



Autoridad Nacional  
de Licencias Ambientales



# **INFORME DEL ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES: ESTRATEGIA DE MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL EN LA BAHÍA DE CARTAGENA Y EL CANAL DEL DIQUE**

*Aplicación de la Fase IV: análisis de  
información (2023 - 2025)*

# **DICIEMBRE**

# *2025*

Irene Vélez Torres  
**Directora 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 implementación  
regional**  
**Componente hídrico superficial**

Diego Andrés Pinzón González  
Shadia Bethsua Molina Rojas  
Ludy Nataly Forero Gómez  
**Profesionales de  
implementación regional**  
**Componente hídrico superficial**

# Tabla de contenido

GLOSARIO .....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Condición de lugar .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Condición de tiempo .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3. Condición de modo .....</b>	<b>12</b>
<b>2. ANÁLISIS REGIONAL DE CALIDAD DEL AGUA EN LA BAHÍA DE CARTAGENA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Información analizada .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1 Hidrodinámica de la bahía de Cartagena .....</b>	<b>15</b>
2.2.2 Objetivos de calidad de la bahía de Cartagena .....	17
<b>2.2.3 Resultados estadísticos y tendencia de parámetros oceánicos en profundidad .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.4 Análisis de parámetros de calidad del agua marina en superficie .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.5 Análisis de parámetros de calidad del agua marina en columna intermedia .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.6. Análisis de parámetros de calidad del agua marina en profundidad .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.7 Análisis de parámetros de calidad de sedimentos marinos .....</b>	<b>34</b>
<b>3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Conclusiones .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2. Recomendaciones de carácter regional .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.1. Recomendaciones de carácter regional dirigidas a SELA.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.2. Recomendaciones de carácter regional dirigidas a SSLA.....</b>	<b>39</b>
<b>4. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>

# GLOSARIO

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
CARDIQUE	Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique
CORALINA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
CT	Coliformes Totales
Cu	Cobre
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DEM	Digital Elevation Model (Modelo Digital de Elevación)
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
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
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
SZH	Subzona Hidrográfica
USEPA	U.S. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)
UAC	Unidad Ambiental Costera
VITAL	Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea

# INTRODUCCIÓN

La estrategia de monitoreo en la Bahía de Cartagena y Canal del Dique estableció la estandarización de los parámetros y frecuencias para el monitoreo de la calidad del agua marina y superficial continental a los proyectos de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) localizados en la Bahía de Cartagena.

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 socioeconómicas desarrolladas en la bahía de Cartagena, lo que 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 Bahía de Cartagena.

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.
- Fase III: Adopción de los requerimientos de la estrategia.
- Fase IV: Remisión datos periódicos del monitoreo.

La implementación de este instrumento se realiza en las áreas que concentran el Licenciamiento Ambiental de competencia de ANLA, no obstante, para esta zona fue priorizado en cumplimiento de la Sentencia de Acción Popular No. 2017-00987-1 para protección y recuperación de la bahía de Cartagena, proferida por el Tribunal Administrativo de Bolívar, cuyo fallo se fundamentó en el daño ambiental causado por múltiples factores del entorno del ecosistema marino-costero como lo son: la desembocadura del Canal del

Dique a la altura de Pasacaballos, la expansión industrial y portuaria y los impactos generados por el vertimiento de residuos líquidos de otros sectores como transporte marítimo, actividades agropecuarias, turismo tradicional y el manejo de residuos líquidos, sólidos y lixiviados de las poblaciones de Cartagena.

Específicamente, el Alto Tribunal impuso a la ANLA lo siguiente:

*“5.9. ORDENAR a CARDIQUE, a EPA CARTAGENA y a la ANLA que:*

*i. Formulen un programa permanente de evaluación, control y seguimiento de vertimientos respecto de los asuntos de su competencia, el cual contendrá como mínimo: i) una caracterización del sector; ii) mecanismos de seguimiento, control, corrección y sanción; y iii) un componente de socialización de buenas prácticas adoptadas en los planes de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento o en los planes de manejo ambiental.*

*ii. De oficio, revisen o soliciten la modificación de las autorizaciones de vertimientos puntuales a la bahía de Cartagena, cuando lo advierta pertinente, con miras a respetar los parámetros y los valores límites máximos permisibles fijados en la Resolución 883 de 2018.*

*Para el cumplimiento de estas medidas se concede el término de un (1) año. Sin embargo, cada autoridad deberá presentar un informe semestral al Comité de Verificación sobre el avance global en la consecución de los objetivos. Ello de acuerdo con sus competencias constitucionales, legales y reglamentarias.”*

En cumplimiento de la orden 5.9, la Estrategia de monitoreo tuvo como objetivo aportar al cumplimiento del *Programa permanente de evaluación, control y seguimiento de vertimientos respecto a los asuntos de competencia de la ANLA*.

En ese orden, la implementación de la Estrategia de monitoreo como documento orientador se materializó con la modificación de obligaciones de los proyectos de competencia de la ANLA en la bahía de Cartagena. Los documentos periódicos sucesivos a la implementación de la Estrategia de monitoreo denominados *Informes del Estado de los Recursos Naturales*, se consideran por parte de la Autoridad Nacional como acciones que dan continuidad a las acciones emprendidas para el cumplimiento de la Sentencia, y que fortalecen la función de control y seguimiento y la toma de decisiones de ANLA en la bahía de Cartagena.

Se establece que el alcance del presente documento es el análisis de la información de monitoreo reportada por los titulares de los instrumentos de manejo y control vinculados a la estrategia de seguimiento. Actualmente, esta estrategia involucra cinco (5) proyectos con expediente ANLA: LAM0407, LAM0666, LAM0761, LAV0087-00-2014, LAM1872 (ver detalle y especificaciones en la **Tabla 1**) y treinta y siete (37) puntos de monitoreo (ver **Tabla 2**). De igual modo, se precisa que la información mencionada tiene corte documental a mayo de 2025, y su consolidación permitirá realizar la evaluación de los posibles impactos que estas actividades puedan generar sobre la calidad hídrica de la Bahía de Cartagena.

Sin embargo, en el marco jurídico y ambiental de la Bahía de Cartagena y Canal del Dique del departamento de Bolívar, es pertinente mencionar 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.

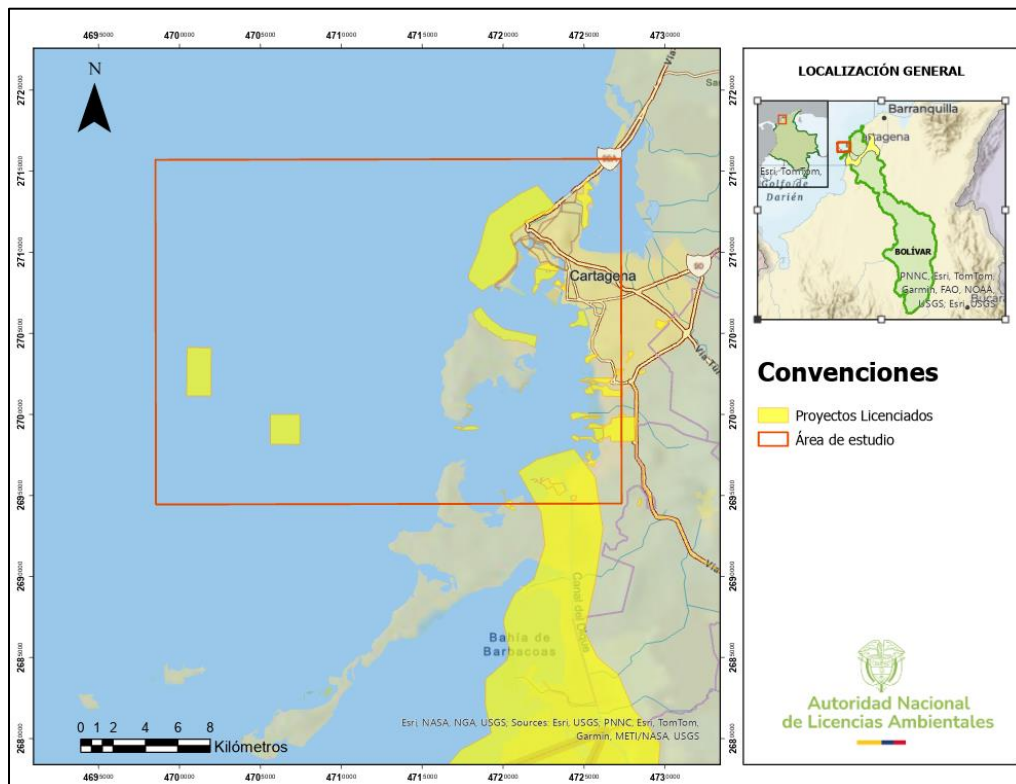
Los procesos sancionatorios corresponden a actuaciones administrativas adelantadas por esta autoridad ambiental, orientadas a investigar y, de ser el caso, sancionar presuntos incumplimientos a la normatividad ambiental vigente. Para el área regionalizada se registra un (1) procesos sancionatorio, en donde los hechos motivantes se relacionan con la presunta afectación del recurso marino y su posible relación con las actividades portuarias asociadas al cargue de material carbonífero, actualmente se encuentra en la etapa de emisión de acto.

# 1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MONITOREO REGIONAL

El diseño de la red de monitoreo específica de la bahía de Cartagena y el canal del Dique abarca la zona marino-costera la Bahía de Barbacoas, la Bahía de Cartagena, y en general, la Unidad Ambiental Costera (UAC) del río Magdalena – Complejo Canal del Dique, limitada para el presente ejercicio en el norte con la desembocadura del río Magdalena; en la zona continental el área de interés se delimitó con base en los límites de las SZH de Arroyos directos al Caribe (12036), Canal del Dique margen derecho (2903) y Canal del Dique margen izquierda (2905).

A continuación, se presenta el área de monitoreo asociada a la estrategia de monitoreo regional.

**Figura 1. Localización del área que conforma la estrategia de monitoreo**



Fuente: ANLA, 2025.

Los expedientes vinculados a la estrategia son los que se indican en la tabla a continuación, la cual menciona el acto administrativo (Resolución) mediante el cual fue vinculado cada expediente a la estrategia de monitoreo regional:

**Tabla 1. Expedientes vinculados a la estrategia de monitoreo regional**

Expediente	Nombre del proyecto	Titular del Instrumento	Acto administrativo inicial	Acto administrativo ratifica
LAM0407	Adecuación De Muelles De Botes Refinería Ecopetrol	ECOPETROL S A	Resolución 00191 del 07 de febrero de 2023	
LAM0666	Construcción de un terminal de servicios públicos ubicado al margen oriental de la bahía de Cartagena y construcción de piscinas vertedoras	PUERTO DE MAMONAL SA	Resolución 1972 05/09/2023	Resolución 392 12/03/2024
LAM0761	Refinería De Cartagena	REFINERIA DE CARTAGENA SAS	Resolución 1640 del 01/08/2022	
LAV0087-00-2014	Terminal de importación y regasificación de GNL "El Cayao"	SOCIEDAD PORTUARIA EL CAYAO SA ESP	Resolución 63 del 20/01/2023	Resolución 1168 del 08/06/2023
LAM1872	Proyecto Térmico Mamonal 3	TERMOCANDELARIA SOCIEDAD EN COMANDITA POR ACCIONES EMPRESA DE SERVICIOS PUB		
LAM4688*	Solicitud de Licencia Ambiental para el proyecto de construcción y operación de Terminal de Servicio Público Multipropósito.	SOCIEDAD PORTUARIA PUERTO BAHIA SA	Resolución 2481 del 08/11/2024	
LAV0023-00-2015*	Construcción Y Operación del Gasoducto Loop San Mateo Mamonal	PROMIGAS SA ESP		
LAM3485*	Dragado De Profundización De La Zona De Maniobras Del Terminal Marítimo De Manga	SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE CARTAGENA SA		
LAV0004-00-2020*	Dragado Del Área De Maniobras, Atraque Y Canal De Acceso Al Muelle De Oiltanking	OILTANKING COLOMBIA SA		

Expediente	Nombre del proyecto	Titular del Instrumento	Acto administrativo inicial	Acto administrativo ratifica
LAM1375*	Segunda Fase De Desarrollo Terminal De Contenedores De Cartagena SA	CONTECAR SA	Resolución 1195 del 9/06/2023	Resolución 249 del 19/02/2024

- Los proyectos marcados con (\*) se encuentran actualmente en la **Fase II** de implementación y están pendientes de ser formalmente integrados a la estrategia de monitoreo regional
- LAM4031 *Exploración y apropiación de Margas, Arcillas, Mineral Caliza, y Yacimientos Calcáreos; El Manejo Y Almacenamiento Y Cargue De Carbón La Actividad Industrial de Fabricación de Cemento* no requirió modificación en el marco de la Estrategia de monitoreo. Concepto técnico de seguimiento 07844 del 14/12/2022.
- LAM2145 Plan de restauración y recuperación de ecosistemas degradados del Canal del Dique no se incluye debido a que se encuentra suspendido debido a que por parte de la Sociedad no se ha presentado el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para que la presente Autoridad Nacional pueda evaluar las actividades y sus planes manejo asociados para la implementación del plan.
- LAM6444-00 Construcción de la protección del borde costero entre el empalme del túnel de crespo y el espolón Iribarren de boca grande del distrito de Cartagena de indias del Distrito Turístico de Cartagena de Indias no fue modificado debido a las consideraciones del Concepto técnico de seguimiento ambiental 1190 del 17/03/2023.

Para la estrategia se han definido las condiciones de monitoreo que se definen a continuación:

- **Modo (Cómo se realiza el monitoreo):**  
El modo en el monitoreo de la calidad del agua se refiere a la manera en que se lleva a cabo el proceso de recolección y análisis de datos. Describe las metodologías, técnicas y herramientas utilizadas para obtener información sobre las características del agua.
- **Tiempo (Cuándo se realiza el monitoreo):**  
El tiempo en el monitoreo de la calidad del agua se refiere a la frecuencia y los momentos específicos en que se llevan a cabo las actividades de muestreo y análisis. Es crucial para comprender las variaciones en la calidad del agua a lo largo del tiempo y detectar posibles tendencias o eventos anómalos.
- **Lugar (En dónde se realiza el monitoreo):**  
El lugar en el monitoreo de la calidad del agua se refiere a las ubicaciones geográficas específicas donde se toman las muestras y se realizan las mediciones. La selección de los puntos de muestreo es fundamental para obtener una representación precisa de la calidad del agua en un sistema hídrico determinado.

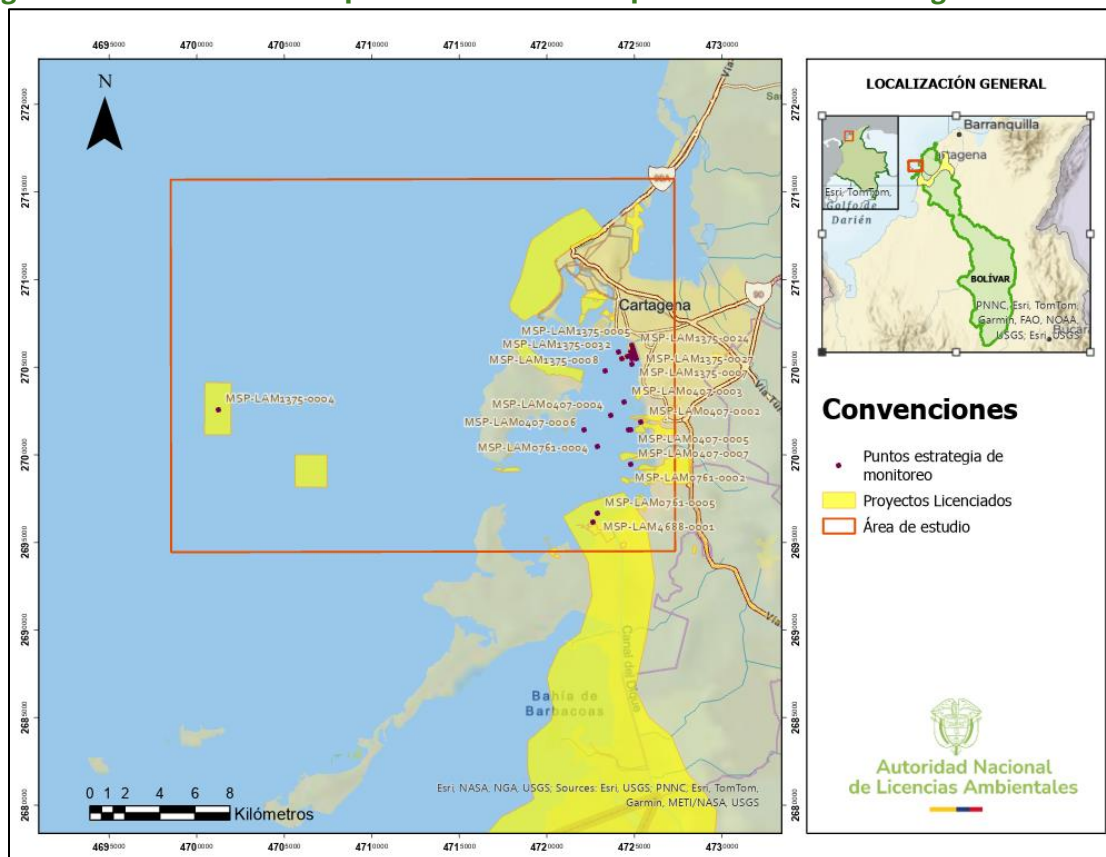
## 1.1. Condición de lugar

Es de indicar que debido a la naturaleza de los diferentes tipos de proyectos existen diferentes aspectos a monitorear en la Bahía de Cartagena y la zona marino-costera y con la necesidad de vincular los elementos ambientales de la zona continental y la zona marino-costera, los puntos de monitoreo se han clasificado de la siguiente manera:

- Puntos de monitoreo sobre permisos de vertimientos
- Puntos de monitoreo para actividades de dragado de mantenimiento
- Puntos de monitoreo de interés regional

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

**Figura 2. Localización de los puntos de monitoreo que conforma la estrategia de monitoreo**



Fuente: ANLA, 2025.

Así mismo, a continuación, se relacionan los puntos seleccionados para la estrategia regional.

**Tabla 2. Puntos que conforman la estrategia de monitoreo - condición de lugar**

ID ANLA	SCR MAGNA-SIRGAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL		EXPEDIENTE
	ESTE	NORTE	
MSP-LAM0407-0002	4725390,7	2701855,31	LAM0407
MSP-LAM0407-0003	4724409,6	2703015,1	LAM0407
MSP-LAM0407-0004	4723643,56	2702262	LAM0407
MSP-LAM0407-0005	4724766,08	2701398,01	LAM0407
MSP-LAM0407-0006	4722150,22	2701437,7	LAM0407
MSP-LAM0407-0007	4724781,46	2699448,39	LAM0407
MSP-LAM0666-0002	4725895,05	2701982,59	LAM0666
MSP-LAM0666-0001	4726819,94	2702248,65	LAM0666
MSP-LAM0761-0002	4724781,46	2699448,39	LAM0761
MSP-LAM0761-0003	4724685,93	2701419,88	LAM0761
MSP-LAM0761-0004	4722868,28	2700443,8	LAM0761
MSP-LAM0761-0005	4772873,44	2696634,71	LAM0761
MSP-LAM1375-0001	4699516,93	2706203,94	LAM1375
MSP-LAM1375-0002	4701040,69	2699178,85	LAM1375
MSP-LAM1375-0003	4703563,77	2702729,74	LAM1375
MSP-LAM1375-0004	4701197,28	2702594,92	LAM1375
MSP-LAM1375-0005	4724836,83	2706235,96	LAM1375
MSP-LAM1375-0006	4724816,11	2705693,12	LAM1375
MSP-LAM1375-0007	4724850,11	2705183,65	LAM1375
MSP-LAM1375-0008	4723350,08	2704793,58	LAM1375
MSP-LAM1375-0009	4725295,05	2705507,1	LAM1375
MSP-LAM1375-0010	4725142,56	2705922,55	LAM1375
MSP-LAM1375-0011	4725042,42	2706225,73	LAM1375
MSP-LAM1375-0012	4725502,51	2706543,22	LAM1375
MSP-LAM1375-0013	4725361,07	2705467,86	LAM1375
MSP-LAM1375-0014	4725006,36	2706474	LAM1375
MSP-LAM1375-0015	4725706,64	2705422,73	LAM1375
MSP-LAM1375-0016	4725551,8	2706581,86	LAM1375
MSP-LAM1375-0017	4725597,58	2706599,94	LAM1375
MSP-LAM4688-0001	4722655	2696169	LAM4688
MSP-LAV0087-00-2014-0001	4719986,45	2695334,02	LAV0087-00-2014
MSP-LAM0666-0003	4725880,53	2701961,16	LAM0666
MSP-LAM0666-0004	4725677,3	2702042,65	LAM0666



	Tipo de parámetro	Parámetro
	Microbiológicos	Coliformes totales, Coliformes fecales
	Iones	Cloruros, Sulfatos, Sulfuros
Matriz sedimentos	Generales	Granulometría, Temperatura, pH, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Conductividad, Contenido de Humedad, Grasas y Aceites
	Contenido de materia orgánica	Carbono Orgánico Total (COT), Materia Orgánica
	Compuestos de fósforo	Fósforo Total
	Compuestos de nitrógeno	Nitrógeno Total
	Metales y metaloides	Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Vanadio Zinc,
	Iones	Sulfuros Ácidos Volátiles

Fuente: ANLA, 2024.

En cuanto a los parámetros a monitorear en los vertimientos, corresponden a los establecidos en la resolución 883 del 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se establece los criterios específicos para las descargas en cuerpos de aguas marinas, asegurando la compatibilidad de las actividades del sector con la preservación de los ecosistemas receptores.

Adicionalmente, se establecieron las siguientes condiciones del tipo de muestreo para los diferentes tipos de puntos.

- Puntos de monitoreo sobre permisos de vertimientos: Compuesto durante 12 horas en cada monitoreo.
- Puntos de monitoreo para actividades de dragado de mantenimiento: Dos muestras puntuales en profundidad, columna media y superficie, con diferencia de 12 horas.
- Puntos de monitoreo de interés regional: Puntual en profundidad, columna media y superficie.

## 2. ANÁLISIS REGIONAL DE CALIDAD DEL AGUA EN LA BAHÍA DE CARTAGENA

### 2.1. Información analizada

La información considerada en el análisis de calidad de agua del presente informe corresponde a la implementada en el informe denominado “Estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial en la bahía de Cartagena y el canal del Dique Aplicación Fase IV – análisis de datos” publicado por la ANLA en 2024 junto con la recopilada para el periodo 2025 de cinco (5) expedientes asociados en la estrategia (ver [Tabla 1](#)). A continuación, en la [Tabla 5](#) se relaciona la información por expediente (junto con su respectivo radicado) que ha sido incorporada para el análisis del presente informe.

**Tabla 5. Disponibilidad de información en cada expediente para el presente informe**

EXPEDIENTE	RADICADO	FECHA RADICADO	FUENTE
LAM0407	20246200064052	17/01/2024	ORFEO
LAM0407	20246200435202	18/04/2024	ORFEO
LAM0407	20246200993282	30/08/2024	ORFEO
LAM0407	20256200157762	13/02/2025	ORFEO
LAM0407	20256200586272	22/05/2025	ORFEO
LAM0666	20236200173682	31/05/2023	ICA
LAM0761	20246200229452	3/1/2024	ORFEO
LAM0761	20246200630092	6/4/2024	ORFEO
LAM0761	20246201121722	27/09/2024	ORFEO
LAM0761	20256200221632	28/02/2025	ORFEO
LAM0761	20256200601742	26/05/2025	ORFEO
LAM1375	20246200615442	30/05/2024	ICA
LAM4688	20246201125892	30/09/2024	ICA
LAM4688	20256200347802	28/03/2025	ICA

Fuente: ANLA, 2025.

Asimismo, en la [Tabla 6](#) se presenta información relevante de los puntos de monitoreo considerados para cada uno de los cuerpos de agua analizados en el presente informe:

**Tabla 6. Información disponible para análisis de la estrategia de monitoreo regional de recurso hídrico superficial**

Expediente	2023-II	2023-III	2024-I	2024-II	2025-I
LAM0407	✓	✓	✓	✓	✓
LAM0666	✓	-	-	No	No
LAM0761	✓	✓	✓	✓	✓
LAM1375	-	-	-	✓	No

Expediente	2023-II	2023-III	2024-I	2024-II	2025-I
LAM4688	-	-	✓	✓	No
LAV0087-00-2014	-	-	✓	✓	No

Fuente: ANLA, 2025.

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando la necesidad de incorporar la información de calidad de agua disponible en la zona de interés para realizar análisis de los diferentes parámetros, se tomó adicionalmente como insumo la información disponible en la Base de Datos Corporativa (BDC) de la entidad con corte de información a septiembre del año 2024.

## 2.2. Resultados

### 2.2.1 Hidrodinámica de la bahía de Cartagena

Para la caracterización ambiental de la zona marino – costera fueron consultados los documentos *Unidad Ambiental Costera del río Magdalena: Compilación de documentos generados por las instituciones miembros de ASOCARS, para una caracterización conjunta de la Unidad Ambiental Costera del río Magdalena Complejo Canal del Dique – Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta* (2015) de la Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM y el artículo *Water and sediment quality in Cartagena Bay, Colombia: Seasonal variability and potential impacts of pollution* realizado por la Universidad de Cadiz (España), la Universidad EAFIT, la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” y la Universidad do Algarve (Portugal) (Tosic, M; Restrepo J, Lonin, S, Izquierdo, A, Martins, F, 2017) en el marco del proyecto Basin Sea Interactions with Communities – BASIC Cartagena.

La dinámica climatológica del litoral del departamento de Bolívar, en el cual se localiza la bahía de Cartagena, tiene una influencia importante en la mezcla que se genera en las aguas marinas, esta se encuentra relacionada con factores globales y locales. La principal condicionante global es la circulación de los vientos Alisios del noreste, y con ello el desplazamiento del centro de bajas presiones o Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

De manera general, la influencia de los vientos Alisios del NE conlleva a que, en el litoral Caribe, durante la época seca se presenten vientos fuertes de bajas temperaturas y precipitaciones. Por otro lado, en la época húmeda, los vientos tienen velocidades más bajas, la temperatura asciende y el régimen de lluvias incrementa.

Los mayores valores de temperatura del agua se observan en **junio** y disminuyen durante los meses de **diciembre, enero, febrero y marzo**. El estudio de la Comisión Conjunta indica que el sector sur, es decir próximo a la bahía de Cartagena y bahía de Barbacoas, suele tener mayores temperaturas que la zona norte y centro, por estar más resguardada de los vientos.

En lo referente a la precipitación, el ciclo anual para el litoral del departamento de Bolívar presenta mayor intensidad de precipitaciones en el segundo semestre del año, siendo octubre el mes más lluvioso y el primer semestre tiene una dinámica de lluvias escasas o nulas.

Una característica ambiental adicional que tiene efectos sobre la calidad del agua es el **régimen de corrientes**. De acuerdo con las cartas náuticas del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH de la Dirección General Marítima<sup>1</sup> de 2003, el lavado hidrodinámico de las aguas marinas en las capas del fondo se dificulta debido a la profundidad de la bahía sobrepasa en algunos sectores los 26 metros; la advección horizontal de las aguas marinas limpias favorece la presencia de oscilaciones de marea del mar en la frontera del mar abierto; siendo las aguas marinas más densas que las aguas estuarinas de la bahía, posterior a que pasan estrechos con poca profundidad, estas aguas renuevan la capa del fondo.

El CIOH destaca la importancia de dinámicas de mezcla de la bahía, la primera relacionada con la *picnolina* en los primeros metros de profundidad producida por la desembocadura del Canal del Dique, y la segunda producida por la circulación de los vientos, como se mencionaba anteriormente; en la época húmeda cuando los vientos son más débiles, la picnolina superficial se intensifica por el canal del Dique y en la época de vientos más fuertes (seca) el viento genera un efecto roce en la superficie que induce en la profundidad una corriente de compensación orientada del sur hacia el norte. El informe concluye que la progresión de la pluma turbia se desarrolla hacia el norte girando en sentido contrario a las manecillas del reloj, salen por Bocachica y a medida que disminuye el viento, las corrientes se orientan hacia Bocagrande perpetrando la bahía interior.

Según el citado estudio de la Comisión Conjunta de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del río Magdalena en 2015, esta circulación de vientos causada por los vientos alisios, en combinación con los caudales afluentes de la subregión costera es originada por cambios de la temperatura del agua o *termohalina superficial* inhibe la mezcla vertical. Este último estudio concluye que el mayor aporte de nutrientes a la bahía de Cartagena proviene del canal del Dique y que esta condición, a su vez, determina el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos a través de los diferentes periodos climáticos del año, afectando el comportamiento de diferentes ecosistemas.

---

<sup>1</sup> Por sus siglas, DIMAR.

## 2.2.2 Objetivos de calidad de la bahía de Cartagena

La Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) actualizó los objetivos de calidad determinados inicialmente en la Resolución 1972 del 06 de diciembre de 2017, mediante la Resolución 1776 del 03 de noviembre de 2023 aplicables en el periodo de 2024 a 2028.

En complemento, para el análisis de calidad hídrica de la bahía de Cartagena, se tendrá en consideración los valores de referencia identificados en el informe “Estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial en la bahía de Cartagena y el canal del Dique Aplicación Fase IV – análisis de datos” que abarca el periodo 2021 – 2022 de implementación de la Estrategia de monitoreo, que a su vez fueron calculados a partir del análisis estadístico efectuado por el INVEMAR – Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras con la participación de CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, C.R.A., CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCÓ, CVC, CRC y CORPONARIÑO y el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), y que fueron presentados en la versión de 2023 y 2024 del informe “Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras en el Caribe y Pacífico colombiano de 2023”.

A continuación, se presentan los valores mencionados, teniendo como consideración que la Resolución 1776 del 03 de noviembre de 2023 establece el uso potencial de la bahía de Cartagena como *preservación y conservación de fauna y flora*.

**Tabla 7. Parámetros y sus valores de referencia**

Parámetro	Objetivo de calidad	Criterio de referencia	
		Valor	Observaciones del valor de referencia
Clorofenoles	0,5	Resolución 1776 del 03 de noviembre de 2023	
Diferenil	0,0001	Resolución 1776 del 03 de noviembre de 2023	
Oxígeno disuelto (mg/l)	5,0	6,45	Promedio de los valores medidos de Oxígeno Disuelto en los puntos de la Bahía de Cartagena en las campañas de monitoreo de INVEMAR para la estimación del ICAM. Fuente: INVEMAR, 2023.
pH (unidades)	6,5 - 8,5	8,22	Promedio de los valores medidos de pH en los puntos de la Bahía de Cartagena en las campañas de monitoreo de INVEMAR para la estimación del ICAM. Fuente: INVEMAR, 2023.
Sulfuro de hidrógeno ionizado	0,0002	Resolución 1776 del 03 de noviembre de 2023	

Parámetro	Objetivo de calidad	Criterio de referencia	
		Valor	Observaciones del valor de referencia
DBO5 (mg/l)	No reporta	4,59	Valor máximo en los puntos de la Bahía de Cartagena en las campañas de monitoreo de INVEMAR para la estimación del ICAM. Los resultados de la mayoría de los monitoreos presentaron valores por debajo del límite de medición. Fuente: INVEMAR, 2023.
SST (mg/l)	No reporta	20,97	Promedio de los valores medidos de SST en los puntos de la Bahía de Cartagena en las campañas de monitoreo de INVEMAR para la estimación del ICAM. Fuente: INVEMAR, 2023.
Nitratos (µg/L)	No reporta	55,76	Promedio de los valores medidos de Nitratos en los puntos de la Bahía de Cartagena en las campañas de monitoreo de INVEMAR para la estimación del ICAM. Fuente: INVEMAR, 2023.
Ortofostatos (µg/L)	No reporta	5,65	Promedio de los valores medidos de Ortofostatos en los puntos de la Bahía de Cartagena en las campañas de monitoreo de INVEMAR para la estimación del ICAM. Fuente: INVEMAR, 2023.
Hidrocarburos del petróleo Disueltos y Dispersos equivalentes de Criseno (µg/L)	No reporta	0,32	Promedio de los valores medidos de Hidrocarburos del petróleo Disueltos y Dispersos equivalentes de Criseno en los puntos de la Bahía de Cartagena en las campañas de monitoreo de INVEMAR para la estimación del ICAM. Fuente: INVEMAR, 2023.
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	No reporta	200	Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.7. TRANSITORIO. Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	No reporta	1000	Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.7. TRANSITORIO. Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario.

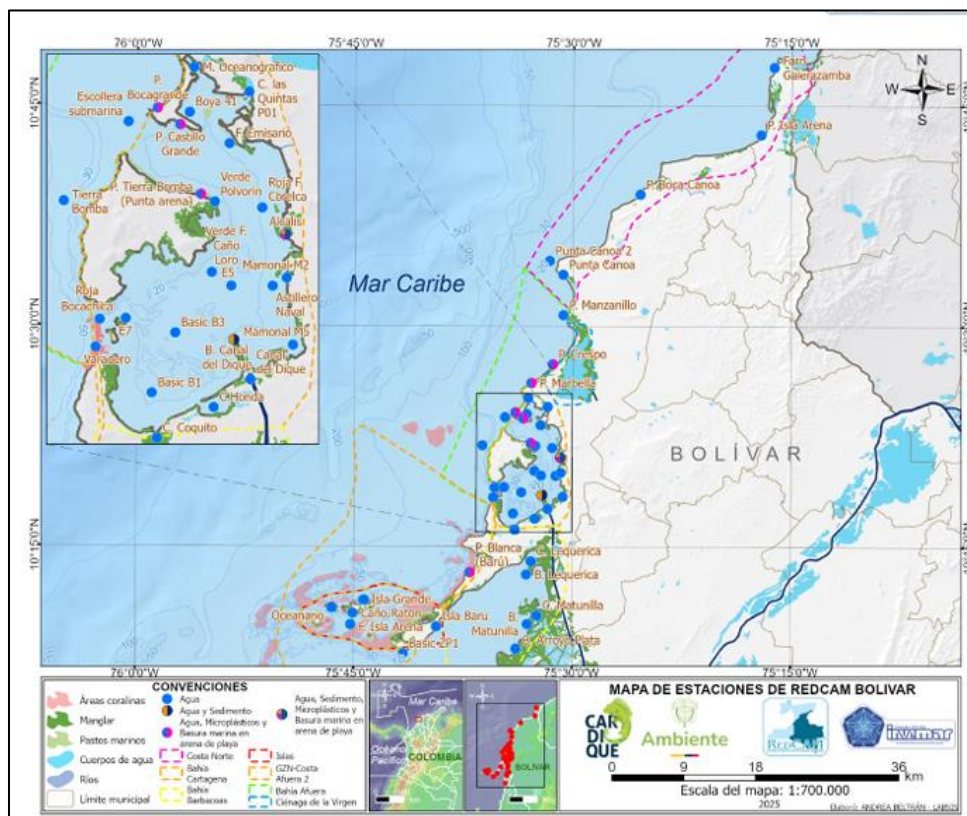
**Nota:** No se incluyen los parámetros que cuentan con objetivos de calidad toxicológico en términos de CL 9650, en ausencia de unidades comparables con las reportadas por los titulares del licenciamiento ambiental de competencia de ANLA.

**Fuente:** Adaptación Resolución 1776 del 03 de noviembre de 2023 CARDIQUE, 2025.

Respecto al informe presentado por INVEMAR, se definieron 5 zonas en el departamento de Bolívar, entre las que se encuentra la zona Bahía de Cartagena, compuesta por las bahías interna y externa. En la siguiente figura se presentan los puntos de monitoreo establecidos para las campañas realizadas, destacándose el detalle de las áreas 1 y 2, correspondientes a la zona de interés, identificadas como “Bahía Cartagena” y “Bahía Afuera”. Es así como se definieron 17 puntos, para los cuales se tomaron y analizaron muestras para una serie de parámetros de interés, no obstante, no se estimaron los mismos parámetros en todas las muestras, por lo que, para algunos análisis se descartaron algunos puntos, al no contar con

toda la información. Es el caso del índice de calidad ambiental de agua (ICAM), el cual se detalla más adelante.

**Figura 3. Localización de los puntos de monitoreo de las campañas realizadas por la REDCAM**



Fuente: INVEMAR, 2024.

Dentro de los análisis realizados, la REDCAM estimó el Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras para la preservación de flora y fauna (ICAM), con el fin de establecer las fluctuaciones de calidad de agua estuarina y marina, a partir de las características fisicoquímicas y microbiológicas, representadas en las siguientes 8 variables.

**Tabla 8. Parámetros considerados para la estimación del ICAM**

Agua marina	Agua estuarina
Oxígeno disuelto (OD)	Oxígeno disuelto (OD)
pH (unidades de pH)	pH (unidades de pH)
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )
Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> )	Ortofosfatos (P-PO <sub>4</sub> )
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Sólidos Suspendidos Totales (SST)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Coliformes Termotolerantes (CTE)	Coliformes Termotolerantes (CTE)

Agua marina	Agua estuarina
Hidrocarburos del petróleo Disueltos y Dispersos equivalentes de Criseno (HPDD)	Clorofila a (CLA a)

Fuente: Tomado de INVEMAR, 2023.

Luego, a partir de promedios aritméticos ponderados se establecen puntajes de aceptación o rechazo en comparación con el cumplimiento de la normativa nacional, así como referencias internacionales para la protección de la flora y fauna.

Se tiene entonces la siguiente fórmula:

$$ICAM = \left( \prod_{j=1}^m x_j^{w_j} \right)^{\frac{1}{\sum_{j=1}^m w_j}}$$

Lo cual se presenta en detalle a continuación:

$$ICAM = \left[ (X_{OD})^{0,16} \times (X_{pH})^{0,12} \times (X_{SST})^{0,13} \times (X_{DBO})^{0,13} \times (X_{CTE})^{0,14} \times (X_{HPDD})^{0,12} \times (X_{NO3})^{0,09} \times (X_{PO4})^{0,13} \right]^{\frac{1}{\sum_{j=1}^m w_j}}$$

Donde:

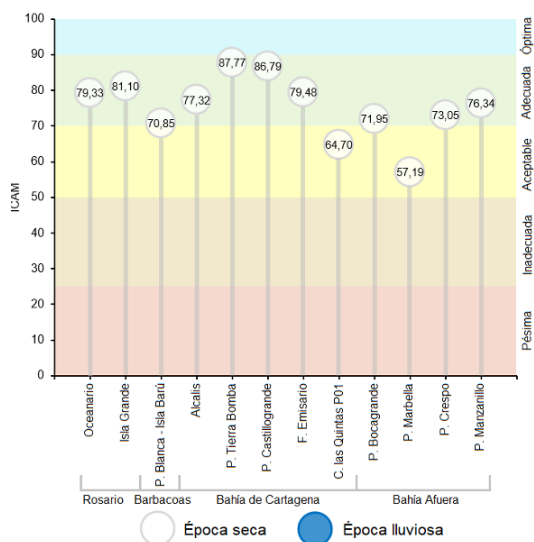
$m$  es la cantidad de variables.

$x_j$  es el subíndice de calidad de cada variable  $j$ .

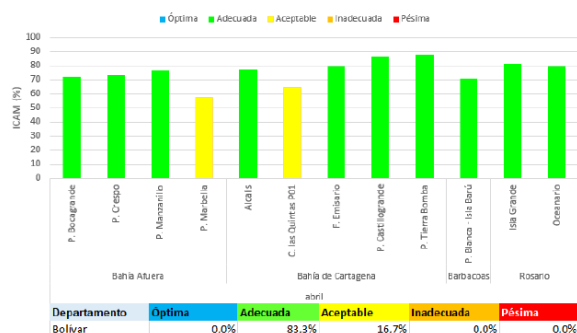
$w_j$  es el peso de la variable  $j$

De esta manera, en la última actualización del Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras en el Caribe y Pacífico colombianos (2025), se determinaron para 5 puntos de monitoreo localizados en la Bahía de Cartagena, los valores del ICAM de las campañas realizadas en abril de 2024, encontrándose que 3 de ellos presentaron calidad adecuada, 1 aceptable y 1 inadecuada. De acuerdo con lo establecido por la REDCAM en cuanto a estos resultados, para los puntos P. Bocagrande, C. Las Quintas P01 y P. Tierra Bomba, se presentó una calidad de agua adecuada para la conservación de la flora y la fauna, mientras que para el punto F. Emisario, se presentaron altas concentraciones de fosfatos y clorofila, correspondientes a aportes de contaminación directa y difusa, los cuales afectan la calidad de agua para la vida marina.

**Figura 4. Resultados de ICAM en los puntos de interés para la campaña de abril de 2024 realizados por la REDCAM**



**Figura 5. Resultados de ICAM en los puntos de interés para la campaña de abril de 2024 realizados por la REDCAM**



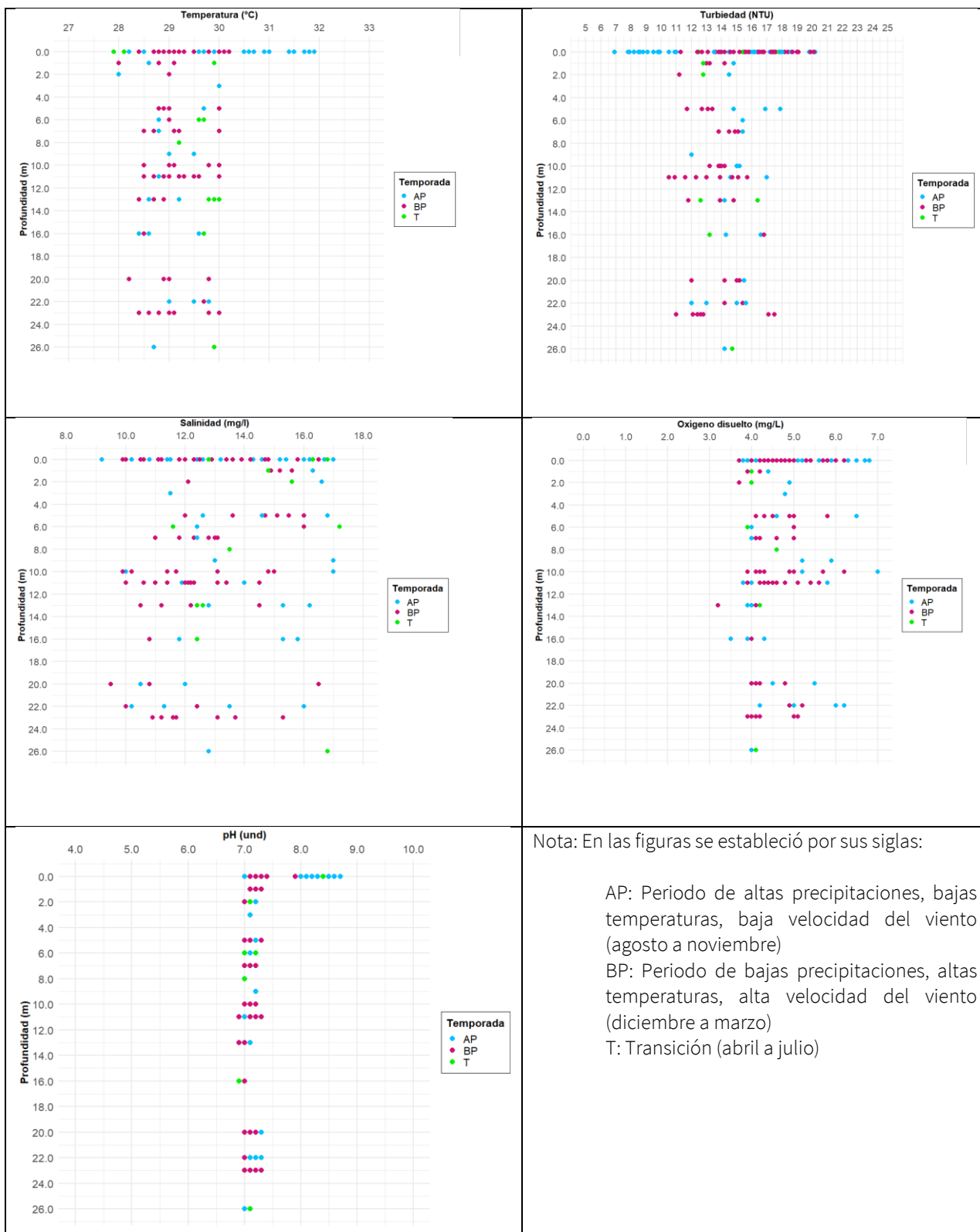
Fuente: INVEMAR, 2025.

Según INVEMAR 2025, “en abril de 2024, se reportaron 12 estaciones con mediciones del ICAM en el departamento de Bolívar. Los valores del ICAM oscilaron entre 57,2% y 87,8%. El 83,3% de las estaciones presentaron calidad adecuada y el 16,7% aceptable”.

### 2.2.3 Resultados estadísticos y tendencia de parámetros oceánicos en profundidad

En línea con el Documento Técnico de Formulación Estrategia de monitoreo del recurso hídrico superficial en la bahía de Cartagena y el canal del Dique, a partir de los datos disponibles en el periodo 2023 – 2025 se presenta a continuación el análisis de las variables que representan el comportamiento del recurso hídrico marino-costero en profundidad: oxígeno disuelto, temperatura del agua, salinidad y pH.

**Tabla 9. Perfiles de variables oceánicas en la bahía de Cartagena**



Fuente: ANLA, 2025.

De acuerdo con las anteriores figuras, se observa que la **temperatura del agua** tiene mayores valores en la capa superficial, y presenta una disminución en profundidad en el periodo de altas y bajas precipitaciones, no obstante, este descenso es más notorio en altas precipitaciones, cuando el canal del Dique aumenta su caudal.

En el periodo de transición se observa que las temperaturas presentan un aumento hacia la profundidad, sin embargo, para este periodo el número de datos disponibles para análisis es reducido a comparación de los otros dos periodos.

La **turbiedad** presenta un patrón similar, teniendo un rango más alto en las mediciones de superficie, además la serie de datos presenta una mayor dispersión en el periodo de altas precipitaciones. Se observa que la capa superficial tiene un rango de turbiedad más amplio que en profundidad (7,0 NTU a 18,5 NTU en superficie, 12 NTU a 15 NTU en profundidad).

Con respecto a la **salinidad**, en las figuras se observa que la capa superficial de la columna de agua se obtuvo un rango amplio que oscila entre mediciones de 9,2 mg/l y 17,0 mg/l, en el periodo de altas precipitaciones y de 9,8 mg/l a 16,5 mg/l en periodo de bajas precipitaciones. La figura permite observar el descenso leve de la salinidad en profundidad en el periodo de bajas precipitaciones. A su vez, los registros de salinidad también se observan menos dispersos en este periodo.

Las mediciones de **oxígeno disuelto** presentan algunos valores inferiores a 4,0 mg/l (objetivo de calidad de CARDIQUE) en toda la columna de agua, alcanzando la hipoxia en ambos periodos para todas las profundidades, siendo el más notorio en bajas precipitaciones.

Lo anterior se relaciona con las condiciones de estuario que presenta la bahía de Cartagena con relación al ingreso de aguas continentales *dulces* por medio del canal del Dique. Según la United States Environmental Protection Agency – EPA<sup>2</sup>, un estuario es un cuerpo de agua parcialmente encerrado que se forma cuando las aguas dulces provenientes de ríos y quebradas fluyen hacia el océano y se mezclan con el agua salada del mar. Afirma la EPA que, aunque los estuarios están protegidos de olas, vientos, tormentas marítimas, y sus islas actúan como barreras o franjas de terreno, estas son influenciadas por las mareas.

El transporte de sedimentos hacia la bahía implica un aumento en la temperatura de la capa superficial de la columna de agua que se hace más notoria en el periodo de agosto a noviembre. Este aporte de aguas implica también que la salinidad sea inferior en la capa superficial generando diferencia de densidades, y con esto, una estratificación halina que afecta la mezcla vertical del agua y la disponibilidad de oxígeno disuelto en profundidad.

Ahora bien, la mezcla vertical podría favorecerse en el periodo de bajas precipitaciones, en presencia de altas velocidades del viento y bajos aportes del canal del Dique, es decir en el

---

<sup>2</sup> Consultado el 22 de diciembre de 2024 en <https://espanol.epa.gov/espanol/los-estuarios#:~:text=Un%20estuario%20es%20un%20cuerpo,de%20agua%20dulce%20a%20salada>.

periodo diciembre – marzo, sin embargo, estudios como *Modelación de la calidad del agua marina 3D para dos puntos de vertimiento del Puerto Mamonal a la bahía de Cartagena* del expediente LAM0666 afirman que el tamaño de partícula impide su sedimentación, y promueve que durante las bajas precipitaciones también se genere estratificación de la columna de agua. El estudio de la bahía de Cartagena señala una fuerte estratificación producida principalmente por el transporte de sedimentos proveniente de las aguas continentales del canal del Dique, lo que podría sugerir también diferencias de temperatura entre los puntos de monitoreo próximos al canal del Dique, y los puntos de monitoreo cercanos a Bocagrande y Bocachica:

*“El canal del Dique trae sedimentos finos con un 60.7% de las partículas de tamaño entre 0.15 y 0.44 mkm y un 38% del tamaño 8.8  $\mu$ m (mediciones propias con el analizador laser, 2023, en publicación). Por supuesto, por el arrastre del fondo se propaga el material más grueso, pero siempre en el rango de clasificación de limos y arcillas (no hay arenas), formando una pro-delta de 3-4 km (en transcurso de los últimos 30 años), mientras que el material suspendido se clasifica como wash-load transport con la velocidad de caída por gravedad de 30 cm/hora y las partículas más finas sin precipitarse. En general, estas partículas no se sedimentan en el fondo de la bahía, sino forman una pluma de aguas turbias con una transparencia de 2 cm en la desembocadura del canal, 1.5 m en la bahía interna (en la parte norte) y hasta 2.5 m al norte de Tierra Bomba.” (sic)*

#### **2.2.4 Análisis de parámetros de calidad del agua marina en superficie**

Con base en la información reportada en los monitoreos para el agua marina tomada en superficie, a continuación, se presenta un análisis general de los parámetros definidos en la estrategia que registraron valores superiores a los límites de referencia establecidos (tabla 5).

Sobre estos casos, se desarrolló un análisis espacial y temporal, complementado con la comparación frente a valores de referencia publicados por Invemar (2024), los criterios de uso establecidos en el artículo 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 para fines recreativos mediante contacto primario, el artículo 18 Decreto 703 de 2018, aplicables a la preservación de flora y fauna y a usos recreativos emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y los objetivos de calidad establecidos mediante Resolución 1776 de 2023 emitidos por CARDIQUE, según corresponda.

**Tabla 10. Valores estadísticos de la información de calidad de agua marina en superficie**

Parámetro	No. Datos	Mínimo	Máximo	Promedio	Valores de Referencia
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	158	5	20.00	12,71	NE
Arsénico en mg/L	50	0.01	0.34	0.05	NE
Cadmio en mg/L	80	0.00	0.07	0.01	NE
Cianuro en mg/L	50	0.01	0.03	0.02	NE
Cloruros en mg/L	78	4522	27070	14279	NE
Cobre en mg/L	80	0.01	0.67	0.03	NE
Coliformes Fecales en NMP/100ml	50	1.00	1400	128.55	1000
Coliformes Totales en NMP/100ml	80	1.8	16000	1679.65	200
Conductividad en $\mu$ S/cm	88	18520	50880	29491,49	NE
Cromo en mg/L	74	0.01	0.23	0.03	NE
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	78	2.00	25	9.47	NE
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	78	10.00	62.00	29.13	NE
Fósforo Total en mg/L	29	0.03	0.15	0.04	NE
Grasas y Aceites en mg/L	80	0.20	10.00	4.17	NE
Hidrocarburos Totales en mg/L	78	0.01	1.00	0.54	NE
Hierro en mg/L	50	0.01	1.31	0.16	NE
Manganeso en mg/L	50	0.00	0.10	0.01	NE
Mercurio en mg/L	80	0.00	3.72	0.18	NE
Níquel en mg/L	50	0.01	0.27	0.02	NE
Nitratos en mg/L	80	0.15	0.60	0.40	NE
Nitritos en mg/L	80	0.05	35	3.80	NE
Nitrógeno Amoniacal en mg/L	80	0.20	1.2	0.39	NE
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/L	78	0.4	3.50	2.95	NE
Ortofosfatos en mg/L	80	0.02	0.07	0.03	5.65
Oxígeno Disuelto en mg/L	88	3.7	8.31	5.13	5.0
Plata en mg/L	50	0.05	0.10	0.09	NE
Plomo en mg/L	80	0.01	4.06	0.25	NE
Salinidad en mg/L	88	9.2	54.2	19.31	NE
Sólidos sedimentables en mg/L	43	0.00	0.04	0.07	NE
Sólidos suspendidos totales en mg/L	49	13.10	325.5	163.46	NE
Sulfatos en mg/L	78	592.08	19811,62	3555,79	NE
Temperatura en °C	88	27.9	31.9	29.65	NE
Turbidez en NTU	86	6.91	20.2	14.46	NE
Valor de pH	88	6.99	8.65	7.52	6.5 – 8.5
Zinc en mg/L	80	0.01	7.98	0.23	NE

Nota: NE: No especificado.

Fuente: ANLA, 2025

Los monitoreos efectuados en la columna superficial de agua presentan valores de pH entre 6.5 y 8.0 unidades, es decir, tienden a un pH clasificado como moderada basicidad, estando en el rango del objetivo de calidad establecido por CARDIQUE en la mayoría de los datos, exceptuando algunas mediciones que se alejan de la tendencia central en 2024. Estos valores son inferiores al valor de referencia del ICAM para pH de 8.22 unidades.

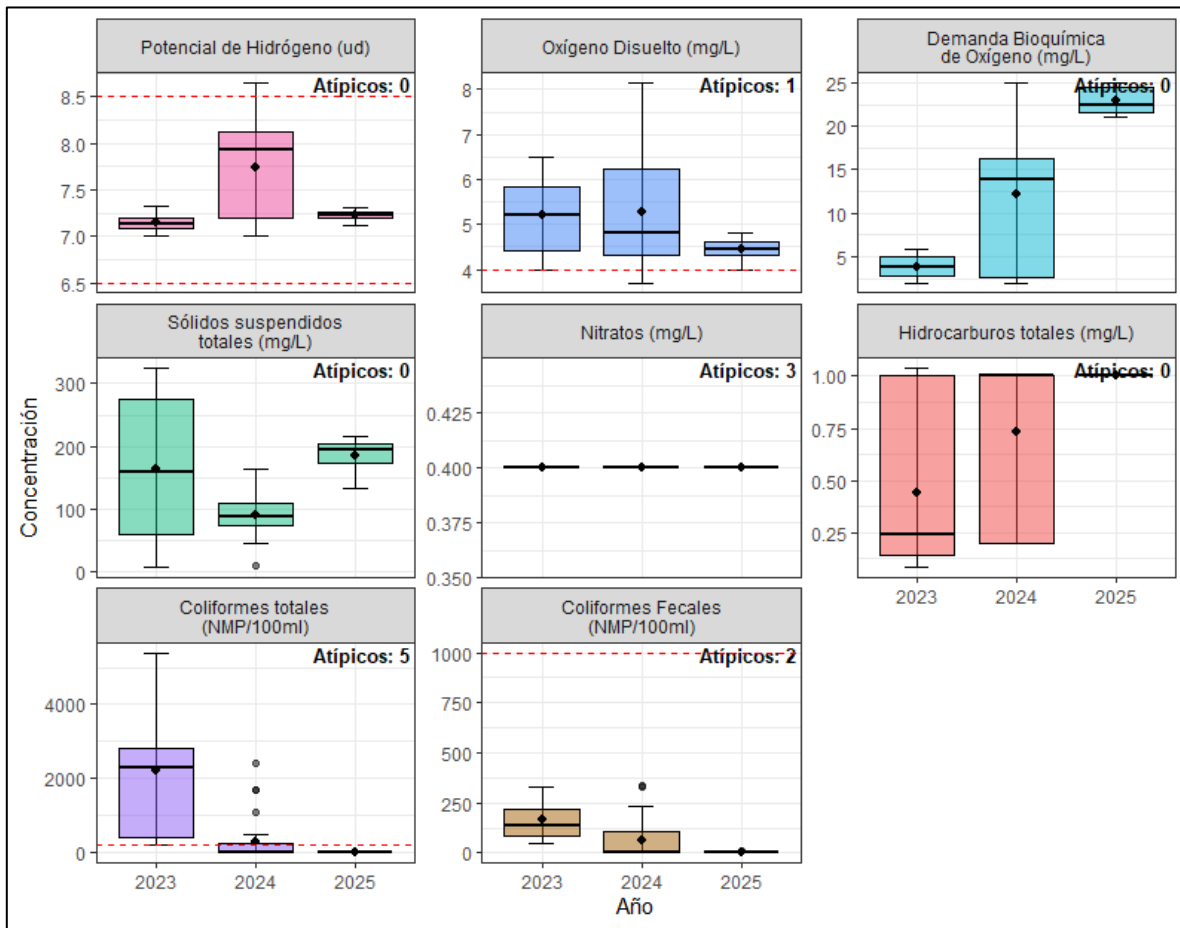
Los sólidos suspendidos totales presentan concentraciones cuyo promedio es de 163,5 mg/l para el periodo analizado, y puede considerarse un valor relativamente estable en todos los puntos de monitoreo de acuerdo con la dispersión observada en los diagramas boxplot. Este parámetro presenta una variación que oscila en un rango de 13,10 mg/l a 325,5 mg/l, lo que puede representar el cambio estacional en caudal y aporte de sedimentos del canal del Dique. Esta variación en comparación con los sólidos sedimentables confirma la dificultad de estas partículas para sedimentarse, aumentando la turbidez de las aguas marinas. En adición, estos valores superan los promedios reportados por el ICAM para SST de 20.97 mg/l.

Dado que esta dinámica sucede en la superficie, los sólidos en suspensión constituyen un aumento en la turbidez y una disminución en la transparencia del agua, evitando que la radiación solar en la columna de agua suceda, por lo cual puede considerarse como un factor que afecta altamente la productividad primaria de la bahía de Cartagena, es decir, la tasa a la cual los organismos fotosintéticos convierten el CO<sub>2</sub> en dióxido de carbono.

El parámetro de coliformes fecales o termotolerantes presenta concentraciones superiores a los valores de referencia para contacto primario del Decreto 1076 de 2015 equivalente a 1000 NMP/100 ml, y pueden estar relacionados con las descargas de aguas residuales no tratadas. Los valores de DBO<sub>5</sub> monitoreados son superiores al promedio reportado por INVEMAR en el ICAM de 4.59 mg/l.

Con respecto a los metales, se evidencian trazas que se mantienen constantes en profundidad, sin embargo, no es posible establecer comparaciones en ausencia de valores de referencia para el uso de preservación de flora y fauna y el uso de contacto primario. Sin perjuicio de lo anterior, se destaca un valor de plomo medido en superficie de 4.06 mg/l, que supera inclusive, el límite máximo permisible para descarga de aguas residuales tratadas al mar establecidas por la Resolución 883 del 18 de mayo de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (0.1 mg/l a 0.2 mg/l). De la misma manera, se destaca un valor de mercurio en superficie de 3.72 mg/l, sin embargo, no cuenta con valor de referencia para su comparación.

**Figura 6. Análisis de calidad de agua marina en superficie**



----- Objetivos de Calidad

Fuente: ANLA, 2025

### 2.2.5 Análisis de parámetros de calidad del agua marina en columna intermedia

A continuación, se analizan los resultados de los parámetros monitoreados del agua marina en columna intermedia obteniendo su valor medio, la desviación estándar, la mínima y máxima, se comparan con los criterios de uso establecidos en el artículo 18 del Decreto 703 de 2018 aplicables a la preservación de flora y fauna, el artículo 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 de 2015 para fines recreativos mediante contacto primario y la Resolución 1776 de 2023 referente a los objetivos de calidad; en rojo se señalan aquellos que presentaron sobrepasos en los umbrales normativos:

**Tabla 11. Valores estadísticos de la información de calidad de agua marina en columna intermedia**

Parámetro	No. Datos	Mínimo	Máximo	Promedio	Valores de Referencia
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	30	5	20.00	14.42	NE
Cloruros en mg/L	50	4632.00	28036.00	14509.90	NE
Coliformes Fecales en NMP/100ml	60	1.8	700	120.87	1000
Coliformes Totales en NMP/100ml	30	1.8	16000	1372.86	200
Conductividad en $\mu$ S/cm	52	17490	23960	21096.44	NE
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	50	2.00	26.30	12.86	NE
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	50	14.46	66.00	35.72	NE
Fósforo Total en mg/L	30	0.03	0.07	0.04	NE
Grasas y Aceites en mg/L	50	0.20	1.00	0.84	NE
Hidrocarburos Totales en mg/L	50	0.20	1.00	0.84	NE
Nitratos en mg/L	30	0.40	0.40	0.40	NE
Nitritos en mg/L	30	2.00	4.00	2.20	NE
Nitrógeno Amoniacal en mg/L	60	0.20	1.5	0.53	NE
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/L	30	3.50	3.50	3.50	NE
Ortofosfatos en mg/L	30	0.02	10.69	1.77	NE
Oxígeno Disuelto en mg/L	52,00	3.20	7.00	4.7	>4.0
Salinidad en mg/L	52	9.9	17.00	13.22	NE
Sólidos sedimentables en mg/L	30	0.00	0.04	0.07	NE
Sólidos suspendidos totales en mg/L	20	65.10	211	116.51	NE
Sulfatos en mg/L	50	607.97	34573.15	6092.67	NE
Temperatura en °C	52,00	28.5	30.00	29.15	NE
Turbidez en NTU	36	10.50	17.00	13.93	NE
Valor de pH	52,00	6.92	7.32	7.15	6.5 – 8.5

Fuente: ANLA, 2025

El análisis fisicoquímico y microbiológico del agua marina en la columna intermedia (10,5 m) evidencia una calidad general estable, aunque con ciertos parámetros que reflejan condiciones propias del medio costero y posibles antrópicas locales.

El oxígeno disuelto presenta valores entre 3.2 mg/L y 7.00 mg/L, con un promedio de 4.7 mg/L. Si bien el valor promedio cumple con el criterio mínimo de 4.0 mg/L establecido en el artículo 18 del Decreto 703 de 2018 para la preservación de flora y fauna acuática en aguas marinas y estuarinas, se identificó un registro mínimo de 3,8 mg/L en el punto de monitoreo MSP-LAM0761-0002, así como valores de 3.9 mg/L en los puntos MSP-LAM0407-0002, MSP-LAM0761-0003 y MSP-LAM0761-0005, correspondientes a los monitoreos de los años 2023, 2024 y 2025. Estos resultados podrían asociarse con episodios leves de hipoxia, condición

reconocida como un estresor para la biota marina, particularmente peces y crustáceos, al generar desplazamientos o mortalidad de organismos (Díaz, R. J., & Rosenberg, R., 2008). En atención a lo anterior, se recomienda al grupo Caribe de la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales, efectuar análisis de oxígeno disuelto en aguas marinas, en las fichas correspondientes a su monitoreo.

Los indicadores de contaminación por materia fecal, como **coliformes totales** presentaron concentraciones que, si bien no representan un riesgo crítico para la calidad del agua marina, sugieren posibles aportes de origen doméstico o portuario, asociados al tránsito de embarcaciones, escorrentía superficial o descargas difusas cercanas a la zona de estudio.

Ahora bien, para el determinante de **salinidad**, se registraron valores entre 9.9 mg/L y 17 mg/L, con un promedio de 13.22 mg/L, reflejando una marcada influencia estuarina. Los **sólidos suspendidos totales (SST)** mostraron concentraciones entre 65.1 mg/L y 211 mg/L, con un promedio de 116.51 mg/L. Este comportamiento podría asociarse tanto a la dinámica sedimentaria natural de la bahía como a los aportes del Canal del Dique durante periodos de mayor descarga (Allan, J. D., & Castillo, M. M., 2007).

Respecto a los **sulfatos**, se observan valores entre 607,97 mg/L y 34573.15 mg/L (promedio de 6092,67 mg/L), donde este anión, junto con los cloruros, constituye uno de los principales componentes iónicos del ecosistema marino. En el caso de los **cloruros**, las concentraciones oscilaron entre 4632 mg/L y 28036 mg/L, con un promedio de 14509.90 mg/L, estas concentraciones, reflejan el equilibrio iónico propio del ambiente, sin que ello implique necesariamente procesos de contaminación, por lo que, las concentraciones reportadas podrían ser coherentes con la naturaleza salina del cuerpo de agua y no representa, por sí solas, un indicador de contaminación.

La **temperatura** promedio fue de 29.15 °C, con un rango entre 28.5 °C y 30 °C, lo que coincide con las condiciones térmicas reportadas históricamente para el Caribe colombiano (INVEVAR, 2025).

La **turbidez** presentó valores entre 10.5 y 17 NTU, con un promedio de 13.93 NTU, indicando una leve reducción de la penetración lumínica, posiblemente atribuible a la resuspensión de sedimentos finos. Sin embargo, este nivel de turbidez es consistente con los procesos naturales de mezcla por lo que, no sugiere afectaciones al ecosistema estuarino.

El **pH** osciló entre 6.92 y 7.32 (promedio de 7.15), encontrándose dentro del rango normativo de referencia para la preservación de flora y fauna (6.5 – 8.5), reflejando condiciones ligeramente neutras, compatibles con ambientes marino-costeros con buena capacidad de amortiguamiento.

En síntesis, los resultados evidencian en su mayoría cumplimiento al marco normativo de referencia del decreto 703 de 2018, comportamiento ambiental favorable de la calidad del

agua en los puntos de monitoreo. Sin embargo, determinantes como oxígeno disuelto, deben continuar siendo objeto de seguimiento para descartar tendencias que puedan comprometer la calidad ecológica del ecosistema marino.

### **Análisis particular - índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras (ICAM)**

Ahora bien, con respecto al análisis de las variables que integran el índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras (Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Suspendidos Totales, nitratos, ortofosfatos, DBO5, Hidrocarburos Totales y Coliformes termotolerantes), se realizó una comparación entre la serie de datos histórica publicada por INVEMAR (con registros hasta el año 2023) y los resultados obtenidos en los monitoreos adelantados por la Estrategia Regional de Monitoreo de la ANLA, obteniendo lo siguiente:

El oxígeno disuelto reportado por INVEMAR mostró concentraciones adecuadas para la preservación de flora y fauna acuática, con un valor mínimo histórico de 5.57 mg/L, dentro del rango esperado para ecosistemas marino-costeros. Por su parte, los monitoreos realizados en el marco de la estrategia regional de la ANLA registraron un valor mínimo inferior (3.2 mg/L), evidenciando posibles episodios localizados de disminución de oxígeno disuelto. En consecuencia, este determinante deberá continuar siendo objeto de seguimiento técnico y monitoreo periódico con el fin de establecer tendencias en el comportamiento del medio receptor, tal como se mencionó en el acápite anterior.

En cuanto al pH, las mediciones de la estrategia regional presentaron valores neutros, con un promedio de 7.15 unidades, mientras que la serie histórica de INVEMAR reflejó una tendencia ligeramente básica, con un promedio de 8.23 unidades. Estas diferencias podrían atribuirse a las variaciones espaciales y estacionales propias de las masas de agua en la bahía y su interacción con aportes continentales.

Respecto a los Sólidos Suspendidos Totales (SST), la información histórica de INVEMAR muestra un promedio de 17.95 mg/L, en tanto que los registros de la estrategia regional reportaron concentraciones notablemente superiores, con un promedio de 116.51 mg/L en columna media. Este incremento podría estar asociado a procesos de resuspensión de sedimentos, dinámica de corrientes costeras o aportes fluviales y portuarios, los cuales deben ser objeto de verificación por parte del equipo de seguimiento ambiental para determinar su origen.

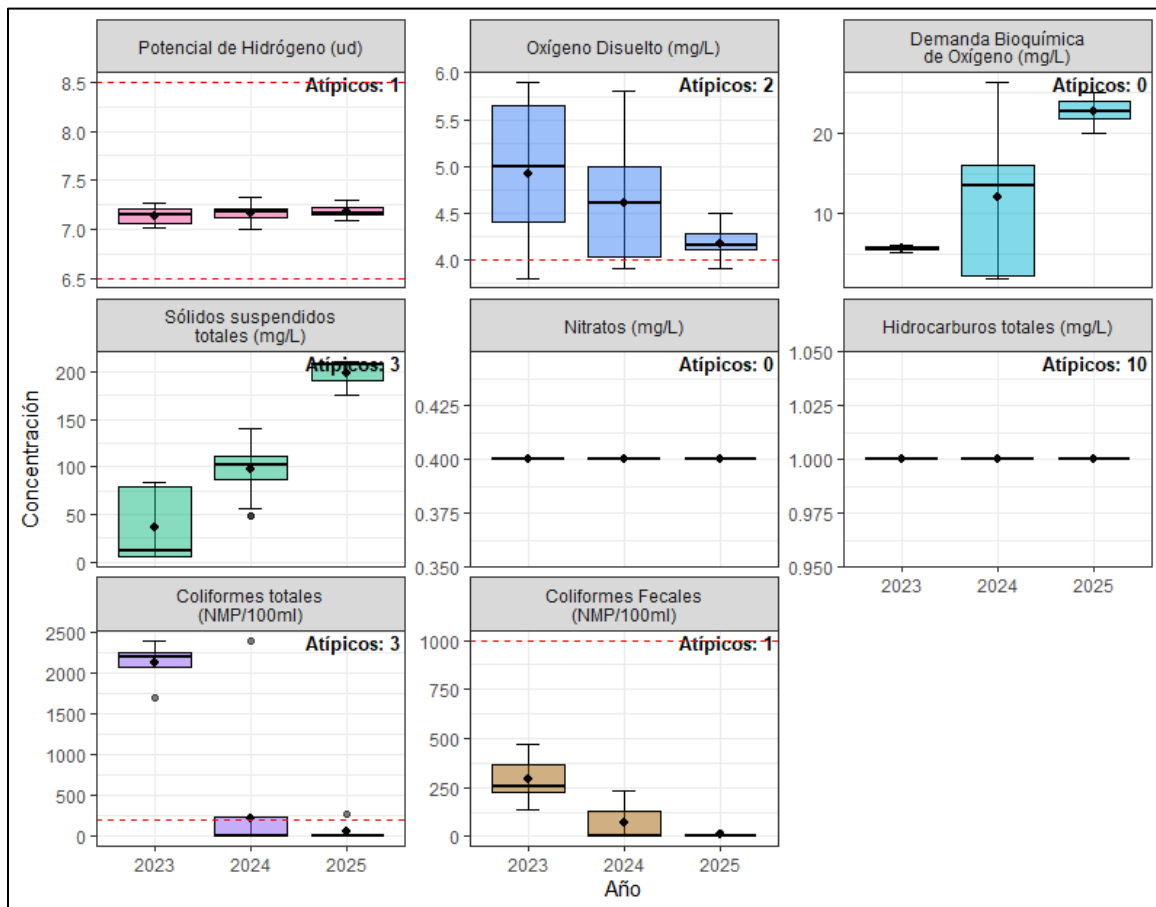
Las concentraciones de nitratos y ortofosfatos difirieron significativamente entre ambas fuentes: INVEMAR reportó valores promedio de 33.08 mg/L y 5.37 mg/L, respectivamente, mientras que la estrategia de monitoreo registró concentraciones considerablemente menores (0.40 mg/L y 1.77 mg/L respectivamente). Esta diferencia puede relacionarse con la metodología analítica o con la ubicación de los puntos de muestreo, especialmente en zonas con diferente grado de influencia antrópica o variabilidad estacional.

Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), la estrategia regional registró un promedio de 12.86 mg/L, mientras que los datos de INVEMAR resultan insuficientes para establecer comparaciones, dado que únicamente se dispone de un registro para el año 2021 (4.59 mg/L).

En relación con los Hidrocarburos Totales, INVEMAR reporta una concentración histórica promedio de 0.28 mg/L, mientras que los registros de la estrategia de monitoreo presentan un valor promedio superior (0.84 mg/L). El incremento observado sugiere la necesidad de mantener una vigilancia continua sobre los proyectos portuarios y asociados al sector de hidrocarburos para identificar posibles aportes.

Finalmente, los Coliformes Termotolerantes presentaron una marcada diferencia entre las dos fuentes: la estrategia regional registró un promedio de 120.87 NMP/100 mL, mientras que INVEMAR reportó un valor significativamente mayor (4813.36 NMP/100 mL). Esta diferencia indica una menor carga contaminante fecal en los puntos de muestreo de la estrategia, lo cual puede reflejar una menor influencia de vertimientos domésticos o una mejor capacidad de dispersión en las áreas monitoreadas.

**Figura 7. Análisis de calidad de agua marina en columna de agua intermedia**



Fuente: ANLA, 2025

## 2.2.6. Análisis de parámetros de calidad del agua marina en profundidad

A continuación, se analizan los resultados de los parámetros monitoreados del agua marina en profundidad obteniendo su valor medio, la desviación estándar, la mínima y máxima, se comparan con los criterios de uso establecidos en el artículo 18 del Decreto 703 de 2018 aplicables a la preservación de flora y fauna, el artículo 2.2.3.3.9.7 del Decreto 1076 para fines recreativos mediante contacto primario y la Resolución 1776 de 2023 referente a los objetivos de calidad; en rojo se señalan aquellos que presentaron sobrepasos en los umbrales normativos:

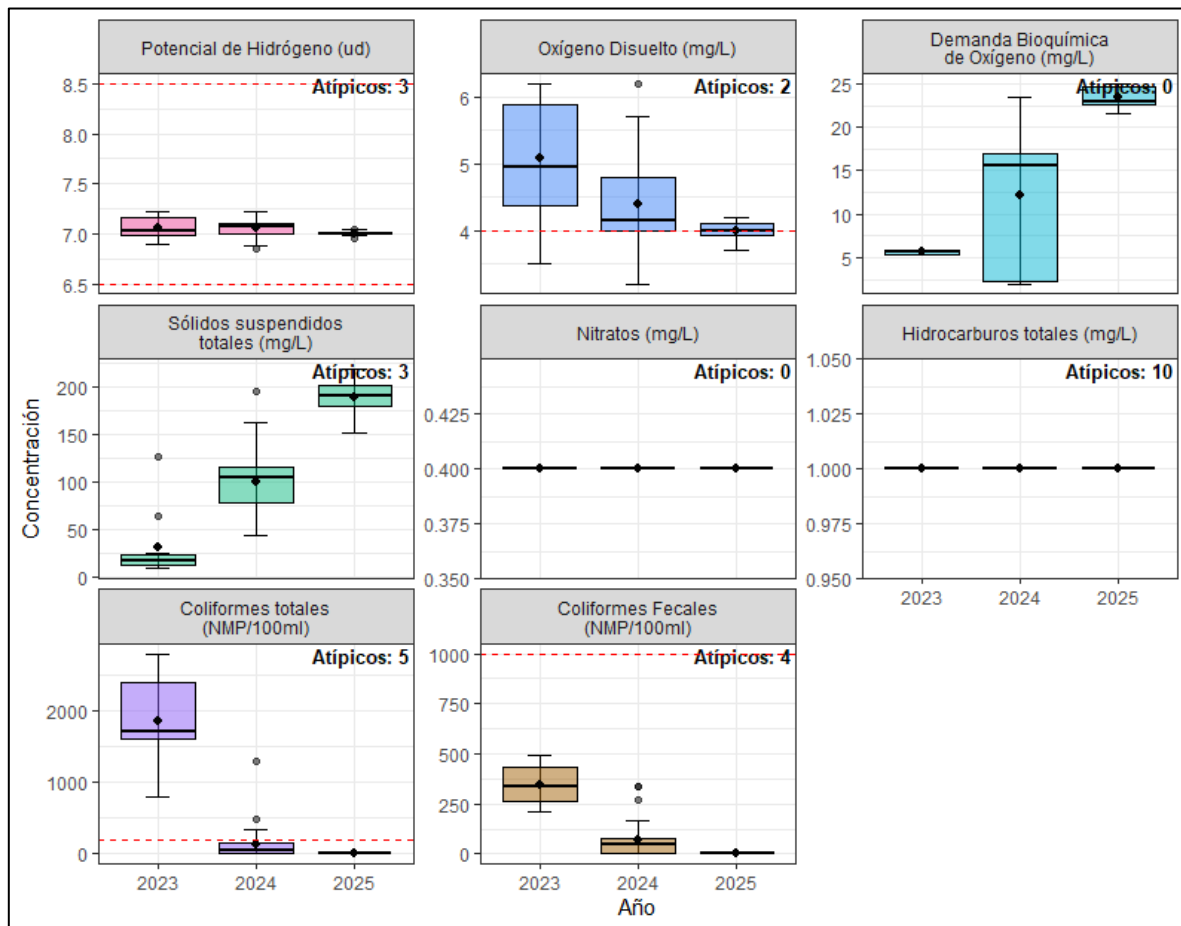
**Tabla 12. Valores estadísticos de la información de calidad de agua marina en profundidad**

Parámetro	No. Datos	Mínimo	Máximo	Promedio	Valores de Referencia
Acidez Total en mg/L CaCO <sub>3</sub>	50	5	20.00	14,33	NE
Arsénico en mg/L	50	0.01	0.36	0.04	
Cadmio en mg/L	50	0.00	0.04	0.01	
Cianuro en mg/L	50	0.01	0.02	0.02	
Cloruros en mg/L	50	3768	26587	14203,66	NE
Cobre en mg/L	50	0.01	0.08	0.01	
Coliformes Fecales en NMP/100ml	84	1.80	1400	157,31	1000
Coliformes Totales en NMP/100ml	50	1.8	16000	1009,32	200
Conductividad en $\mu$ S/cm	46	17100	23180	20579,20	NE
Cromo en mg/L	50	0.01	0.04	0.02	NE
Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L	50	2.00	25	13.08	NE
Demanda Química de Oxígeno en mg/L	50	14.46	63.00	37.59	NE
Fósforo Total en mg/L	50	0.03	0.05	0.04	NE
Grasas y Aceites en mg/L	50	0.20	1.00	0.84	NE
Hidrocarburos Totales en mg/L	50	0.20	1.00	0.84	NE
Hierro en mg/L	50	0.01	2.56	0.18	
Manganeso en mg/L	50	0.00	0.10	0.01	NE
Mercurio en mg/L	50	0.00	0.69	0.07	NE
Níquel en mg/L	50	0.01	0.48	0.02	NE
Nitratos en mg/L	50	0.40	0.40	0.40	NE
Nitritos en mg/L	50	2.00	12	2.40	NE
Nitrógeno Amoniacal en mg/L	50	0.20	1.2	0.45	NE
Nitrógeno Total (nit. orgánico, nit. amoniacal, nitritos y nitratos) en mg/L	50	3.50	3.50	3.50	NE
Ortofosfatos en mg/L	50	0.02	7.40	0.99	5.65
Oxígeno Disuelto en mg/L	46	3.2	7.00	4.65	4.0
Plata en mg/L	54	0.05	0.10	0.09	NE
Plomo en mg/L	50	0.01	0.48	0.02	NE
Salinidad en mg/L	46	9.5	17.00	12.73	NE

Parámetro	No. Datos	Mínimo	Máximo	Promedio	Valores de Referencia
Sólidos sedimentables en mg/L	50	0.00	1.00	0.15	NE
Sólidos suspendidos totales en mg/L	20	10.00	300.20	177.26	NE
Sulfatos en mg/L	50	584,61	37418,84	5352,51	NE
Temperatura en °C	46	28.00	30.00	28.97	NE
Turbidez en NTU	46	11.00	18.60	14.35	NE
Valor de pH	46	6.85	7.31	7.06	6.5 – 8.5
Zinc en mg/L	50	0.01	0.75	0.05	NE

Fuente: ANLA, 2025

**Figura 8. Análisis de calidad de agua marina en profundidad**



Fuente: ANLA, 2025

Los monitoreos efectuados en la columna profunda de agua presentan valores de pH entre 6,8 mg/l y 7,3 mg/l, es decir, tienden a ser de pH neutral, estando en el rango del objetivo de calidad establecido por CARDIQUE.

Los sólidos suspendidos totales presentan concentraciones cuyo promedio es de 177,26 mg/l para el periodo analizado, y se presenta con un comportamiento creciente desde 2023. Este parámetro presenta una variación que oscila en un rango de 10,0 mg/l a 300,2 mg/l, lo que puede representar el cambio estacional en caudal y aporte de sedimentos del canal del Dique, siendo concentraciones inferiores a las concentraciones de SST en superficie. Los SSED son también inferiores a las concentraciones registradas en superficie

La variación descrita en comparación con los sólidos sedimentables confirma la dificultad de estas partículas para sedimentarse, aumentando la turbidez de las aguas marinas.

Dado que esta dinámica sucede en la superficie, los sólidos en suspensión constituyen un aumento en la turbidez y una disminución en la transparencia del agua, evitando que la radiación solar en la columna de agua suceda, por lo cual puede considerarse como un factor que afecta altamente la productividad primaria de la bahía de Cartagena, es decir, la tasa a la cual los organismos fotosintéticos convierten el CO<sub>2</sub> en dióxido de carbono.

El parámetro de coliformes fecales o termotolerantes presenta concentraciones superiores a los valores de referencia para contacto primario, y pueden estar relacionados con las descargas de aguas residuales no tratadas, se observa una disminución con respecto a las concentraciones en superficie.

En línea con lo anterior, algunos estudios desarrollados en la bahía de Cartagena afirman que los procesos biogeoquímicos son más lentos que los procesos de advección horizontal de los parámetros relacionados con la eutrofización, como el nitrógeno y el fósforo.

### 2.2.7 Análisis de parámetros de calidad de sedimentos marinos

En lo correspondiente a los parámetros de calidad de sedimentos marinos, tomando como referencia la información disponible en los monitoreos, se encontraron diversas condiciones de heterogeneidad en los parámetros reportados entre los puntos definidos para cada uno de los expedientes revisados; esto se extiende a que en algunos casos las unidades de reporte varían de un reporte a otro. A continuación, se presentan las observaciones formuladas correspondientes a los datos de los parámetros de calidad del agua marina en sedimentos.

**Tabla 13. Observaciones datos de parámetros de calidad de sedimentos marinos por expediente**

Expediente	Observación
LAM0761	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para el monitoreo realizado en junio de 2023 (correspondiente a época de transición) el carbono orgánico total (COT) se reportó con unidades de mg/kg, mientras que para que el resto de los reportes las unidades la unidad corresponden a porcentaje másico.</li> <li>2. Más del 80% de los datos reportados para grasas y aceites se encuentran por debajo del límite de detección para un método con unidades de reporte en mg/l.</li> <li>3. En las granulometrías presentadas, no se distingue entre limos y arcillas sino se deja la fracción fina dentro de la categoría de limos.</li> </ol>

Expediente	Observación
	<ol style="list-style-type: none"> <li>No se cuenta con mediciones de: Hierro, Manganeso, Mercurio, Níquel, pH, Plata, Plomo, Vanadio y Zinc.</li> </ol>
LAM4688	<ol style="list-style-type: none"> <li>En el monitoreo realizado en junio de 2024 (época de transición), la granulometría se reporta como la masa retenida en cada tamiz.</li> <li>En las granulometrías presentadas, no se distingue entre limos y arcillas sino se deja la fracción fina dentro de la categoría de limos.</li> <li>No se cuenta con mediciones de Hierro, Manganeso, Mercurio, Níquel, pH, Plata, Plomo, Vanadio y Zinc.</li> </ol>
LAV0087-00-2014	<ol style="list-style-type: none"> <li>Para los monitoreos presentados en 2024 la granulometría no se reporta en el formato GDB adjuntado.</li> <li>Únicamente se presentan resultados de Grasas y Aceites.</li> </ol>
LAM0407	<ol style="list-style-type: none"> <li>Es el único expediente para el que se reportan datos de Arsénico, Bario, capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad y contenido de humedad.</li> <li>En febrero de 2024 se reportaron valores de conductividad muy por debajo del orden magnitud del promedio del resto de mediciones.</li> <li>No se cuenta con mediciones de Hierro, Manganeso, contenido de materia orgánica ni nitrógeno total.</li> <li>Para el primer período reportado correspondiente a marzo de 2024 (época seca), el límite de detección del método utilizado para la medición de hidrocarburos totales era de 20 mg/kg, mientras que para el resto de los períodos se cambió a uno cuyo límite bajó a 0.01 mg/kg.</li> <li>En promedio para los parámetros Arsénico, Grasas y Aceites, Mercurio, Plata e Hidrocarburos Totales, el 77% de los datos se encuentran por debajo del límite de detección correspondiente al método usado para el análisis de las muestras.</li> </ol>
LAM1375	<ol style="list-style-type: none"> <li>En las granulometrías presentadas, no se distingue entre limos y arcillas sino se deja la fracción fina dentro de la categoría de limos.</li> <li>Es el único expediente en el que se reportan mediciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y Cromo hexavalente; sin embargo, la totalidad de los datos se encuentran por debajo del límite de detección de los métodos de análisis utilizados correspondientemente.</li> <li>El límite de detección para el Cadmio es superior con respecto a los reportados en otros expedientes. Los valores reportados en otras campañas se encuentran por debajo de 5 mg/kg, límite del método usado para el análisis en este expediente.</li> <li>Es el único expediente para el que las Grasas y aceites se reportan en mg/kg.</li> <li>Los valores reportados para Hierro en noviembre de 2024 se encuentran muy por debajo del orden de magnitud con respecto a otros períodos y otros expedientes.</li> <li>El contenido de Materia orgánica está reportado en unidades de mg/kg, mientras que para el resto de los expedientes se encuentra en porcentaje.</li> <li>La totalidad de los datos reportados para Mercurio se encuentran por debajo del límite de detección, que a su vez es menor con respecto al del método utilizado en los otros expedientes.</li> <li>Hubo un cambio en el método de análisis para Plata, pasando de un límite de detección de 5 a 10 mg/kg.</li> <li>El límite de detección para el método de análisis de Hidrocarburos Totales es de 100 mg/kg con respecto a los 0.01 mg/kg usado en otros expedientes. Adicionalmente, se reportan valores muy por encima de orden de magnitud para la campaña de marzo de 2024, a la vez que no se reportaron para campaña de noviembre de 2024.</li> <li>Es el único expediente que reporta Sulfuros Ácidos Volátiles.</li> </ol>

Fuente: ANLA, 2025

Ahora bien, como hallazgos generales de los datos disponibles para los sedimentos, se determinó que:

1. Únicamente el parámetro de Grasas y Aceites fue reportado para la totalidad de los monitoreos de todos los expedientes.
2. Diferentes métodos de análisis fueron usados por los laboratorios para la determinación de los diferentes parámetros medidos. Fue el caso para el Cadmio, carbono orgánico total (COT), Grasas y Aceites, Hierro, Mercurio, Sulfuros Ácidos Volátiles e Hidrocarburos Totales.
3. Anidado al hallazgo anterior, se evidencia que las unidades de reporte para los diferentes parámetros no coinciden con las definidas en el diccionario de datos disponible para el Modelo de Almacenamiento Geográfico, establecido mediante la Resolución 2182 de 2016.

teniendo en cuenta lo anterior se generan recomendaciones en cada caso

## 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 3.1. Conclusiones

La calidad del recurso hídrico marino – costero presenta, en concordancia con la bibliografía consultada, fuertes patrones estacionales en la escala intra-anual.

En principio, es importante considerar que la bahía de Cartagena presenta condiciones de estuario. Según la United States Environmental Protection Agency – EPA<sup>3</sup>, un estuario es un cuerpo de agua parcialmente encerrado que se forma cuando las aguas dulces provenientes de ríos y quebradas fluyen hacia el océano y se mezclan con el agua salada del mar. Afirma la EPA que, aunque los estuarios están protegidos de olas, vientos, tormentas marítimas, y sus islas actúan como barreras o franjas de terreno, estas son influenciadas por las mareas. En este caso, la bahía de Cartagena podría considerarse un ambiente estuarino altamente influenciado por el canal del Dique.

El análisis en profundidad de las variables oceánicas temperatura del agua, salinidad, turbidez, pH y oxígeno disuelto evidencian la estratificación térmica y halina de la columna de agua, principalmente en el periodo de bajas precipitaciones, altas temperaturas y bajas velocidades del viento (diciembre a marzo), dado que en este periodo el ingreso de aguas continentales genera un gradiente de salinidad, densidad y temperatura. El oxígeno disuelto disponible en profundidad también es afectado por la diferencia de densidades, presentando algunas concentraciones de +/-3.0 mg/l, inferior al objetivo de calidad de

---

<sup>3</sup> Consultado el 22 de diciembre de 2024 en <https://espanol.epa.gov/espanol/los-estuarios#:~:text=Un%20estuario%20es%20un%20cuerpo,de%20agua%20dulce%20a%20salada.>

CARDIQUE, que destina las aguas marinas para preservación de fauna y flora, con un valor de referencia e 4.0 mg/l.

Por su parte, la comparación entre sólidos suspendidos y sólidos sedimentables evidencia que, en mayor proporción, el transporte de sedimentos no se sedimenta, empero, flota generando una pluma de partículas que aumentan la turbidez, la temperatura superficial del agua, y afectan la perpetración de luz en la columna de agua, y con esto, la productividad primaria de la bahía de Cartagena.

Con respecto a los metales, se evidencian trazas que se mantienen constantes en profundidad, sin embargo, no es posible establecer comparaciones en ausencia de valores de referencia para el uso de preservación de flora y fauna y el uso de contacto primario. Sin perjuicio de lo anterior, se destaca un valor de plomo medido en superficie de 4.06 mg/l, que supera inclusive, el límite máximo permisible para descarga de aguas residuales tratadas al mar establecidas por la Resolución 883 del 18 de mayo de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (0.1 mg/l a 0.2 mg/l). De la misma manera, se destaca un valor de mercurio en superficie de 3.72 mg/l, sin embargo, no cuenta con valor de referencia para su comparación.

Sobre la eutrofización de las aguas marinas, algunos estudios consultados establecen que, dada la hidrodinámica de la bahía de Cartagena, los procesos biogeoquímicos se presentan más lentos en comparación con los procesos de advección horizontal.

En términos generales, las diferencias observadas entre los registros históricos del INVEMAR y los resultados obtenidos en el marco de la Estrategia Regional de Monitoreo de la ANLA pueden responder a factores propios de la dinámica costera de la bahía, influenciada por la mezcla de aguas continentales, las corrientes marinas y las actividades portuarias y urbanas adyacentes.

Parámetros como el oxígeno disuelto y el pH mantienen condiciones favorables para la preservación de la biota marina, aunque se registran descensos puntuales que deben continuar siendo objeto de seguimiento para descartar procesos de hipoxia localizada. Por su parte, las concentraciones de sólidos suspendidos totales e hidrocarburos sugieren una posible influencia de fuentes antrópicas, especialmente aquellas asociadas al tránsito marítimo, la resuspensión de sedimentos y los aportes fluviales.

En contraste, la reducción observada en los niveles de nutrientes (nitratos y ortofosfatos) y coliformes termotolerantes frente a los valores históricos de INVEMAR podría indicar una mejora en las condiciones locales de calidad o una menor influencia directa de descargas domésticas. No obstante, se recomienda mantener la continuidad del monitoreo y fortalecer la periodicidad de los muestreos, con el fin de establecer una línea base consolidada que

permita determinar tendencias ecológicas a mediano plazo y orientar acciones de gestión ambiental sobre el ecosistema marino-costero.

## 3.2. Recomendaciones de carácter regional

### 3.2.1. Recomendaciones de carácter regional dirigidas a SELA

Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
<p>LAM0761, LAM0666, LAV0087-00-2014 LAM4688 LAM0407 LAM3475, LAV0004-00-2020, LAM6664-00</p>	<p><b>Sobre el parámetro oxígeno disuelto:</b> El aporte de aguas continentales <i>dulces</i> del Canal del Dique genera condiciones de estuario en la bahía de Cartagena, favoreciendo la estratificación térmica y halina de la columna de agua. Esta dinámica causa diferencia en la densidad del agua y bloquea el transporte de oxígeno disuelto a las capas profundas de manera estacional</p>	<p>Se recomienda a los grupos de la Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales, dar continuidad en la exigencia estricta del monitoreo en profundidad de la bahía de Cartagena para los proyectos que tienen esta obligación, con el propósito de precisar los análisis efectuados y su correlación con el comportamiento de otras variables que cuentan con valor de referencia en la Resolución 1776 del 03 de noviembre de 2023 por la cual se establecen los objetivos de calidad de los cuerpos de agua de la bahía de Cartagena para el periodo 2024 a 2028.</p>
<p>LAM3475, LAV0004-00-2020, LAM6664-00</p>	<p><b>Sobre los parámetros turbidez y sólidos suspendidos totales.</b>  El aporte de aguas continentales <i>dulces</i> del Canal del Dique trae sedimentos finos con un 60,7% de partículas de tamaño entre 0,15 y 0,44 mm y un 38% del tamaño 8,8 µm que difícilmente se sedimentan, formando una pluma de aguas de alta turbidez que impiden la penetración de luz en la columna de agua, y con esto generan gradiente de temperatura y de oxígeno disuelto, fortaleciendo la estratificación térmica de la bahía de Cartagena.</p>	<p>Se recomienda a los grupos de Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales, en los procesos de evaluación de nuevas licencias o modificación de instrumentos de manejo y control, priorizar la atención al comportamiento de la <b>turbidez y los sólidos suspendidos totales</b> que se presenten para la autorización de obras y/o actividades que puedan alterar la bahía de Cartagena.</p>
<p>LAM0761, LAM0666, LAV0087-00-2014 LAM4688 LAM0407 LAM3475, LAV0004-00-2020, LAM6664-00</p>	<p><b>Sobre análisis de sedimentos.</b> En general se observó que los proyectos que efectúan análisis de calidad de sedimentos y granulométricos tienen los siguientes aspectos de mejora:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No emplean las unidades establecidas por el Modelo de Almacenamiento Geográfico.</li> <li>• No se distinguen entre limos y arcillas, sino que se deja la fracción fina dentro de la categoría de limos. Se emplean límites de cuantificación inferiores a la media histórica.</li> </ul>	<p>Se recomienda a los grupos de Evaluación de Licencias Ambientales, incluir de manera adicional a los términos de referencia, con base en lo expuesto en este documento, el monitoreo de calidad de sedimentos bajo los siguientes parámetros: Carbono Orgánico Total (COT), Grasas y Aceites, materia orgánica y demanda béntica.</p>

### 3.2.2. Recomendaciones de carácter regional dirigidas a SSLA

Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
<p>LAM0761, LAM0666, LAV0087-00- 2014 LAM4688 LAM0407</p>	<p><b>Sobre el parámetro oxígeno disuelto:</b> El aporte de aguas continentales <i>dulces</i> del Canal del Dique genera condiciones de estuario en la bahía de Cartagena, favoreciendo la estratificación térmica y halina de la columna de agua. Esta dinámica causa diferencia en la densidad del agua y bloquea el transporte de oxígeno disuelto a las capas profundas de manera estacional.</p>	<p>Se recomienda al grupo Caribe de la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales, efectuar análisis de oxígeno disuelto en aguas marinas, en las fichas correspondientes a su monitoreo.</p> <p>Así mismo, efectuar exigencia especial sobre los límites máximos permisibles de los parámetros que degradan el oxígeno disuelto como <b>DBO5, fósforo total, nitrógeno total y temperatura</b>, contemplados en la Resolución 883 de 2018 “<i>Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas marinas, y se dictan otras disposiciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</i>”, específicamente en el artículo 5 sobre disposiciones aplicables al parámetro temperatura, el artículo 10 relacionado con límites permisibles para el sector puertos marítimos y el artículo 12 referente al sector de hidrocarburos, según corresponda.</p>
<p>LAM0761, LAM0666, LAV0087-00- 2014 LAM4688 LAM0407</p>	<p><b>Sobre los parámetros turbidez y sólidos suspendidos totales.</b> El aporte de aguas continentales <i>dulces</i> del Canal del Dique trae sedimentos finos con un 60,7% de partículas de tamaño entre 0,15 y 0,44 mm y un 38% del tamaño 8,8 µm que difícilmente se sedimentan, formando una pluma de aguas de alta turbidez que impiden la penetración de luz en la columna de agua, y con esto generan gradiente de temperatura y de oxígeno disuelto, fortaleciendo la estratificación térmica de la bahía de Cartagena.</p>	<p>Se recomienda al grupo Caribe de la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales, efectuar análisis de sólidos suspendidos totales en aguas marinas, en las fichas correspondientes a su monitoreo.</p> <p>Así mismo, efectuar exigencia especial sobre los límites máximos permisibles de los parámetros <b>sólidos suspendidos totales y turbidez</b>, contemplados en la Resolución 883 de 2018 “<i>Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas marinas, y se dictan otras disposiciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</i>”, específicamente en el artículo 10 relacionado con límites permisibles para el sector puertos marítimos y el artículo 12 referente al sector de hidrocarburos, según corresponda.</p>

Expediente	Situación evidenciada	Recomendación
		Se recomienda a los grupos de Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales, en los procesos de evaluación de nuevas licencias o modificación de instrumentos de manejo y control vigentes, priorizar la evaluación del comportamiento de los parámetros <b>turbidez y sólidos suspendidos totales</b> en los análisis tendenciales y modelaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas a la bahía de Cartagena que se presenten en el trámite de solicitud de licencia ambiental.
LAM0761, LAM0666, LAV0087-00-2014 LAM4688 LAM0407	Se identificaron concentraciones de plomo y mercurio en los monitoreos en la capa superficial de la columna de agua.	Se recomienda al grupo Caribe de la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales, verificar y documentar, para la totalidad de los proyectos con permiso de vertimientos a la bahía de Cartagena, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la Resolución 883 de 2018, en especial de los parámetros <b>plomo y mercurio</b> .
LAM0761, LAM0666, LAV0087-00-2014 LAM4688 LAM0407 LAM3475, LAV0004-00-2020, LAM6664-00	<p><b>Sobre análisis de sedimentos.</b> En general se observó que los proyectos que efectúan análisis de calidad de sedimentos y granulométricos tienen los siguientes aspectos de mejora:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No emplean las unidades establecidas por el Modelo de Almacenamiento Geográfico.</li> <li>• No se distinguen entre limos y arcillas, sino que se deja la fracción fina dentro de la categoría de limos.</li> <li>• Se emplean límites de cuantificación inferiores a la media histórica.</li> </ul>	<p>Se recomienda al grupo Caribe de la Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales y a los grupos de la Subdirección de Evaluación de Licencias Ambientales, efectuar revisión especial sobre el cumplimiento del Modelo de Almacenamiento Geográfico, específicamente sobre las unidades que reportan los titulares de los instrumentos de manejo y control o solicitantes, en los estudios granulométricos que deban presentar. Así mismo, verificar que la clasificación granulométrica sea completa, diferenciando en la fracción fina entre limos y arcillas.</p> <p>En complemento, exigir límites de cuantificación sobre los parámetros medidos en sedimentos, que permitan observar la tendencia histórica, cuya medida sea inferior al límite de cuantificación.</p>

## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). Stream ecology: Structure and function of running waters. *Springer*. doi:<https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5583-6>
- ANLA. (2024). *Estrategia de monitoreo regional del recurso hídrico superficial en la Bahía de Cartagena y Canal del Dique*.
- Díaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, 926–929. doi:<https://doi.org/10.1126/science.1156401>
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR. (2020). *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos. REDCAM. Informe técnico 2019*. Santa Marta: Serie de publicaciones periódicas No 4. del INVEMAR.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR. (30 de abril de 2024). *Operación Estadística Índice de Calidad de aguas Marinas y Costeras - OE ICAM*. Obtenido de Descarga de Reportes: <https://icam-invemar.opendata.arcgis.com/pages/dimensiones-icam>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (20 de abril de 2018). *Decreto 703 de 2018*. Obtenido de Gestor Normativo Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=85980>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de mayo de 2015). *Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Gestor Normativo Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>