conjunto de datos hidrobiológicos analizados, evidenciando una marcada dominancia del perifiton (9.739 registros; 43,59%), lo cual refleja un énfasis de muestreo en comunidades sésiles y de rápida respuesta a variaciones fisicoquímicas, típicamente utilizadas como bioindicadores de calidad del agua. En segundo lugar, los macroinvertebrados acuáticos aportan 6.665 registros (29,83%), constituyéndose en una fracción robusta, coherente con su importancia en la evaluación ecológica por su sensibilidad diferencial a perturbaciones antrópicas, gradientes de hábitat y procesos de colmatación. Las comunidades planctónicas exhiben proporciones intermedias: zooplancton con 2.436 datos (10,90%) y fitoplancton con 2.327 datos (10,42%), lo que indica una cobertura representativa de las fracciones holoplanctónicas responsables de la productividad primaria, el reciclaje de nutrientes y las dinámicas tróficas pelágicas. Por su parte, los peces representan solo el 2,72% del total (607 registros), lo cual puede estar asociado a metodologías más restrictivas, menor detectabilidad o un enfoque de muestreo centrado en componentes tróficos inferiores. Las macrófitas acuáticas son igualmente bajas (566 registros; 2,53%), lo que sugiere menor disponibilidad de hábitats litorales con vegetación sumergida/emergente o una menor rigurosidad metodológica. Finalmente, la ausencia de datos de ictioplancton (0%) indica que no se realizaron muestreos dirigidos a fases tempranas de peces o que no se registró presencia, limitando la interpretación de procesos de reproducción y reclutamiento. Este patrón resalta la necesidad de fortalecer el monitoreo de comunidades de mayor movilidad o complejidad estructural como peces e ictioplancton para lograr una visión más integral del estado ecológico del Medio Magdalena - MM y su respuesta a las presiones antrópicas derivadas de los proyectos licenciados por ANLA.





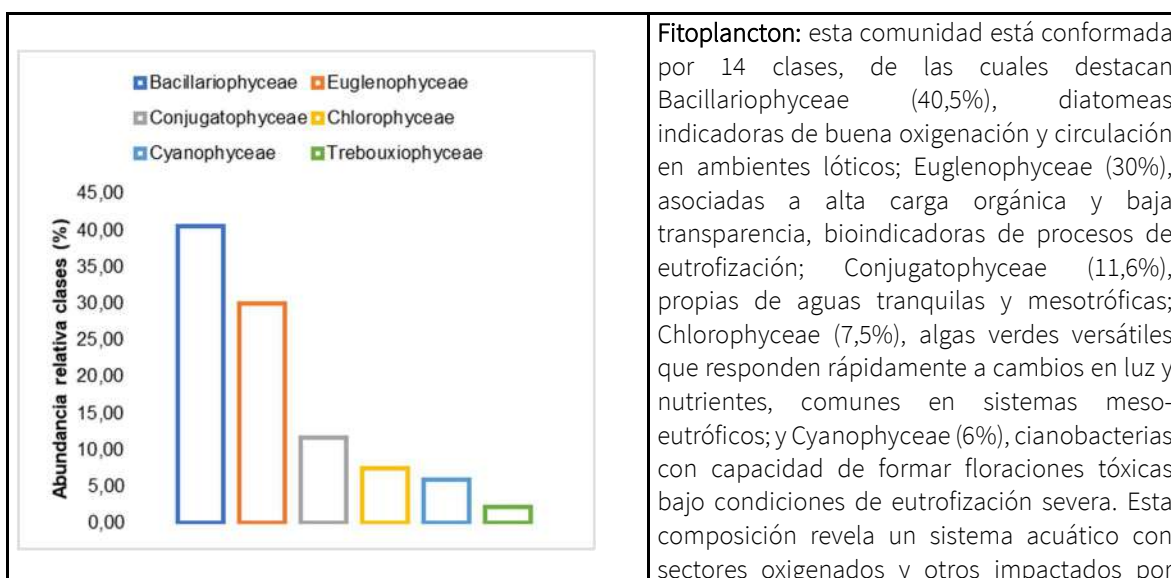
**Tabla 19. Total de datos reportados de las diferentes comunidades hidrobiológicas por los proyectos licenciados por ANLA en el MM (Medio Magdalena)**

COMUNIDAD	NÚMERO DE DATOS	PROPORCION (%)
PERIFITON	9739	43,59
MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS	6665	29,83
ZOOPLANCTON	2436	10,90
FITOPLANCTON	2327	10,42
PECES	607	2,72
MACROFITAS	566	2,53
ICTIOPLANCTON	0	0,00
<b>TOTAL DATOS</b>	<b>22340</b>	<b>100</b>

Fuente: ANLA, 2025.

### 4.3. Análisis general de las comunidades hidrobiológicas

A continuación, se presenta un análisis general de las comunidades hidrobiológicas definidas en la estrategia, considerando diferentes niveles taxonómicos y su interpretación desde el contexto ecológico y bioindicador. Se examina la composición y estructura de los principales grupos (fitoplancton, perifiton, macroinvertebrados, macrófitas y fauna íctica), identificando patrones asociados a la calidad del hábitat, el estado trófico, la integridad ecológica y las presiones antrópicas presentes en el sistema. Asimismo, se resaltan aquellas unidades taxonómicas cuya presencia, ausencia o dominancia indica potenciales desviaciones respecto a las condiciones esperadas de calidad, permitiendo establecer un análisis espacial y temporal de las respuestas biológicas frente a gradientes de perturbación o conservación del recurso hídrico.

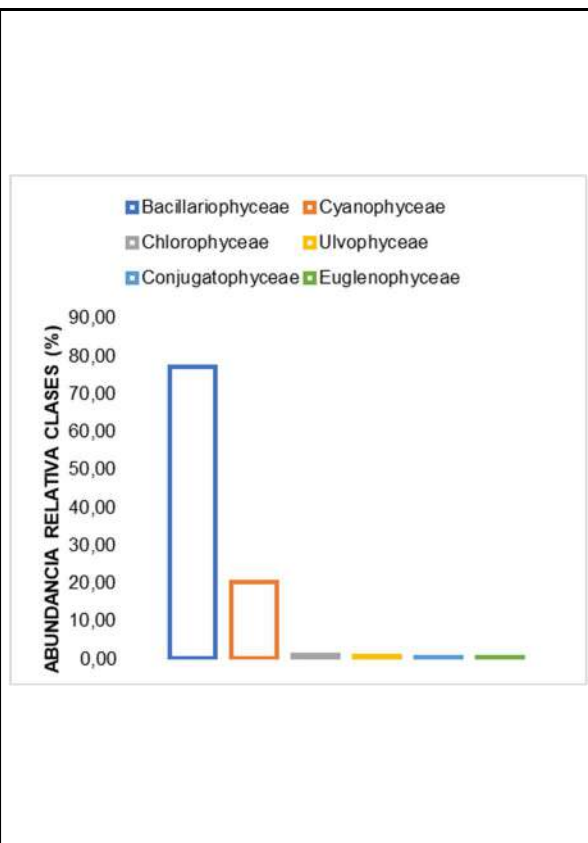


**Fitoplancton:** esta comunidad está conformada por 14 clases, de las cuales destacan Bacillariophyceae (40,5%), diatomeas indicadoras de buena oxigenación y circulación en ambientes lóticos; Euglenophyceae (30%), asociadas a alta carga orgánica y baja transparencia, bioindicadoras de procesos de eutrofización; Conjugatophyceae (11,6%), propias de aguas tranquilas y mesotróficas; Chlorophyceae (7,5%), algas verdes versátiles que responden rápidamente a cambios en luz y nutrientes, comunes en sistemas meso-eutróficos; y Cyanophyceae (6%), cianobacterias con capacidad de formar floraciones tóxicas bajo condiciones de eutrofización severa. Esta composición revela un sistema acuático con sectores oxigenados y otros impactados por

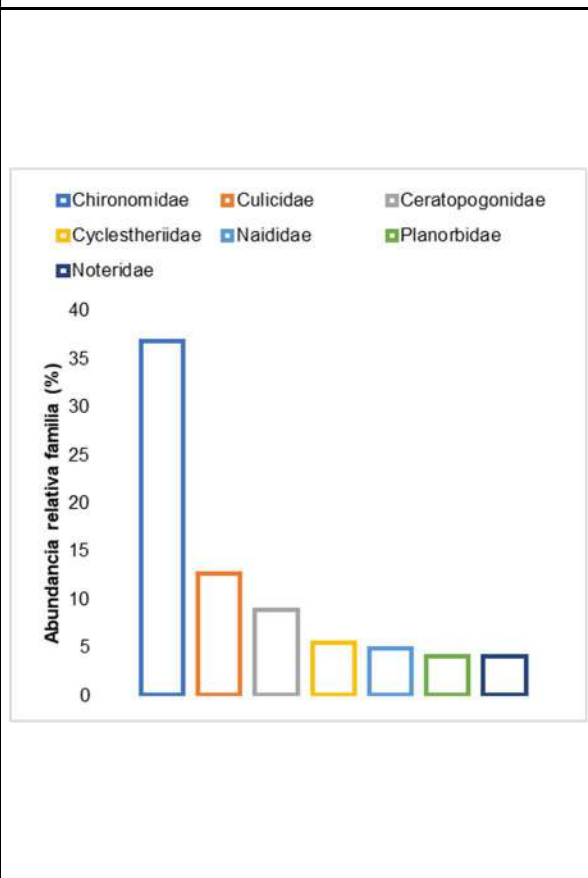


	<p>nutrientes y materia orgánica, lo que es característico de cuencas sometidas a presión antrópica. En este contexto, la estructura fitoplanctónica observada no solo refleja condiciones locales de calidad del agua, sino también la influencia de procesos acumulativos derivados de múltiples proyectos licenciados, que tienden a modificar la conectividad hidrológica y la resiliencia ecológica. La coexistencia de diatomeas indicadoras de buena calidad con euglenófitas y cianobacterias asociadas a eutrofización sugiere un gradiente de presión ambiental moderada a alta, coherente con los impactos registrados en los expedientes ambientales de referencia.</p>												
<table border="1"> <caption>Abundancia Relativa de Phylum (%)</caption> <thead> <tr> <th>Phylum</th> <th>Abundancia Relativa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rotifera</td> <td>48,8</td> </tr> <tr> <td>Protozoa</td> <td>26,0</td> </tr> <tr> <td>Arthropoda</td> <td>22,7</td> </tr> <tr> <td>Nematoda</td> <td>~2,0</td> </tr> <tr> <td>Gastrotricha</td> <td>~1,0</td> </tr> </tbody> </table>	Phylum	Abundancia Relativa (%)	Rotifera	48,8	Protozoa	26,0	Arthropoda	22,7	Nematoda	~2,0	Gastrotricha	~1,0	<p><b>Zooplancton:</b> Esta comunidad se sustenta principalmente en los expedientes LAM2249, LAM0232 y LAM0855, , está dominada por tres phylum que reflejan un productividad moderada y presión antrópica: Rotifera (48,8%), bioindicadores de ambientes eutróficos y sensibilidad a cambios fisicoquímicos; Protozoa (26%), ciliados y ameboides asociados a procesos de descomposición orgánica, indicadores de mineralización intensa; y Arthropoda (22,7%), principalmente copépodos y cladóceros, representativos de condiciones más estructuradas y oxigenadas. La coexistencia de estos grupos sugiere una mezcla de estados tróficos y un gradiente de alteración ambiental. Este patrón comunitario constituye un indicador funcional de la resiliencia reducida y la vulnerabilidad ecológica del sistema frente a descargas orgánicas y modificaciones hidrológicas.</p>
Phylum	Abundancia Relativa (%)												
Rotifera	48,8												
Protozoa	26,0												
Arthropoda	22,7												
Nematoda	~2,0												
Gastrotricha	~1,0												





**Perifiton:** En el Valle Medio del Magdalena, el perifiton está dominado por Bacillariophyceae (77,08%), seguido por Cyanophyceae (20,23%) y en menor proporción Chlorophyceae (0,99%), lo que evidencia un sistema con gradientes de alteración hidromorfológica y trófica. La alta proporción de diatomeas sugiere zonas con buena oxigenación, sustratos estables y corriente moderada, típicas de ambientes lóticos; mientras que la presencia significativa de cianobacterias indica sectores con alta disponibilidad de nutrientes, baja turbulencia y posible acumulación de materia orgánica, propios de ambientes lénticos eutrofizados. Este gradiente refleja transiciones entre condiciones naturales y áreas impactadas por actividades humanas como vertimientos, modificación de cauces o presión agrícola. La baja representación de Chlorophyceae refuerza la idea de un sistema dominado por grupos tolerantes a la perturbación. La coherencia con el fitoplancton —donde también predominan Bacillariophyceae y Cyanophyceae— sugiere una estructura funcional compartida entre comunidades.



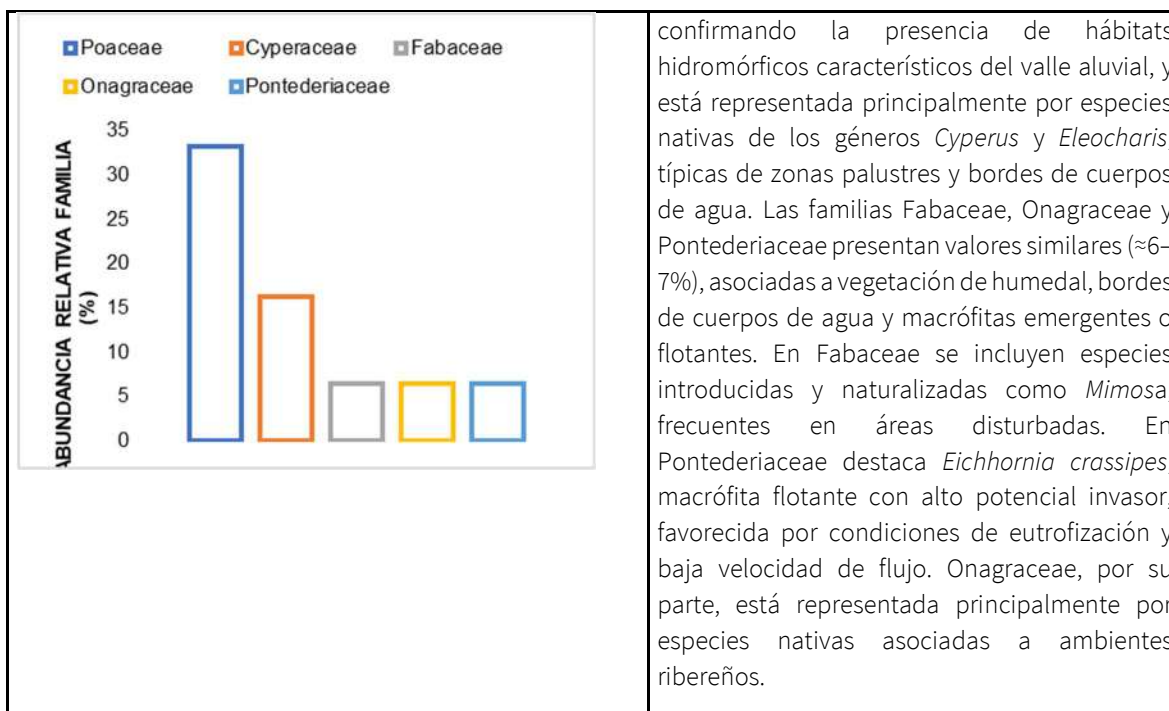
**Macroinvertebrados:** Esta comunidad se encuentra soportada principalmente por información proveniente de los expedientes LAM2249, LAM0232 y LAM5547, está representada por 93 familias, con dominancia de Chironomidae (36,77%), Culicidae (12,70%) y Ceratopogonidae (8,86%), grupos tolerantes que reflejan condiciones de alteración moderada a severa. Chironomidae, con valor BMWP/Col = 2, son indicadores de ambientes eutrofizados y sedimentados; Culicidae y Ceratopogonidae (BMWP 2 y 4) se asocian a aguas estancadas o baja cobertura ribereña. En contraste, la baja representación de familias sensibles como Baetidae (1,2%) y Leptophlebiidae (0,24%) (BMWP/Col 10 y 8) evidencia pérdida de hábitats estructurados. Este patrón comunitario, coherente con la dominancia de las clases de Cyanophyceae y Bacillariophyceae en comunidades de fitoplancton y perifiton, confirma un sistema con alteración hidromorfológica y trófica. A nivel regional, los datos de los expedientes ambientales muestran una comunidad influenciada por presiones antrópicas, lo que reduce la resiliencia ecológica y acentúa la





	<p>vulnerabilidad del recurso hídrico frente a descargas orgánicas y modificaciones hidrológicas.</p>														
<table border="1"> <caption>Abundancia Relativa de Órdenes de Peces (%)</caption> <thead> <tr> <th>Orden</th> <th>Abundancia Relativa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Characiformes</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>Cyprinodontiformes</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>Perciformes</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Siluriformes</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Myliobatiformes</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Gymnotiformes</td> <td>1%</td> </tr> </tbody> </table>	Orden	Abundancia Relativa (%)	Characiformes	43%	Cyprinodontiformes	38%	Perciformes	13%	Siluriformes	5%	Myliobatiformes	1%	Gymnotiformes	1%	<p><b>Peces:</b> La composición y abundancia de los órdenes de peces registrados en el Valle Medio del río Magdalena evidencia un predominio de Characiformes (43%), Cyprinodontiformes (38%), Perciformes (13%) y Siluriformes (5%), lo que indica una estructura íctica altamente sensible a alteraciones del sistema. Dentro de esta composición destacan géneros representativos como <i>Astyanax</i> (Sardina plateada), <i>Bryconamericus</i> (Sardina fina) y <i>Creagrutus</i> (Sardina chica) (Characiformes), los cuales cumplen un rol clave en el flujo energético y son particularmente vulnerables a la pérdida de conectividad, variaciones en la calidad del agua y modificaciones hidromorfológicas. La presencia de <i>Poecilia</i> (Guppy) (Cyprinodontiformes), taxón caracterizado por su tolerancia y rápida respuesta a cambios en microhábitats someros, refleja ambientes sujetos a fluctuaciones hidrológicas y presiones antrópicas. Por su parte, <i>Geophagus</i> (Perciformes) representa ensamblajes asociados a hábitats estructuralmente complejos y es susceptible a la disminución de disponibilidad de refugios y presas. En conjunto, esta estructura taxonómica—dominada órdenes y géneros con alta dependencia de la integridad del hábitat—incrementa la sensibilidad del sistema íctico frente a perturbaciones asociadas a actividades de los proyectos licenciados, especialmente aquellas relacionadas con sedimentación, alteración del sustrato, pérdida de conectividad y deterioro de la calidad del agua.</p>
Orden	Abundancia Relativa (%)														
Characiformes	43%														
Cyprinodontiformes	38%														
Perciformes	13%														
Siluriformes	5%														
Myliobatiformes	1%														
Gymnotiformes	1%														
	<p><b>Macrófitas:</b> La gráfica muestra que Poaceae es la familia más dominante en los proyectos de la cuenca del Medio Magdalena con una abundancia relativa cercana al 34%, reflejando su alta adaptabilidad a zonas inundables y áreas con disturbio. Dentro de esta familia se incluyen especies nativas y especies introducidas o naturalizadas con potencial invasor, tales como <i>Urochloa</i>, <i>Echinochloa</i> y <i>Panicum</i>, ampliamente reportadas en planicies aluviales y márgenes fluviales del Valle Medio del Magdalena. Cyperaceae aporta alrededor del 16%,</p>														





Fuente: ANLA, 2025.

## 4.4. Análisis de las comunidades hidrobiológicas por tipo de sistema lótico y léntico

### 4.4.1. Plancton (Fitoplancton – Zooplancton)

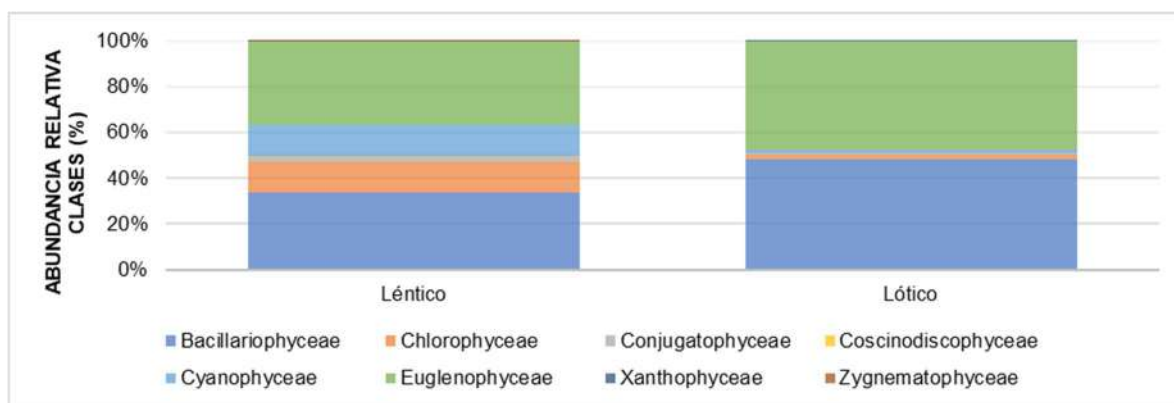
En el Valle Medio del Magdalena se evidencian respuestas contrastantes del fitoplancton asociadas al régimen hidrodinámico de los sistemas lóticos y lénticos. En sistemas lóticos, la comunidad está dominada por Bacillariophyceae (48,3%), grupo favorecido por condiciones de mayor turbulencia, renovación del agua y disponibilidad de sílice, lo que refleja ambientes con flujo activo y menor tiempo de residencia hidráulica. La elevada proporción de Euglenophyceae (47,2%) sugiere la presencia de pulsos de materia orgánica y gradientes redox asociados a descargas puntuales o difusas que son rápidamente transportadas por la corriente.

En contraste, los sistemas lénticos presentan una estructura más diversa y típica de ambientes con mayor retención hídrica, donde Bacillariophyceae disminuye su participación (33,8%) y coexiste con Chlorophyceae (13,6%) y Cyanophyceae (13,7%), grupos favorecidos por mayor estabilidad de la columna de agua, mayor tiempo de residencia y acumulación de nutrientes. La mayor representación de Euglenophyceae (36,5%) en estos ambientes indica condiciones de enriquecimiento orgánico persistente, favorecidas por procesos de estratificación y menor renovación del agua.



Estas diferencias sugieren que, mientras los sistemas lóticos responden principalmente a aportes transitorios y transporte de cargas orgánicas, los sistemas lénticos son más susceptibles a procesos de acumulación de nutrientes y desarrollo de estados tróficos elevados, los cuales pueden verse intensificados por modificaciones en la conectividad y la hidromorfología asociadas a actividades antrópicas.

**Figura 15. Distribución Comparativa de la Abundancia Relativa de Clases Fitoplanctónicas en Sistemas Lénticos y Lóticos del Valle Medio del Magdalena.**



Fuente: ANLA, 2025.

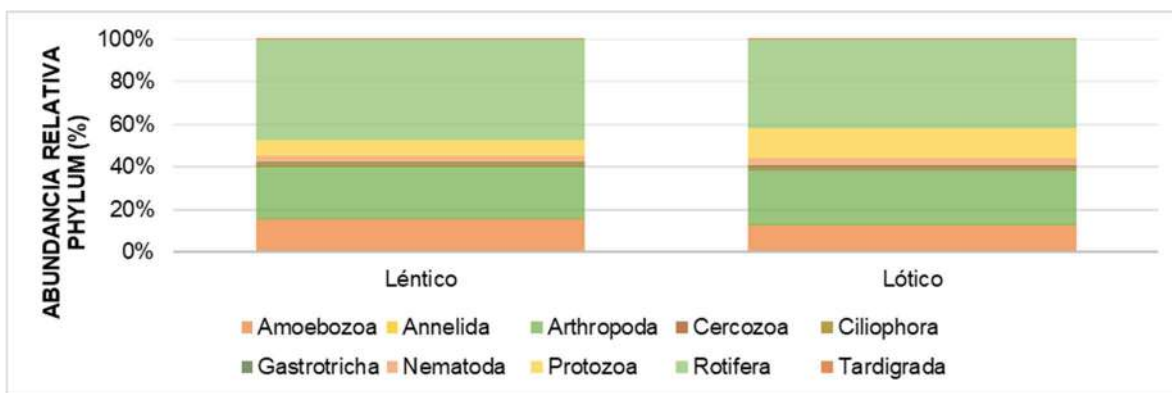
La estructura del zooplancton muestra una diferenciación clara entre sistemas lénticos y lóticos, asociada a la estabilidad hidráulica y la disponibilidad de recursos tróficos. En ambientes lénticos, se observa una mayor dominancia de Rotífera (46,98%), coherente con condiciones de mayor retención hídrica, estabilidad de la columna de agua y disponibilidad sostenida de partículas orgánicas finas. A nivel de género, destacan *Lecane*, *Brachionus* y *Diaphanosoma*, característicos de sistemas con estados tróficos intermedios a altos y menor perturbación hidrodinámica. Por su parte, los sistemas lóticos presentan una menor proporción relativa de rotíferos (41,80%) y un incremento de Protozoa y Nematoda, grupos asociados a ambientes con mayor turbulencia, transporte de sedimentos finos y materia orgánica particulada en tránsito. En estos sistemas predominan géneros como *Brachionus*, *Keratella* y *Diffugia*, este último vinculado a pulsos de sedimento fino y condiciones de mayor inestabilidad física.

Desde un enfoque funcional, los sistemas lénticos muestran una mayor vulnerabilidad a procesos de eutrofización y enriquecimiento progresivo, mientras que los sistemas lóticos responden principalmente a variaciones en la carga de sólidos suspendidos y materia orgánica alóctona. En este contexto, los impactos acumulativos asociados a actividades de hidrocarburos y a la alteración del régimen hidrosedimentológico tienden a favorecer comunidades zooplanctónicas dominadas por taxones oportunistas y tolerantes al estrés fisicoquímico, evidenciando señales tempranas de presión ambiental diferenciadas según el tipo de sistema.





**Figura 16. Distribución Comparativa de la Abundancia Relativa de phylum zooplanctónicas en Sistemas Lénticos y Lóticos del Valle Medio del Magdalena.**



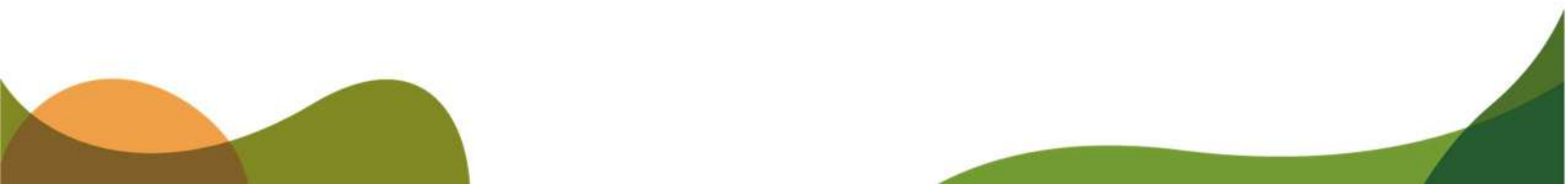
Fuente: ANLA, 2025.

#### 4.4.2. Macroinvertebrados Acuáticos

De las 93 familias identificadas los sistemas lóticos presentaron 83 familias, reflejando una mayor heterogeneidad de microhábitats y mayor diversidad funcional asociada al flujo. Los sistemas lénticos registraron 67 familias.

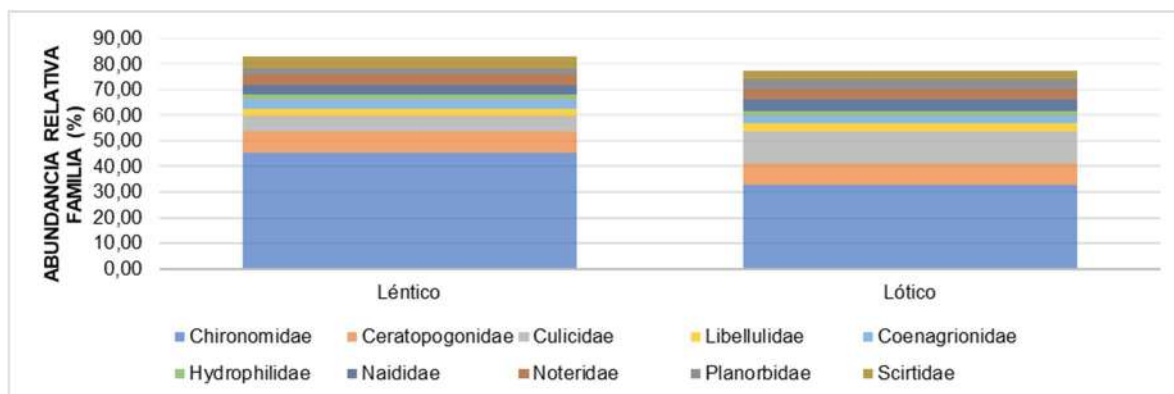
En los sistemas lénticos del Medio Magdalena se observa una marcada dominancia de Chironomidae (45,22%), acompañada por aportes relevantes de Ceratopogonidae, Culicidae y otros grupos tolerantes a condiciones de menor oxigenación y mayor acumulación de sedimentos finos. Esta composición es típica de cuerpos de agua con baja turbulencia, alta deposición de materia orgánica y microhábitats con gradientes reductores, donde los quirónomos actúan como bioindicadores de tolerancia a cargas orgánicas, mientras que presencia moderada de Planorbidae y Scritiidae refleja sustratos blandos y disponibilidad de detritos.

En contraste, los sistemas lóticos presentan una comunidad más distribuida entre Chironomidae (32,87%), Naididae (4,59%), Planorbidae (4,32%) y Culicidae (12,79%), lo que sugiere un entorno con mayor recambio de agua, oxigenación y heterogeneidad de microhábitats. La mayor representación de Naididae y Planorbidae en tramos con corriente moderada indica condiciones de sustrato mixto con aporte constante de partículas orgánicas, mientras que la persistencia de Chironomidae revela su amplio espectro ecológico y capacidad de colonizar hábitats sometidos a disturbios (Figura 3).





**Figura 17. Distribución Comparativa de la Abundancia Relativa de familias de Macroinvertebrados en Sistemas Lénticos y Lóticos del Valle Medio del Magdalena.**



Fuente: ANLA, 2025.

#### BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)

Los sistemas lóticos presentan un BMWP/Col de 354, superior al obtenido para los sistemas lénticos (273). Este patrón es consistente con la mayor riqueza y diversidad funcional registrada en ambientes con flujo, donde la heterogeneidad del hábitat favorece la presencia de familias de macroinvertebrados bentónicos sensibles, pertenecientes principalmente a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera con las familias Leptophlebiidae, Perlidae y Leptoceridae, que aportan puntajes altos al índice. El valor elevado en lóticos sugiere condiciones ecológicas de buena calidad, con bajos niveles de perturbación orgánica.

En contraste, los ambientes lénticos alcanzan un BMWP/Col de 273, valor también indicativo de buena calidad, pero ligeramente menor debido a la menor presencia de familias altamente sensibles y a la mayor representación de grupos tolerantes. Esto concuerda con la naturaleza más estable, menos oxigenada y con mayor acumulación de materia orgánica propia de estos sistemas.

Desde una perspectiva de impactos acumulativos asociados, los sistemas lóticos, pese a su alta calidad actual, son particularmente susceptibles a degradaciones rápidas ante incrementos de sólidos suspendidos, alteraciones del régimen de caudales y aportes de materia orgánica que afectan directamente a las familias de mayor puntaje. En contraste, los sistemas lénticos tienden a acumular perturbaciones de manera más silenciosa pero persistente, lo que favorece el reemplazo progresivo de taxones sensibles por comunidades dominadas por organismos tolerantes. En conjunto, los resultados sugieren que ambos sistemas mantienen una buena calidad ecológica, pero con trayectorias de vulnerabilidad diferenciadas bajo presiones sostenidas derivadas de proyectos de hidrocarburos.





### 4.4.3. Macrófitas

El análisis comparativo de los registros de familias de macrófitas en sistemas lénticos y lóticos del Valle Medio del Magdalena (Figura 4) revela patrones estructurales diferenciados, influenciados por la dinámica hidrosedimentaria y la conectividad lateral. En términos cuantitativos, los expedientes LAM0855 y LAM5547 aportan 63 y 7 registros respectivamente para sistemas lénticos, mientras que LAM2249 y LAV0026-00-15 suman 244 y 9 registros en sistemas lóticos, consolidando un total general de 566 reportes, de los cuales 303 corresponden a ambientes lénticos y 263 a lóticos.

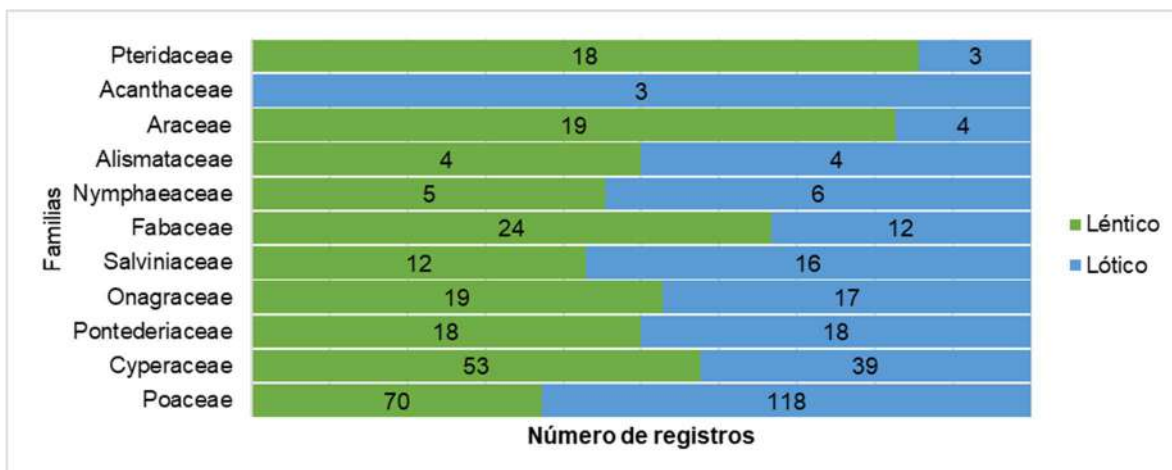
Estos registros se asocian a mayores coberturas vegetales en Poaceae (70 en lénticos, 118 en lóticos) y Cyperaceae (53 y 39), lo que confirma su rol estructural en ambos tipos de hábitat y su sensibilidad a la dinámica hidrológica. Los sistemas lénticos presentan mayor diversidad de géneros asociados a hábitats de remanso, zonas de sedimentación y condiciones de inundación semipermanente, destacándose *Adiantum*, *Philodendron*, *Zygia*, *Salvinia*, *Pistia* y *Cyperus*, junto con especies indicadoras de ambientes someros como *Eichhornia*, *Ludwigia* y *Limnocharis*. Esta composición refleja una estructura funcional dominada por formas flotantes, emergentes y palustres, con alta capacidad de retención de nutrientes y materia orgánica, lo que los hace sensibles a procesos de eutrofización y alteraciones en el régimen de pulsos. En contraste, los sistemas lóticos muestran predominancia de géneros adaptados a condiciones de flujo permanente y mayor cizallamiento, como *Acroceras*, *Paspalum*, *Eragrostis*, *Panicum* y *Hymenachne*, junto con presencia compartida de *Eichhornia* y *Cyperus*, lo que sugiere una comunidad funcional más tolerante a disturbios físicos pero vulnerable a cambios en la conectividad longitudinal y sedimentación.

Los impactos acumulativos derivados de proyectos de hidrocarburos —como modificación de cauces, construcción de plataformas y alteración de zonas de inundación— pueden inducir una simplificación estructural de la vegetación acuática, favoreciendo géneros oportunistas y reduciendo la representación de especies indicadoras de buen estado ecológico. La bioindicación macrofítica, en este contexto, permite evaluar la integridad funcional de los hábitats acuáticos y la trazabilidad de presiones antrópicas sobre la vegetación ribereña y palustre.





**Figura 18. Distribución Comparativa de Registros por Familia de Macrófitas en Sistemas Lénticos y Lóticos del Valle Medio del Magdalena.**



Fuente: ANLA, 2025.

#### 4.4.4. Fauna Íctica

La composición íctica del Valle Medio del Magdalena (Figura 5) muestra una diferenciación estructural clara entre sistemas lóticos y lénticos, influida por la conectividad hidrológica y la dinámica de planicies de inundación. En los sistemas lóticos, con mayor contribución del expediente LAM2249, predomina una alta riqueza de especies de los órdenes Characiformes y Siluriformes, acompañados por Cichliformes y Cyprinodontiformes en menor proporción. A nivel de género, la comunidad está dominada por taxones reofílicos y pesqueramente relevantes con alta representación de bocachico (*Prochilodus*), vizcaína (*Curimata*), sardinas (*Triporthus* y *Astyanax*), bagres medianos (*Pimelodus*), junto con depredadores bentónicos de mayor tamaño como el blanquillo (*Sorubim*) y el bagre rayado (*Pseudoplatystoma*) que reflejan una estructura funcional asociada al ciclado de nutrientes y a la dinámica hídrica.

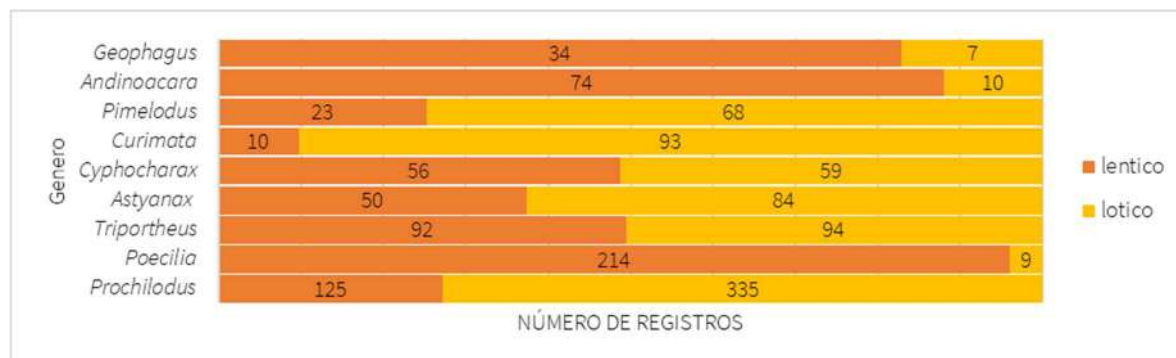
En contraste, los sistemas lénticos, representados únicamente por información proveniente de los expedientes LAM0855 y LAM2249, exhiben una composición más restringida pero influenciada por la heterogeneidad de hábitats de remanso y zonas de sedimentación. Aunque los órdenes Characiformes y Siluriformes siguen dominando, aumentan géneros típicos de ambientes someros y estratificados como *Poecilia* (214), *Andinoacara*, *Geophagus* y *Caquetaia*, además de la presencia de *Potamotrygon*, indicador de ambientes de inundación semipermanentes. La persistencia de *Prochilodus* y *Triporthus* en ambos sistemas evidencia su amplia tolerancia ecológica y la importancia del régimen de pulsos en la conectividad funcional regional. En conjunto, ambos sistemas comparten los órdenes dominantes, pero difieren en su estructura relativa y en la representación de géneros clave: los lóticos mantienen mayor diversidad funcional y presencia de especies reofílicas de alto valor pesquero, mientras que los lénticos integran elementos propios de planicies





inundables, resaltando la relevancia hidrosedimentaria en la configuración de la ictiofauna regional.

**Figura 19. Registros a nivel de género de peces en Sistemas Lénticos y Lóticos del Valle Medio del Magdalena.**



Fuente: ANLA, 2025.

En el contexto de los expedientes analizados, se han documentado un total de 76 especies de peces. Sin embargo, la situación de conservación de estas especies es variable. Según los registros del Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia, solo 8 de estas especies (11%) están clasificadas dentro de alguna categoría de amenaza.

Entre las especies listadas, destaca *Pseudoplatystoma magdalineatum* como la especie de mayor categoría, listada en CR (Peligro crítico), le siguen, los carácidos *Brycon moorei*, *Parodon caliensis* y *Prochilodus magdaleneae*, así como el bagre *Pimelodus grosskopfii*, todos los cuales se encuentran en la categoría de Vulnerable (VU). La clasificación en esta categoría implica que estas especies enfrentan un riesgo elevado de extinción en el medio silvestre, debido a factores como la degradación de hábitats, la contaminación del agua y la sobreexplotación. Por otro lado, tres especies están clasificadas como Casi Amenazadas (NT): *Acestrocephalus anomalus*, *Hypostomus hondae* y *Potamotrygon magdaleneae*. La designación de Casi Amenazadas sugiere que, aunque no están actualmente en peligro, podrían estar en riesgo si las condiciones ambientales continúan deteriorándose o si las presiones antropogénicas persisten. Finalmente, *Saccodon dariensis* ha sido clasificada como de Preocupación Menor (LC). Esta categoría indica que, a pesar de que esta especie no enfrenta amenazas inminentes, es crucial continuar monitoreando su población y hábitat para asegurar que no se convierta en objeto de preocupación futura.

#### 4.4.5. Perifiton

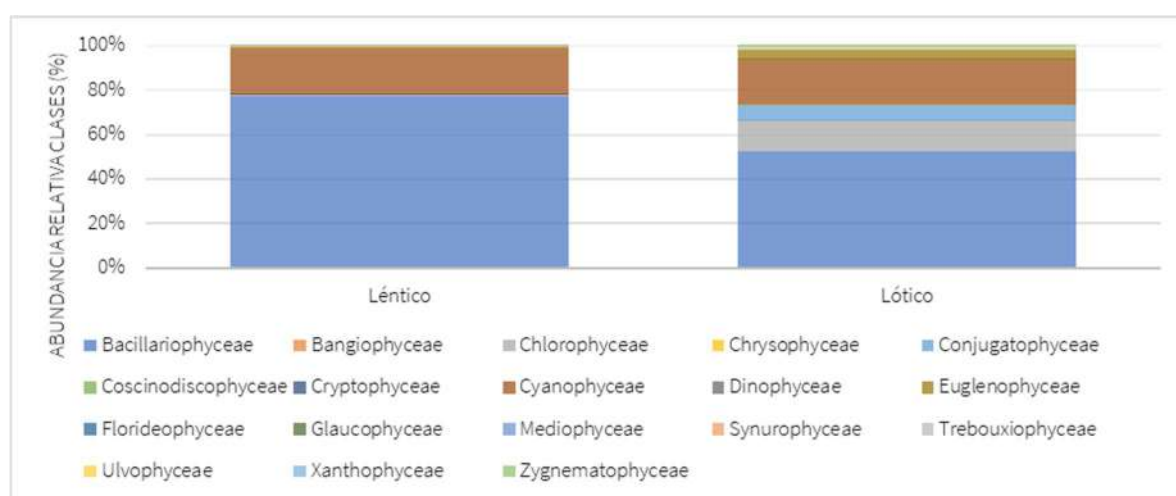
Respecto a la comunidad perifítica (Figura 6), ambos sistemas mantienen un patrón similar al fitoplancton, con Bacillariophyceae como clase dominante (77,6 % en lénticos y 52,4 % en lóticos), reflejando su alta capacidad colonizadora y tolerancia a variaciones de corriente, luz y nutrientes. En los sistemas lóticos se incrementa la participación de Chlorophyceae, Conjugatophyceae y Cyanophyceae, grupos asociados a condiciones de mayor turbulencia,





mientras que en ambientes lénticos se registran aportes menores pero consistentes de Cyanophyceae, Ulvophyceae y Euglenophyceae, característicos de ambientes más estables. La presencia de 13 clases comunes evidencia un pool regional compartido, influenciado por la conectividad hidrológica del Valle Medio del Magdalena. No obstante, las clases exclusivas —Chrysophyceae en lénticos y Cryptophyceae, Glaucophyceae y Synurophyceae en lóticos— reflejan diferencias ecológicas vinculadas a la estabilidad y mezcla hidrodinámica. Este patrón es coherente con lo observado para el fitoplancton, donde las variaciones responden principalmente a cambios en la estructura de abundancia más que a diferencias en la composición taxonómica.

**Figura 20. Distribución Comparativa de la Abundancia Relativa de Clases Perifíticas en Sistemas Lénticos y Lóticos del Valle Medio del Magdalena.**



Fuente: ANLA, 2025.

#### 4.4.6. Análisis Integral

La integración de las diferentes comunidades hidrobiológicas del Valle Medio del Magdalena evidencia un patrón consistente de diferenciación entre sistemas lóticos y lénticos, fuertemente determinado por la dinámica hidrosedimentaria y la calidad del agua. En el plancton, tanto fitoplancton como zooplancton muestran señales de eutrofización moderada y aportes orgánicos, con predominio de diatomeas y rotíferos, mientras que los grupos mixotróficos (Euglenophyceae, Cyanophyceae) y géneros tolerantes (*Brachionus*, *Keratella*, *Diffugia*) indican presiones asociadas a actividades de hidrocarburos. Los macroinvertebrados refuerzan este patrón: los lóticos mantienen mayor diversidad funcional y un BMWP/Col superior (354), reflejo de mejores condiciones ecológicas y recambio hídrico continuo, mientras que los lénticos, con dominancia marcada de Chironomidae y puntajes menores (273), evidencian ambientes más estables, pero más susceptibles a la acumulación sostenida de cargas orgánicas y nutrientes. La respuesta de las macrófitas y la ictiofauna coincide con este gradiente: los lénticos registran mayor presencia de especies flotantes y palustres sensibles a procesos de eutrofización, mientras que los lóticos conservan géneros





reofílicos de alto valor ecológico y pesquero, cuya permanencia depende de la conectividad longitudinal y de un régimen de caudales no alterado. El perifiton, dominado ampliamente por Bacillariophyceae, actúa como integrador de las variaciones fisicoquímicas regionales y confirma el rol de la turbulencia y la luz en la diferenciación estructural entre sistemas.

En conjunto, las cinco comunidades —plancton, macroinvertebrados, macrófitas, peces y perifiton— reflejan un ecosistema funcionalmente diverso, pero con señales de presión antrópica acumulada. Los impactos derivados de proyectos de hidrocarburos, especialmente la alteración del régimen de caudales, el incremento de sedimentos finos, los aportes crónicos de nutrientes y la modificación de zonas de inundación, tienden a favorecer taxones oportunistas y a reducir la representatividad de especies sensibles clave para la integridad ecológica. Así, los sistemas lóticos, aunque exhiben mejor calidad actual, son altamente vulnerables a perturbaciones rápidas que afectan su conectividad y oxigenación; mientras que los lénticos acumulan impactos de manera progresiva, conduciendo a estados eutrofizados dominados por organismos tolerantes. Esta lectura integrada destaca la necesidad de monitoreo biológico multicomponente para anticipar cambios en la resiliencia ecosistémica y gestionar adecuadamente los efectos acumulativos sobre la estructura y funcionamiento acuático regional.

## **4.5. Análisis por Subzona Hidrográfica (SZH)**

A continuación, se presenta el análisis organizado por subzona hidrográfica (SZH), integrando los proyectos presentes en cada una y las obligaciones de monitoreo establecidas en sus respectivos actos administrativos:

### **4.5.1. SZH Río Sogamoso y SZH Río Opón**

Se localiza el proyecto LAM2249 (Superintendencia de Mares Campo La Cira-Infantas), el cual, bajo la Resolución 1514 de 2024, debe realizar el monitoreo de plancton, macroinvertebrados y macrófitas. La presencia de este proyecto en ambas subzonas permite relacionar la estructura de las comunidades hidrobiológicas con los posibles efectos acumulativos de actividades de explotación, especialmente sobre componentes sensibles como el fitoplancton y el perifiton.

### **4.5.2. SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena**

Se encuentran el proyecto Área de Perforación Exploratoria Valle Medio Magdalena Uno-APE VMM-1 (LAM5547), regulado mediante la Resolución 1304 de 2024, y el Campo de Producción y Desarrollo Oso Pardo (LAV0026-00-2015), ajustado por la Resolución 2710 de 2024. Ambos definen la obligación de monitorear plancton, macroinvertebrados y macrófitas. El carácter exploratorio y productivo de estas operaciones constituye un escenario relevante para





interpretar variaciones en la composición taxonómica y la calidad ecológica en esta subzona con sistemas de bajo caudal y alta sensibilidad.

#### **4.5.3. SZH Río Cimitarra y Otros Directos al Magdalena**

Se encuentra el proyecto Campos Petroleros Casabe y Peñas Blancas (LAM0855)

#### **4.5.4. SZH Directos al Magdalena Medio**

Se ubican los proyectos LAM0332 (Campo Producción Velásquez Ciénaga de Palagua) y LAM0232 (Campo Palagua), los cuales, bajo las Resoluciones 2358 de 2023 y 2131 de 2023, respectivamente, establecen de manera explícita la obligación de monitorear todas las comunidades hidrobiológicas. Esto incluye plancton, macroinvertebrados, macrófitas, perifiton, ictiofauna, lo que convierte a esta subzona en la de mayor cobertura potencial de información biológica, proporcionando una base comparativa robusta respecto a efectos acumulativos y presiones ambientales asociadas al desarrollo petrolero.

#### **Plancton (Fitoplancton – Zooplancton)**

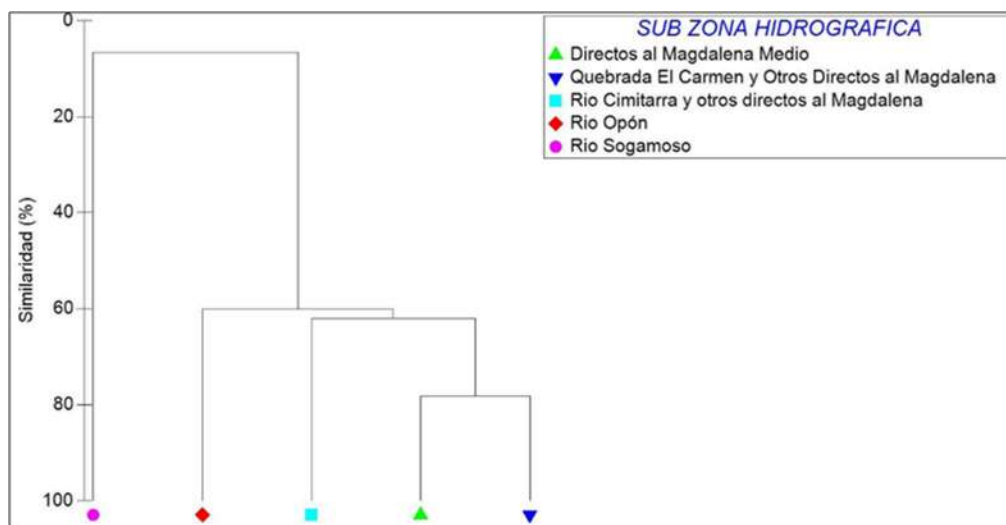
El dendrograma (Figura 7) muestra un agrupamiento claro entre cuatro de las cinco subzonas hidrográficas, con similitudes cercanas al 60%, lo que indica que la comunidad fitoplanctónica comparte una composición taxonómica comparable y que las diferencias responden principalmente a variaciones en abundancia. La alta similitud (78%) entre la SZH Directos al Magdalena Medio —donde operan los proyectos LAM0332 y LAM0232— y la SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena —con presencia de los proyectos LAM5547 y LAV0026-00-2015— se explica por perfiles dominados por Bacillariophyceae y aportes proporcionales de Cyanophyceae y Conjugatophyceae, reflejando condiciones hidrológicas semejantes, conectividad y un régimen de mezcla y nutrientes comparable.

Las mayores divergencias provienen de la SZH Río Sogamoso y la SZH Río Opón, ambas asociadas al proyecto LAM2249, donde se evidencia una marcada dominancia de Eustigmatophyceae (especialmente SZH Río Opón), Coscinodiscophyceae y Cyanophyceae (SZH Río Sogamoso) señal de condiciones hidrosedimentarias particulares vinculadas a regulación de caudales y quizás mayor estabilidad hidrológica. La separación de la SZH Río Cimitarra —con los proyectos LAM0855 (Campos Casabe y Peñas Blancas)— se asocia a una mayor proporción de Euglenophyceae y Bacillariophyceae, reflejo de ambientes con mayor carga orgánica y pulsos de nutrientes derivados de actividades petroleras y procesos de remoción de sedimentos. En conjunto, la distribución de proyectos hidrocarburíferos en cada SZH coincide con los patrones de abundancia relativa observados, sugiriendo que los impactos acumulativos —sedimentación, cambios en el régimen hídrico, aportes de nutrientes y variabilidad en la calidad del agua— modulan la estructura fitoplanctónica más por su intensidad y frecuencia que por cambios drásticos en la composición taxonómica.





**Figura 21. Análisis de agrupamiento (UPGMA) de las subzonas hidrográficas según la estructura biológica de fitoplancton.**



Fuente: ANLA, 2025.

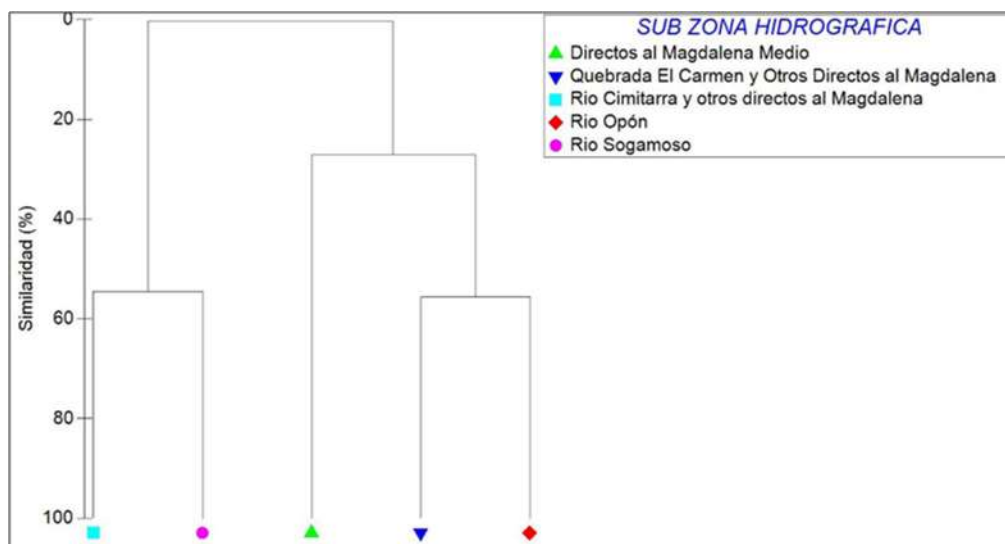
La comunidad zooplanctónica (Figura 8) evidencia dos núcleos de similitud en el Valle Medio del Magdalena: (i) la SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena y la SZH Río Opón, con un 56% de similitud, y (ii) la SZH Río Cimitarra y otros directos al Magdalena y la SZH Río Sogamoso con un 55%, sugiriendo respuestas comunitarias comparables frente a presiones ambientales. La dominancia de Rotifera en todas las SZH, especialmente en Directos al Magdalena Medio (60.86%) y SZH Río Opón (39.13%), refleja condiciones de alta productividad y mayor disponibilidad de recursos en sistemas con influencia léntica y zonas de remanso. En estas SZH se desarrollan actividades de los proyectos Campo Producción Velásquez Ciénaga de Palagua (LAM0332) y Campo Palagua (LAM0232). La mayor proporción de Arthropoda en SZH Quebrada Río Opón (43.11%) y SZH Río Sogamoso (39.21%).

En contraste, los aportes diferenciados de Amoebozoa, más altos en SZH Río Opón (17.66%) y SZH Río Sogamoso (12.54%), junto con la ocurrencia exclusiva de Ciliophora y Cercozoa, sugieren condiciones locales asociadas a mayor carga orgánica o variabilidad en oxigenación. La distribución restringida de Gastrotricha en la SZH Quebrada El Carmen (11%), la presencia de Nematoda en todas las SZH excepto en Directos al Magdalena Medio —con mayor representación en SZH Río Cimitarra (18%)— y el registro marginal de Tardigrada solo en SZH Río Opón y SZH Río Sogamoso, refuerzan la heterogeneidad ambiental entre subzonas. En conjunto, los patrones de similitud y composición sugieren que las presiones asociadas a los diferentes proyectos pueden influir de manera diferenciada en la estructura zooplanctónica, modulando las respuestas taxonómicas según gradientes de productividad, hidrodinámica y carga orgánica propios del Valle Medio del Magdalena.





**Figura 22. Análisis de agrupamiento (UPGMA) de las subzonas hidrográficas según la estructura biológica de zooplancton.**



Fuente: ANLA, 2025.

En conjunto, los patrones observados en el plancton indican la presencia de impactos acumulativos asociados al enriquecimiento de nutrientes y a la variabilidad fisicoquímica, con diferencias entre subzonas. Mientras que en SZH Río Opón, SZH Río Sogamoso y SZH Directos al Magdalena Medio las comunidades reflejan condiciones ecológicas aceptables, aunque con señales de estrés, en SZH Río Cimitarra y otros directos al Magdalena y SZH Quebrada El Carmen se evidencia una funcionalidad reducida, lo que indica que las condiciones ambientales en estas SZ favorecen taxones tolerantes.

### Macroinvertebrados Acuáticos

El dendrograma de similitud Bray–Curtis (Figura 9) evidencia dos ensamblajes diferenciados de macroinvertebrados. El primer grupo —SZH Río Sogamoso, SZH Directos al Magdalena Medio y SZH Río Opón— presenta una similitud del 59%, asociada a la presencia de familias de insectos indicadoras de mayor heterogeneidad de microhábitats y condiciones ambientales moderadas (Aeshnidae, Dryopidae, Hydraenidae, Leptohyphidae, Tipulidae). Estas subzonas presentan además una mayor cobertura de monitoreo y están influenciadas por operaciones de producción de hidrocarburos (proyectos LAM2249, LAM0332, LAM0232), cuyos efectos —aunque presentes— parecen menos restrictivos sobre la estructura comunitaria, reflejándose en valores esperados de BMWP/Col relativamente superiores.

El segundo grupo —SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena y SZH Río Cimitarra— muestra la menor similitud (35%) y las menores riquezas (39 y 28 familias), condición coherente con la presencia de más proyectos como VMM-1 (LAM5547), Oso Pardo (LAV0026) y Casabe–Peñas Blancas (LAM0855). La dominancia generalizada en todas las SZH de familias tolerantes (Chironomidae, Ceratopogonidae, Culicidae) y la pérdida de grupos

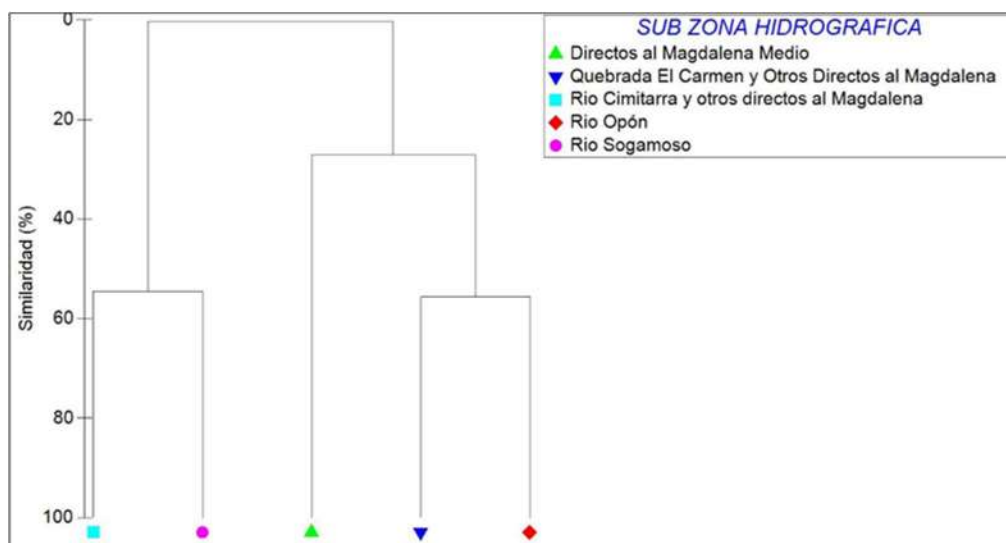




sensibles sugiere procesos de deterioro vinculados a impactos acumulativos —alteración de hábitats, colmatación, fluctuaciones en carga orgánica— que limitan la complejidad del ensamblaje. En conjunto, la segregación entre clústeres refleja tanto diferencias ambientales intrínsecas como el efecto combinado de presiones antrópicas persistentes en cada subzona.

Los resultados para el componente bentónico confirman la existencia de impactos acumulativos diferenciados por subzona. Las condiciones ecológicas se consideran aceptables en SZH Río Opón, SZH Río Sogamoso y SZH Directos al Magdalena Medio, donde persisten familias indicadoras y valores de BMWP/Col moderados; no obstante, en SZH Río Cimitarra y SZH Quebrada El Carmen se evidencian condiciones no aceptables, asociadas a dominancia de taxones tolerantes y baja capacidad de recuperación, sugiriendo que la estructura del hábitat y las presiones acumulativas condicionan la respuesta biológica observada en estas subzonas.

**Figura 23. Análisis de agrupamiento (UPGMA) de las subzonas hidrográficas según la estructura biológica de Macroinvertebrados Acuáticos.**



Fuente: ANLA, 2025.

### Macrófitas

El dendrograma de macrófitas (Figura 10) evidencia una muy similitud entre subzonas hidrográficas (25%), reflejando ensamblajes altamente específicos y condicionados por la estructura del hábitat, el régimen hidrológico y las presiones locales. La baja coincidencia en la composición (solo Poaceae y Cyperaceae compartidas en todas las SZH) es coherente con la marcada variabilidad físico-ambiental del valle aluvial del Medio Magdalena. Poaceae y Cyperaceae, familias con amplia tolerancia ecológica, estrategias colonizadoras y alta afinidad por orillas expuestas, áreas inundables y ambientes alterados, dominan en la SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena y en la SZH Río Opón, lo cual sugiere



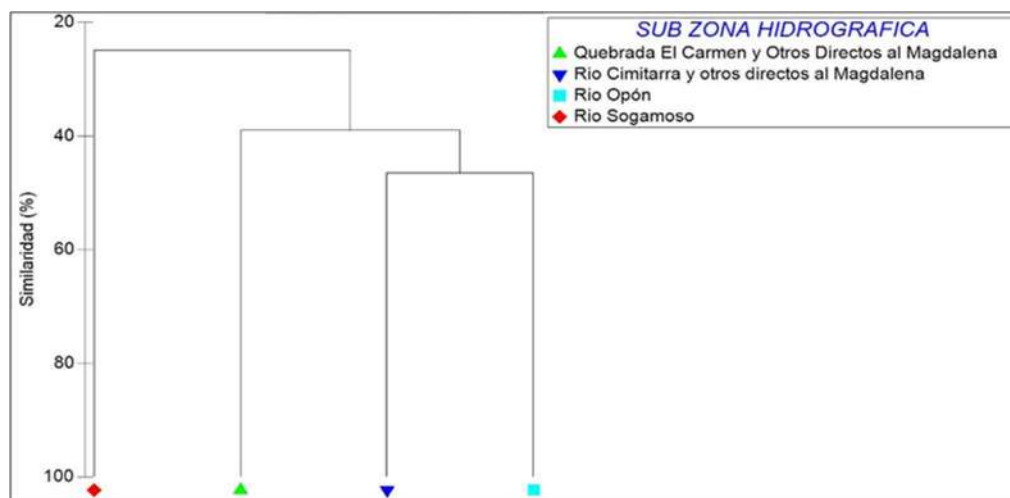


condiciones más perturbadas, con fluctuaciones hidrológicas, claros de luz y procesos de sedimentación asociados a la intervención antrópica. En contraste, la dominancia de Araceae en la SZH Río Cimitarra y otros directos al Magdalena indica ambientes más sombreados, con cauces lentificados y mayor estabilidad de microhábitats, mientras que la prevalencia de Pteridaceae en la SZH Río Sogamoso es indicadora de condiciones húmedas, bordes boscosos y suelos saturados, rasgos propios de zonas transicionales entre ribera y bosque ripario.

La distribución diferencial de estas familias parece responder a impactos acumulativos derivados de la actividad petrolera presente en todas las subzonas (proyectos LAM2249, LAM5547, LAV0026, LAM0855, LAM0332, LAM0232). Tales presiones —cambios en el patrón de inundación, apertura de corredores, compactación de suelos, aumento de sedimentos y modificación de la cobertura ribereña— generan respuestas divergentes en la vegetación acuática, favoreciendo grupos oportunistas (Poaceae, Cyperaceae) en áreas con mayor alteración y manteniendo ensamblajes más especializados (Araceae, Pteridaceae) en sectores donde los impactos son difusos, pero menos disruptivos.

La composición de macrófitas indica impactos acumulativos sobre el hábitat ribereño, con respuestas contrastantes entre subzonas. Mientras que en Río Opón y Río Sogamoso las condiciones pueden considerarse ecológicamente aceptables, en SZH Río Cimitarra y SZH Quebrada El Carmen la dominancia de especies oportunistas evidencia alteración sostenida del sistema reflejando procesos de alteración del hábitat ribereño asociados a la dinámica hidrológica y al uso del suelo.

**Figura 24. Análisis de agrupamiento (UPGMA) de las subzonas hidrográficas según la estructura biológica de Macrófitas Acuáticas.**



Fuente: ANLA, 2025.





## Fauna Íctica

El dendrograma que se muestra en la Figura 11 basado en abundancias a nivel de género muestra una muy baja similaridad ictiofaunística entre subzonas hidrográficas (8%), evidenciando ensamblajes altamente diferenciados y fuertemente modulados por las condiciones hidrológicas locales, la conectividad longitudinal y los gradientes de alteración. Únicamente *Astyanax* (sardianas), un género ampliamente tolerante y típico de sistemas con perturbación moderada, se mantiene presente en todas las SZH, actuando como un indicador de hábitats generalistas. Las SZH Río Opón y SZH Río Sogamoso conforman el agrupamiento de mayor similitud (65%), compartiendo 33 taxones, entre ellos géneros migratorios o de importancia pesquera como *Prochilodus* (Bocachico), *Triportheus* (Sardinas/arenca) y especies oportunistas como *Poecilia* (guppys). Estos patrones sugieren condiciones de mayor conectividad hidrológica y disponibilidad de microhábitats, lo cual se refleja también en los valores más altos de riqueza y diversidad (3,7 y 3,4 nits), consistentes con ambientes de mayor heterogeneidad ecológica.

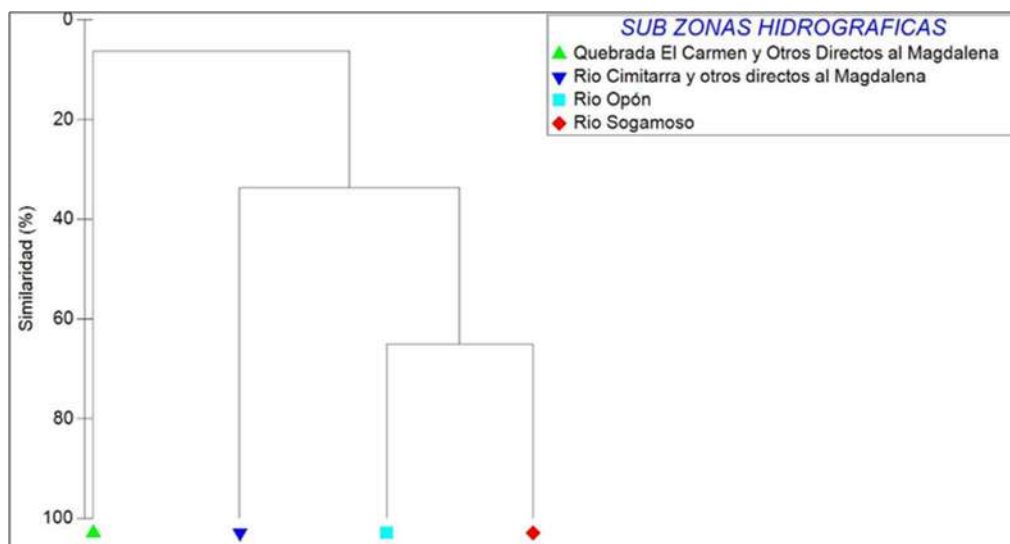
En contraste, la singularidad taxonómica en SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena (dominancia de *Astyanax*) y en SZH Río Cimitarra (presencia destacada de *Andinoacara*) sugiere sistemas con respuestas más marcadas a presiones locales, incluyendo modificaciones de cauce, sedimentación y cambios en la calidad del agua. La presencia de múltiples proyectos petroleros en todas las SZH (LAM2249, LAM5547, LAV0026, LAM0855, LAM0332, LAM0232) introduce un componente de impactos acumulativos que puede afectar rutas migratorias, incrementar la fragmentación funcional y modificar la estructura trófica de las comunidades ictiológicas. Tales presiones, aun cuando varían en intensidad entre subzonas, contribuyen a la divergencia observada en la configuración taxonómica, reforzando la necesidad de considerar la conectividad ecológica y la dinámica migratoria en la valoración de impactos y en la gestión de la ictiofauna del Magdalena Medio.

La ictiofauna evidencia impactos acumulativos que afectan principalmente la estructura funcional y la conectividad, más que la presencia total de especies. Las subzonas Río Opón y Río Sogamoso mantienen condiciones aceptables, aunque bajo presión; en contraste, en SZH Río Cimitarra y SZH Quebrada El Carmen los ensamblajes simplificados indican condiciones ecológicas limitadas y necesidad de reforzar las medidas de manejo, especialmente para especies sensibles y migratorias lo que evidencia restricciones funcionales asociadas a conectividad y disponibilidad de hábitat.





**Figura 25. Análisis de agrupamiento (UPGMA) de las subzonas hidrográficas según la estructura biológica de Ictiofauna.**



Fuente: ANLA, 2025.

### Perifiton

La comunidad de perifiton evidencia una similaridad cercana al 40% entre las subzonas hidrográficas, compartiendo seis clases y mostrando una fuerte dominancia de Bacillariophyceae, grupo estrechamente asociado a sustratos minerales estables (gravas, arenas compactas y rocas) y a condiciones de buena oxigenación. Las SZH Río Opón, Directos al Magdalena Medio y Río Sogamoso, con valores de diversidad entre 2,5 y 2,7 nits, conforman el clúster de mayor similitud (81%), lo que sugiere una mayor disponibilidad de sustratos inorgánicos y menor enturbamiento, facilitando el establecimiento de ensamblajes de diatomeas bien estructurados. Las diferencias observadas en las demás SZH pueden estar moduladas por variaciones en la heterogeneidad de microhábitats y por la cobertura y representatividad del esfuerzo de monitoreo, que condicionan la detectabilidad de los taxones y la estabilidad de los índices de diversidad (Figura 12).

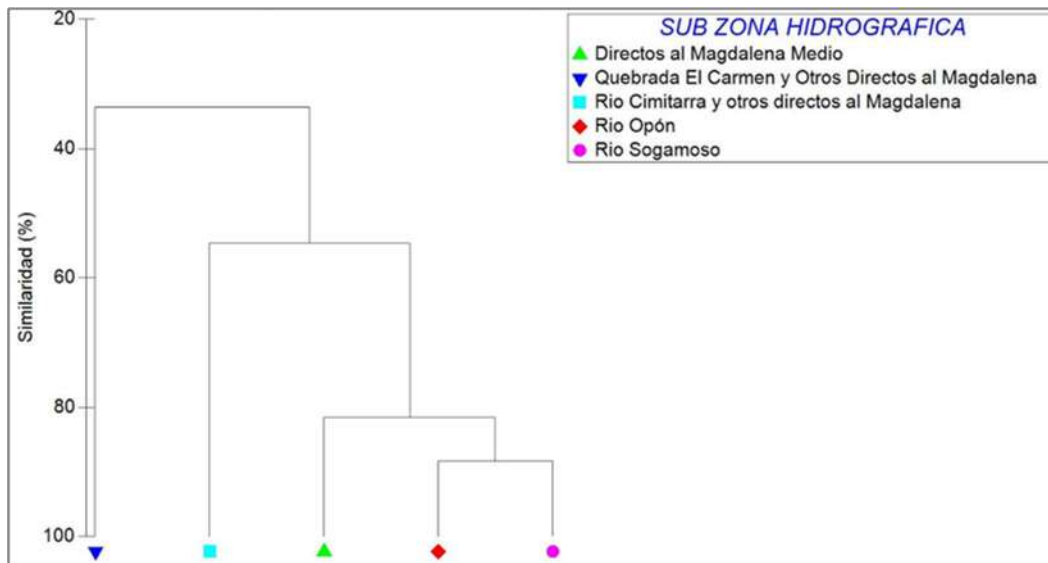
Desde la perspectiva de bioindicación, la elevada participación de diatomeas acompañada de diversidad intermedia indica sistemas con tendencias mesotróficas pero sensibles a incrementos de carga orgánica y sólidos en suspensión. Esto es particularmente relevante bajo el contexto de los diferentes proyectos hidrocarburíferos presentes en cada SZH (LAM2249 en Sogamoso–Opón; LAM5547 y LAV0026 en Quebrada El Carmen; LAM0855 en Cimitarra; LAM0332 y LAM0232 en Directos al Magdalena Medio), cuyas actividades pueden modificar la disponibilidad de sustratos duros, incrementar el material particulado fino y favorecer el crecimiento de formas oportunistas. En conjunto, los patrones de similitud reflejan una interacción entre estructura del hábitat (tipo de sustrato), presión antrópica local





y conectividad hidrológica, determinantes en la composición y estabilidad del perifiton en la región.

**Figura 26. Análisis de agrupamiento (UPGMA) de las subzonas hidrográficas según la estructura biológica del perifiton.**



Fuente: ANLA, 2025.

La integración de los distintos grupos biológicos revela patrones estructurales consistentes por subzona hidrográfica, donde la disponibilidad y estabilidad del hábitat, la conectividad longitudinal y la intensidad de las presiones antrópicas —especialmente las asociadas a los proyectos hidrocarburíferos (LAM0180, LAM0232, LAM0332, LAM0855, LAM1801, LAM2249, LAM4767, LAM5547 y LAV0026-00-2015)— modulan la composición y diversidad de los ensamblajes. Las SZH Río Opón, SZH Río Sogamoso y SZH Directos al Magdalena Medio conforman un núcleo ecológico relativamente coherente: comparten altas similitudes en perifiton (81%), mayores diversidades en ictiofauna y abundancias fitoplanctónicas dominadas por Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae y Cyanophyceae, junto con zooplancton caracterizado por Rotifera y Arthropoda. Este patrón sugiere sistemas con mayor heterogeneidad de microhábitats, presencia de sustratos minerales estables, conectividad hidrológica más funcional y un régimen hidrosedimentario menos fluctuante, pese a la influencia de campos petroleros. En estas subzonas, aunque existen presiones sostenidas, la intensidad y frecuencia de los disturbios no superan la capacidad de resiliencia de las comunidades, lo que explica la mayor diversidad y la presencia de taxones migratorios o sensibles (p. ej., *Prochilodus*, *Triportheus*, diatomeas). Asimismo, la coincidencia de macrófitas oportunistas (Poaceae, Cyperaceae) en sectores alterados y de familias más especializadas (Pteridaceae) en zonas con mayor amortiguación ambiental refuerza este gradiente de estabilidad ecológica.





En contraste, las SZH Río Cimitarra y SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena exhiben ensamblajes más empobrecidos, mayor singularidad taxonómica y menor similitud intergrupala, lo cual es consistente con una combinación de mayor carga orgánica, mayor variabilidad en calidad del agua, procesos de sedimentación e impactos asociados a actividades del sector hidrocarburos. Estas condiciones se reflejan en: (i) fitoplancton con mayor proporción de Euglenophyceae y grupos indicativos de eutrofización; (ii) zooplancton con mayor presencia de Amoebozoa, Ciliophora y Gastrotricha, vinculados a microhábitats poco oxigenados y con alta materia orgánica; (iii) macroinvertebrados dominados por familias tolerantes (Chironomidae, Ceratopogonidae, Culicidae) y valores inferiores de BMWP/Col; (iv) macrófitas dominadas por Poaceae y Cyperaceae, indicadoras de orillas inestables y perturbadas; y (v) ensamblajes de peces simplificados, con presencia marcada de *Astyanax* como índice de ambientes generalistas. La convergencia de estos patrones evidencia que la estructura biológica del Valle Medio del Magdalena responde a un gradiente regional de impacto acumulativo, donde la intensidad de las intervenciones, la alteración del régimen hidrológico y la disponibilidad de sustratos son los principales determinantes de la divergencia ecológica observada entre subzonas.

## **4.6. Correlación entre la calidad del agua y la estructura de las comunidades hidrobiológicas**

### **SZH Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena**

Las concentraciones de fósforo total y sólidos suspendidos totales (hasta 150 mg/l), junto con episodios de oxígeno disuelto crítico (<3 mg/l), configuran un escenario de alta presión fisicoquímica que se refleja de manera consistente en la estructura de las comunidades biológicas. El fitoplancton muestra mayor representación de Euglenophyceae y Bacillariophyceae, grupos asociados a ambientes con enriquecimiento orgánico y turbidez, mientras que el zooplancton presenta aportes particulares de Gastrotricha y dominancia de Rotifera, indicativos de sistemas productivos con microhábitats inestables. En macroinvertebrados, la baja riqueza y la dominancia de familias tolerantes refuerzan la señal de estrés ambiental.

Desde una perspectiva ecológica, esta subzona evidencia condiciones de calidad de agua comprometida, con procesos de eutrofización incipiente y perturbación física del hábitat que reducen la complejidad funcional del sistema. La presencia de múltiples proyectos hidrocarbúferos (LAM5547, LAV0026) sugiere impactos acumulativos asociados a aportes de sedimentos, nutrientes y alteraciones hidromorfológicas, que limitan la resiliencia ecológica y favorecen comunidades generalistas y oportunistas.





### **SZH Río Sogamoso**

El régimen fisicoquímico del río Sogamoso se caracteriza por una alta variabilidad hidrológica, con amplitudes marcadas en conductividad, turbiedad y oxígeno disuelto, parcialmente moduladas por la regulación del embalse hidroeléctrico. A pesar de episodios puntuales de hipoxia ( $<1$  mg/l), los promedios de oxígeno, SST y nutrientes se mantienen mayoritariamente dentro de criterios de calidad, lo que se traduce en comunidades biológicas relativamente estructuradas. El fitoplancton presenta dominancia de Coscinodiscophyceae y Cyanophyceae, mientras que el zooplancton muestra una proporción elevada de Arthropoda y Amoebozoa, reflejando condiciones productivas pero dinámicas.

Ecológicamente, esta subzona mantiene una funcionalidad ecosistémica intermedia a buena, con ensamblajes diversos de peces, macroinvertebrados y perifiton dominado por diatomeas, lo que sugiere adecuada oxigenación y disponibilidad de sustratos estables. No obstante, la regulación de caudales y la presencia del proyecto LAM2249 generan presiones crónicas que pueden amplificar impactos acumulativos a largo plazo, particularmente sobre procesos de conectividad longitudinal y transporte de sedimentos.

### **SZH Río Opón**

La subzona del río Opón presenta condiciones fisicoquímicas contrastantes, con promedios aceptables de oxígeno disuelto, pero con eventos extremos de hipoxia ( $<0,5$  mg/l), pH alcalino elevado y picos muy altos de sólidos suspendidos ( $>700$  mg/l). Este contexto favorece comunidades fitoplanctónicas dominadas por Eustigmatophyceae y Cyanophyceae, típicas de ambientes con estabilidad hidrológica relativa y alta carga particulada. El zooplancton evidencia alta participación de Arthropoda y Amoebozoa, junto con registros exclusivos de Tardigrada, lo que indica heterogeneidad ambiental y microhábitats contrastantes.

Desde la interpretación ecológica, el río Opón funciona como un sistema altamente productivo pero vulnerable, donde la conectividad con humedales y ciénagas sostiene alta diversidad ictiofaunística y perifítica, pero donde los impactos acumulativos asociados a actividades petroleras y a la dinámica de sedimentos generan condiciones fluctuantes de calidad del agua. Esta combinación explica la coexistencia de ensamblajes relativamente diversos con señales claras de estrés episódico.

### **SZH Río Cimitarra**

Los valores elevados de fósforo (0,37 mg/l), nitratos (0,99 mg/l) y sólidos suspendidos totales (promedio cercano a 300 mg/l, con máximos de 1200 mg/l) posicionan al río Cimitarra como una de las subzonas con mayor presión fisicoquímica. Estas condiciones se reflejan en comunidades fitoplanctónicas con mayor presencia de Euglenophyceae, zooplancton con





altos aportes de Nematoda y Amoebozoa, y macroinvertebrados dominados por familias tolerantes, junto con los valores más bajos de BMWP/Col.

Ecológicamente, esta subzona muestra signos consistentes de deterioro ambiental, con pérdida de complejidad estructural, simplificación trófica y dominancia de macrófitas oportunistas (Poaceae, Cyperaceae). La convergencia de presiones asociadas a sedimentación, carga orgánica y proyectos petroleros (LAM0855) sugiere impactos acumulativos que superan la capacidad de amortiguación del sistema, afectando su funcionalidad y estabilidad a largo plazo.

### **SZH Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare**

Esta subzona presenta las mayores concentraciones de fósforo total y ortofosfatos, evidenciando un estado de eutrofia generalizada, aunque con niveles relativamente bajos de sólidos suspendidos y concentraciones variables de oxígeno disuelto. Estas condiciones favorecen una alta productividad primaria, reflejada en comunidades fitoplanctónicas dominadas por Bacillariophyceae y Cyanophyceae, y zooplancton con marcada dominancia de Rotifera, típico de sistemas con influencia léntica y zonas de remanso.

Desde una perspectiva ecológica, los Directos al Magdalena Medio corresponden a un sistema altamente productivo, pero funcionalmente tensionado, donde la elevada disponibilidad de nutrientes impulsa la biomasa, pero la variabilidad del oxígeno disuelto representa un factor limitante para organismos sensibles. La coexistencia de proyectos LAM0332 y LAM0232 introduce presiones acumulativas que, si bien no han colapsado la estructura comunitaria, incrementan el riesgo de hipoxia, floraciones algales y pérdida de calidad ecológica en el mediano plazo.

### **Consideración general**

El análisis integrado de las variables fisicoquímicas y de los distintos ensamblajes biológicos (fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados, macrófitas e ictiofauna) evidencia que el Valle Medio del Magdalena presenta un gradiente regional de calidad ecológica, determinado principalmente por la disponibilidad y estabilidad del hábitat, la conectividad hidrológica y la intensidad de las presiones antrópicas acumulativas. Las subzonas Río Opón, Río Sogamoso y Directos al Magdalena Medio conservan, en términos generales, una funcionalidad ecosistémica intermedia a alta, caracterizada por estados tróficos mesotróficos a eutróficos, ensamblajes relativamente diversos y presencia de taxones indicativos de hábitats heterogéneos, lo que sugiere que, pese a las intervenciones existentes, los sistemas aún mantienen capacidad de amortiguación y resiliencia ecológica.

En contraste, las subzonas Río Cimitarra y Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena evidencian condiciones de mayor vulnerabilidad ambiental, con eutrofia más marcada, oxigenación inestable, elevada carga de sedimentos y comunidades biológicas





simplificadas, dominadas por taxones tolerantes y oportunistas. La convergencia de estos patrones indica que los impactos asociados a actividades hidrocarburíferas, sumados a procesos hidrosedimentarios naturales y modificaciones del régimen hidráulico, actúan de forma sinérgica, superando en algunos sectores la capacidad de recuperación del sistema.

#### **4.7. Consideración general hidrobiota**

En el marco de la estrategia regional de monitoreo, la integración del inventario de proyectos del sector de hidrocarburos, su estado de licenciamiento y la distribución espacial de presiones permite identificar un conjunto de impactos acumulativos que afectan directamente la composición, estructura y funcionamiento de las comunidades hidrobiológicas del Magdalena Medio. La coincidencia de múltiples operaciones en un mismo corredor hídrico incrementa la probabilidad de alteraciones en la calidad del agua — producto de descargas autorizadas, aportes urbanos y escorrentías con carga orgánica y sedimentos— y amplifica cambios hidromorfológicos asociados a procesos de remanso, colmatación y modificación del patrón de transporte en caños y ciénagas. A ello se suma la afectación de la conectividad acuática y la fragmentación de hábitats claves para peces y mamíferos acuáticos, reduciendo la resiliencia ecológica y la capacidad de recuperación de los sistemas. Considerando la densidad de proyectos y usos en el entorno, la sensibilidad de los ecosistemas asociados y las condiciones hidrológicas descritas se concluye que la probabilidad de ocurrencia de impactos acumulativos sobre las comunidades hidrobiológicas en el área es alta, con mayor criticidad en los cuerpos de agua lénticos y en tramos lóticos de baja renovación, por su menor capacidad de intercambio y su función de tránsito hacia otros ecosistemas.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El análisis realizado incluye únicamente los parámetros fisicoquímicos en la matriz de agua e hidrobiológicos, obtenidos a partir de monitoreos realizados en el periodo 2020 a 2025 y reportados por NUEVE (9) expedientes del sector de hidrocarburos dentro de los ICA, radicados y Base de Datos Corporativa correspondientes a este periodo. Aunque se llevaron a cabo revisiones y validaciones de los datos, con las cuales se realizó el descarte de aquellos que no se encontraban dentro de los valores plausibles, no contaban con valor o punto asociado, sin embargo, el alcance de este documento no contempla corroborar los datos presentados por las empresas respecto de los soportes entregados. Adicionalmente, se identificaron atípicos estadísticamente y no se determinó si estos corresponden a valores





reales o errores en el reporte. Por lo anterior, los análisis aquí presentados pueden tener limitaciones al no tener en cuenta información adicional o una verificación detallada de los datos proporcionados por los expedientes.

El análisis fisicoquímico y microbiológico de los **cuerpos de agua lóticos** localizados en la **Subzona Hidrográfica de la Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena** revela que, si bien varios parámetros se encuentran dentro de los objetivos de calidad establecidos por Corpocesar, mientras que otros presentan excedencias que podrían incidir en la integridad ecológica del ecosistema. De los resultados destacados se tienen los Coliformes Totales con concentraciones de promedio de una 7007,895 NMP/ml, relacionado con contaminación fecal, potencialmente asociada a actividades ganaderas o vertimientos domésticos.

En los cuerpos lóticos de la Subzona Hidrográfica de la Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena se observa una disminución en la DBO, DQO, Coliformes Totales y Sólidos Suspendidos Totales, en el periodo (2020 – 2023), lo cual se asocia a una mejora en la calidad del agua, sin embargo, el Oxígeno Disuelto presentó también este comportamiento, llegando a niveles que afectan la vida acuática, no obstante, los datos obtenidos para el 2023 corresponde únicamente a algunos puntos del expediente LAV0026-00-2015, por lo que, no es posible establecer que sea una generalidad de los cuerpos de agua lóticos en la Subzona Hidrográfica.

En cuanto a los **cuerpos de agua léticos** localizados en la **Subzona Hidrográfica de la Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena**, análisis realizado muestran condiciones aceptables, debido al cumplimiento de los objetivos de calidad en la mayoría de los parámetros, no obstante, en algunos casos se presentan concentraciones por fuera de los rangos objetivo, que podrían afectar el funcionamiento de los ecosistemas. Al igual que en los cuerpos lóticos, la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno se reportan en concentraciones asociadas a la presencia compuestos químicos oxidables en el agua y materia orgánica que, en sus procesos de degradación involucran el Oxígeno Disuelto, reduciendo su disponibilidad para la vida acuática.

El Oxígeno Disuelto, con promedio de 5,773 mg/l se encuentra en concentraciones aceptables para la supervivencia de la hidrobiota. La presencia de coliformes totales, con promedio de 2482,100 NMP/100 ml y un máximo de 4100,000 NMP/100 ml, puede deberse a actividades ganaderas o vertimientos domésticos. En cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales, con promedio de 17,250 mg/l, se encuentra en menores concentraciones respecto a lo observado para los cuerpos lóticos, como se espera en los cuerpos léticos, en los que las partículas se asientan lentamente en el lecho por gravedad, de esta manera, para el parámetro objeto de análisis no se registran valores por fuera de los esperado (atípicos) o que presenten criticidad.





Los parámetros Fenoles, Grasas y Aceites y Sólidos sedimentables, se encuentran en concentraciones inferiores a los límites de detección establecidos en los ensayos de laboratorio.

Con respecto a los resultados para los **cuerpos de agua lóticos de la subzona hidrográfica del río Sogamoso** se destaca una variación de sólidos suspendidos y turbidez amplia, de 4.33 mg/l a 123 mg/l y de 2.4 NTU a 63.9 NTU, lo cual sugiere pulsos de caudales con diferente carga sólida, que podría estar asociado a la regulación efectuada por el Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso. Con respecto a los **cuerpos de agua lénticos**, se observan variaciones importantes de la conductividad eléctrica de 22  $\mu\text{S/cm}$  y 240  $\mu\text{S/cm}$ , y que se considera están asociadas a dinámicas estacionales de las ciénagas y lagos con los cuerpos de agua tributarios.

Sobre los resultados para los **cuerpos de agua lóticos y los cuerpos de agua lénticos de la subzona hidrográfica del río Opón** se resalta que, a diferencia de las demás subzonas hidrográficas, los cuerpos de agua lénticos presentan conductividades más altas. En lo particular, los cuerpos de agua lénticos presentan también altos valores de pH que se consideran asociados a la presencia de aniones mayoritarios como bicarbonatos, carbonatos, sulfatos o cloruros, por lo cual se considera importante que en el seguimiento a los proyectos que se localicen en esta subzona hidrográfica se debe prestar una atención detallada al cumplimiento de máximos permisibles y dinámicas sobre estos parámetros.

Con relación a los resultados para los **cuerpos de agua lóticos y lénticos de la subzona hidrográfica del río Cimitarra**, se observa un comportamiento diferente a las subzonas hidrográficas localizadas en el margen derecho del río Magdalena. Las conductividades son en promedio 138.45  $\mu\text{S/cm}$  en cuerpos de agua lóticos y 97.90  $\mu\text{S/cm}$  en cuerpos de agua lénticos; los valores de pH son inferiores también.

Los resultados de calidad del agua obtenidos para los **cuerpos lóticos** objeto de análisis en la **subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare**, muestran condiciones adecuadas en varios de los parámetros evaluados; sin embargo, algunos exceden los límites máximos permitidos establecidos en los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario (Artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6. del Decreto 1076 de 2015), o se encuentran en niveles críticos para la vida acuática.

Acorde con los resultados de análisis integral de la calidad del recurso hídrico en la Cuenca Valle Medio Magdalena permite concluir que el Hierro constituye el parámetro de mayor incidencia y variabilidad en la región, presentando concentraciones elevadas de manera transversal en todas las subzonas, aunque, para los últimos años, estas han venido disminuyendo. Se destacan particularmente los **cuerpos lóticos y lénticos del Río Opón**, así como los **cuerpos lóticos del Río Cimitarra**. Por consiguiente, es importante que las





estrategias de manejo ambiental se orienten a identificar si las altas concentraciones persisten y establecer medidas adicionales para garantizar niveles adecuados.

De manera paralela, aunque se evidenció estabilidad en la mayor parte de los datos registrados, persisten alertas focales significativas por la presencia de metales, ya sea por condiciones naturales o por la ocurrencia de eventos puntuales de vertimiento o alteraciones del fondo, más que una contaminación sistémica sostenida. Para abordar esta variabilidad, se es importante revisar en detalle los resultados reportados por los proyectos, de manera tal que sea posible identificar las posibles fuentes, así mismo, es fundamental que se definan objetivos de calidad de agua superficial expresados en mg/l para estos parámetros, con el fin de fortalecer las medidas para garantizar la protección del recurso hídrico, de manera tal que se atiendan las necesidades particulares asociadas a la prestación de los servicios ecosistémicos

Los Coliformes Totales, muestran un máximo de 35000,000 NMP/100ml que excede significativamente el máximo permitido. Las concentraciones encontradas están asociadas a manejo inadecuado de las aguas residuales domésticas, así como de las actividades de cría de ganado, lo que resulta en la limitación del uso del recurso para actividades domésticas y agrícolas. Respecto al Oxígeno Disuelto, las concentraciones observadas (promedio de 3,407 mg/l) reflejan condiciones críticas para la vida acuática.

Las proporciones de DBO/DQO muestran procesos con incidencia de residuos de tipo inorgánico en estos cuerpos de agua, relacionados con actividades pecuarias que se desarrollan en la zona y pueden estar asociados a los bajos niveles de oxígeno disuelto reportados. Los Sólidos Suspendidos Totales refleja una buena calidad del agua, con bajo contenido de sólidos suspendidos que favorecen la conservación de comunidades acuáticas.

En resumen, los cuerpos lóticos de la Subzona Hidrográfica de la Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare muestran una disminución en la dispersión de los datos a partir de 2024, asociado a la cantidad y diversidad de puntos empleados para los análisis. No obstante, los resultados de Oxígeno Disuelto, DQO y Sólidos Suspendidos Totales dan cuenta de un estado crítico en los cuerpos de agua lóticos, con características negativas que pueden dificultar la supervivencia de la vida acuática.

En cuanto a los resultados de calidad del agua para los **cuerpos lénticos** objeto de análisis en la **subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare**, muestran condiciones adecuadas en varios de los parámetros evaluados; con únicamente un parámetro en incumplimiento de los criterios de calidad para los usos agrícola y pecuario (Artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6. del Decreto 1076 de 2015).

No obstante, el comportamiento general de los parámetros en el tiempo da cuenta de aguas lénticas de calidad regular, puesto que para el último año evaluado se presentan cambios





respecto a los años anteriores asociados a una peor calidad, con el aumento de Coliformes Totales, DQO, Fósforo, Ortofosfatos y Nitratos, mientras que se muestra una disminución del Oxígeno Disuelto. Los Sólidos Suspendidos Totales y Nitritos presentan una disminución notoria, siendo esto un aspecto positivo para los ecosistemas acuáticos en estos cuerpos de agua.

De otra parte, los límites de detección empleados en la medición de varios de los parámetros limitan la posibilidad de realizar comparaciones espacio temporales, entre expedientes y establecer correlaciones entre diferentes parámetros, en este sentido, es necesario que los resultados entregados presenten uniformidad en cuanto a las órdenes de magnitud, empleando los menores valores posibles.

Finalmente, teniendo en cuenta que, a partir del 2023, año en el que se estandarizaron los datos para los expedientes LAM5547 y LAV0026-00-2015, es posible que se hayan presentado cambios importantes en los parámetros analizados con anterioridad, por lo que es importante que en los seguimientos realizados para cada uno de los proyectos se evalúen las condiciones particulares y más recientes con el fin de establecer los aportes de estos a las condiciones de la Subzona hidrográfica.

## 5.1. RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL DIRIGIDAS A SSLA

Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
General	El expediente LAV0026-00-2015 realizó y presentó los monitoreos del recurso hídrico superficial del periodo 2024, según se evidenció en Concepto Técnico de Seguimiento No. 4588 del 26 de junio de 2025. No obstante, la Sociedad no incorporó los resultados de los monitoreos establecidos en el Modelo de Almacenamiento Geográfico – MAG, el cual, con relación al componente hídrico superficial solo contenía los puntos de monitoreo, sin presentar las tablas de “MuestreoFisicoquim” y “Param” por lo cual, no fue posible obtener información de estos en el anexo cartográfico.	Se recomienda llevar a cabo la verificación del cumplimiento de las obligaciones relacionadas con la presentación de los resultados mediante el Modelo de Almacenamiento Geográfico – MAG en la totalidad de los proyectos, toda vez que los monitoreos realizados en el marco de la Estrategia de Monitoreo, aunque no se hayan impuesto obligaciones específicas de esta, son parte integral del PMA.
	Se evidencia en el análisis de algunos parámetros, que para la estimación de	Se recomienda para los seguimientos de los expedientes asociados con la





Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
	<p>los valores se emplearon límites de detección, de métodos analíticos, que no permiten la comparación con la normativa respectiva, así como con los objetivos de calidad aplicables.</p>	<p>estrategia, evaluar y realizar los requerimientos necesarios para asegurar que los límites de detección de los métodos analíticos empleados por los laboratorios permitan la comparación con la normatividad y criterios de calidad objetivos de calidad aplicables.</p>
	<p>Se encontraron valores atípicos en los parámetros de Coliformes Totales, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Nitratos y Oxígeno Disuelto en las Subzonas Hidrográficas Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare y Qda El Carmen y Otros Directos al Magdalena</p>	<p>Se recomienda revisar la consistencia del reporte de datos realizado en los ensayos de laboratorio, informe de laboratorio, ICA y MAG para el parámetro de Coliformes Totales, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Nitratos, Oxígeno Disuelto.</p>
	<p>Se encontraron valores de parámetros como Coliformes Totales, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Grasas y Aceites entre otros, por encima de los límites máximos permitidos o en valores considerados atípicos en los cuerpos de agua objeto de análisis</p>	<p>Se recomienda llevar a cabo el seguimiento detallado a los efluentes de las plantas o sistemas de tratamiento, con el fin de verificar el cumplimiento de la Resolución 631 de 2015, considerando el impacto que tienen los vertimientos en la calidad de los cuerpos de agua receptores.</p>
<p>LAV0026-00-2015 y LAM5547</p>	<p>Se superó el objetivo de calidad en los parámetros Coliformes Totales, DBO, DQO Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos Totales de la Subzona Hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena</p>	<p>Revisar la concentración de Coliformes Totales, DBO, Grasas y Aceites, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos Totales, en donde superó el objetivo de calidad.</p>
<p>LAM2249, LAM0180, LAM0232, LAM0332, LAM0855, LAM5547 y LAV0026-00-2015</p>	<p>Se evidenció que el Hierro constituye la mayor afectación transversal en la cuenca, alcanzando niveles por encima de los valores de referencia (Artículo 2.2.3.3.9.5 Criterios de calidad para uso agrícola del Decreto 1076 de 2015) en la mayoría de las subzonas hidrográficas.</p>	<p>Se recomienda llevar a cabo el análisis temporal y espacial de las concentraciones de Hierro con el fin de establecer las causas de las concentraciones que superaron el valor de referencia y, de necesitarse, implementar medidas correctivas.</p>
<p>LAM0332, LAM0232 y LAM1801</p>	<p>Se superó el límite establecido como criterio de calidad en el parámetro Coliformes Totales en la subzona hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare</p>	<p>Se recomienda revisar la concentración de Coliformes Totales, en donde superó el objetivo de calidad.</p>
<p>LAM0332 y LAM0232</p>	<p>Se observó una tendencia a la disminución en el parámetro de Oxígeno Disuelto y un aumento en los</p>	<p>Se recomienda realizar análisis temporal y espacial de los parámetros Oxígeno Disuelto, Fósforo Total y Ortofosfatos sobre cuerpos de agua, con el fin de</p>





Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
	parámetros de Fósforo Total y Ortofosfatos	establecer las causas de los valores reducidos en estos parámetros, y de ser el caso proponer las medidas correctivas necesarias.
LAM2249, LAM0180,	Se observaron altas conductividades y pH en las ciénagas Palotal, La Cira y el complejo de humedales Juan Esteban, que superan inclusive las conductividades identificadas en los cuerpos de agua lóticos, lo cual sugiere variaciones de los aniones mayoritarios de los cuerpos de agua lénticos.	Se recomienda efectuar especial atención en el comportamiento de los compuestos bicarbonatos, carbonatos, sulfatos y cloruros.  En adición, las actividades relacionadas con recuperación, restauración o remediación de ciénagas deben incluir como mínimo, el monitoreo de estos parámetros.
GENERAL HIDROBIOTA	<p>En el contexto de la información reportada por proyectos licenciados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en la región del Valle Medio Magdalena, es crucial abordar y corregir varias situaciones identificadas durante la revisión de datos. A continuación, se presentan recomendaciones específicas para mejorar la calidad y precisión de la información para el componente hidrobiológico:</p> <p><b>Revisión de Comunidades Reportadas en Unidades no Correspondientes:</b> Se ha observado que para comunidades hidrobiológicas se reportan las densidades en unidades de medida que no corresponden a las correctas para cada comunidad.</p> <p><b>Corrección de Errores e Inconsistencias Taxonómicas:</b> Se han detectado errores e inconsistencias taxonómicas en los reportes para todos los grupos de organismos.</p> <p><b>Corrección de Datos Anómalos:</b> Se han encontrado valores “anómalos”, como valores extremadamente altos o</p>	<p>Se recomienda estandarizar las unidades de reporte según corresponda. el correcto uso y la estandarización de las unidades para las comunidades hidrobiológicas al momento de diligenciar la GDB. Se sugiere lo siguiente:</p> <p><b>Fitoplancton y zooplancton</b> se reporten en ind/ml  <b>Perifiton</b> ind/cm<sup>2</sup>  <b>Macroinvertebrados Acuáticos</b> ind/m<sup>2</sup>  <b>Peces (macrofauna)</b> unidades  <b>Macrófitas</b> unidades (aclarar si se estiman % de cobertura)</p> <p>Se recomienda realizar una verificación y validación de estos datos. Es importante aplicar controles de calidad rigurosos durante la recolección y el análisis de datos para evitar la inclusión de datos erróneos o no representativos.</p> <p>Se recomienda revisar las asignaciones de taxones a comunidades específicas y corregir cualquier discrepancia. Se debe asegurar de que los taxones reportados se ajusten a las comunidades ecológicas documentadas.</p> <p><i>La implementación de estas recomendaciones contribuirá a mejorar la</i></p>





Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
	<p>densidades reportadas en cero, que pueden indicar errores en la recolección o análisis de datos. Se recomienda realizar una verificación y validación de estos datos.</p> <p><b>Revisión de Taxones Reportados en Comunidades Incorrectas:</b> Se ha identificado que algunos taxones han sido reportados en comunidades que no corresponden a su naturaleza o características ecológicas (especies de peces reportadas en perifiton o taxones de fitoplancton reportados en zooplancton).</p>	<p><i>calidad y precisión de los datos reportados por los proyectos licenciados en la región del VMM. Una atención meticulosa a la estandarización de unidades de medida, la corrección de errores taxonómicos, la validación de datos anómalos y la revisión de la asignación de taxones garantizará una mejor comprensión del estado ambiental y apoyará la toma de decisiones informada para la gestión sostenible de los recursos acuáticos.</i></p>
LAM0232	<p>Para el 2024 se realizó durante dos épocas del año los monitoreos de comunidades hidrobiológicas en la Ciénaga de Palagua en los puntos establecidos. No se presenta la caracterización de los cuerpos de agua lóticos Caño Palagua y Caño Agualinda ni en los cuerpos lénticos diferentes a la ciénaga de Palagua Lent-13, Lent-14, Lent-15, Lent-16</p>	<p>Se recomienda llevar a cabo la verificación del cumplimiento de las obligaciones relacionadas con la presentación de los resultados mediante el Modelo de Almacenamiento Geográfico – MAG, toda vez que los monitoreos realizados en el marco de la Estrategia de Monitoreo son parte integral del PMA.</p>
LAM4757	<p>De acuerdo con lo reportado en el ICA 14 (periodo 2024), no se hizo uso del permiso de captación de agua superficial ni de vertimientos en el río Lebrija. Adicional, no se realizaron construcciones de vías de acceso que implicaran la afectación de los cuerpos de agua aledaños al proyecto. En este sentido, no se reportan datos hidrobiológicos para el río Lebrija (MSP-LAM4767-0001)</p>	<p>Se sugiere evaluar mecanismos para asegurar la trazabilidad y continuidad de las obligaciones asociadas al componente hidrobiológico.</p>
LAM5547	<p>Durante la revisión del ICA 23 correspondiente al periodo 2024, se identificó la ausencia de información asociada a los monitoreos hidrobiológicos establecidos como obligación dentro de la Estrategia de Monitoreo Ambiental. Esta omisión representa un incumplimiento parcial frente a los componentes técnicos</p>	<p>Se considera necesario que los registros completos de los monitoreos hidrobiológicos —incluyendo todos los elementos bióticos definidos en los diseños aprobados— sean integrados y reportados de manera adecuada en el siguiente ICA. Esto con el fin de garantizar la trazabilidad, la consistencia y la integridad de la información ambiental</p>





Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
	requeridos para la evaluación continua del estado ecológico de los sistemas acuáticos.	requerida para el cumplimiento normativo

## 5.2. RECOMENDACIONES DE CARÁCTER REGIONAL PARA EXTERNOS (SI APLICA)

Situación evidenciada	Recomendación
No se cuenta con objetivos de calidad para los cuerpos de agua Caño Agualinda, Caño Palagua y Ciénaga de Palagua en jurisdicción de Corpoboyacá	Se recomienda a las autoridades ambientales definir los objetivos de calidad para los cuerpos de agua de su jurisdicción, de manera que, en cumplimiento de estos, se establezcan medidas que atiendan las necesidades particulares asociadas a la prestación de los servicios ecosistémicos.
Se evidenció una tendencia al incremento en varios de los parámetros evaluados en los cuerpos lóticos y lénticos de la Subzona Hidrográfica Directos al Magdalena Medio entre Ríos Negro y Carare, principalmente en Coliformes Totales, DQO, Fósforo, Nitratos y una disminución significativa en el Oxígeno Disuelto.	Se recomienda a las autoridades ambientales revisar los estudios ambientales y en las modelaciones de calidad del agua el análisis de parámetros bajo diferentes épocas climáticas cuando se presenten solicitudes de permiso de vertimientos sobre fuentes hídricas superficiales en la subzona hidrográfica.
Se encontraron importantes concentraciones en parámetros como Coliformes Totales en el periodo 2020 – 2025, por encima de los criterios de calidad establecidos en el Decreto 1076 de 2015	Se recomienda a las autoridades ambientales competentes ejercer un mayor control frente al desarrollo de actividades antrópicas asociadas con el sector pecuario y agrícola.
No se cuenta con objetivos de calidad asociados a metales	Se recomienda a las autoridades ambientales competentes Incluir objetivos de calidad para metales en los instrumentos regionales

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1.] ANLA, 2018. Estandarización de Parámetros y Frecuencias de Monitoreo de Aguas superficiales para los proyectos en la Región del Valle Medio Magdalena –Documento Técnico de Formulación. Bogotá.
- [2.] ANLA, 2016. Reporte de Alertas de la Zona Sur de la Cuenca Valle Medio Magdalena – ZSVMM. Bogotá.



- [3.] CORPOCESAR, 2024. Resolución 219 del 17 de abril de 2024, “*Por medio de la cual se ajustan los objetivos de calidad a mediano y largo plazo para los cuerpos de agua superficiales en jurisdicción de Corpocesar para el periodo 2024 - 2029*”.
- [4.] MADS, 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- [5.] Posada, Mojica, Pino, & Bustamante, 2013. Establecimiento de índices de calidad ambiental de ríos con bases en el comportamiento del oxígeno disuelto y de la temperatura. Aplicación al caso del río Medellín, en el Valle de Aburrá en Colombia.
- [6.] Rodier J, Legube B, Merlet N. 2010. Análisis del agua. Barcelona.
- [7.] Roldan G, Ramírez J. 2008. Fundamentos de limnología Neotropical. Rionegro.
- [8.] Tarradellas, J. ,2006. Red de Calidad del Agua de los Ríos de Colombia. Lausanne.
- [9.] VOLLENWEIDER, R. A., 1968. Water management research. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. Organization for Economic Co-operation and Development. Directorate for Scientific Affairs. Paris.
- [10.] Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D., Tsuchihashi, R., Abu-Orf, M., Bowden, G., Pfrang, W., 2013. Wastewater engineering: Treatment and Resource Recovery, 5th ed. McGraw-Hill Education, New York, NY.

## **VII. ANEXOS**

Anexo 1. Órdenes judiciales y sancionatorios

Anexo 2. Localización de los puntos de monitoreo