

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 1 de 169

**REPORTE DE ANÁLISIS
 15337**

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO
 NIT 802.000.339-0**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE LOS CUERPOS
 DE AGUA SUPERFICIALES EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL
 ATLÁNTICO - CRA**

BARRANQUILLA, JUNIO DE 2025

8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	59
8.1.	ZONA HIDROGRÁFICA: COMPLEJO DE HUMEDALES DE LA VERTIENTE OCCIDENTAL DEL RÍO MAGDALENA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO	59
8.1.1.	Río Magdalena.....	59
8.1.2.	Ciénaga La Bahía (ciénaga de Mesolandia).....	64
8.1.3.	Ciénaga de Malambo.....	70
8.1.4.	Ciénaga El Convento.....	75
8.1.5.	Ciénaga de Sabanagrande.....	80
8.1.6.	Ciénaga de Santo Tomás.....	84
8.1.7.	Ciénaga Larga.....	90
8.1.8.	Ciénaga Luisa.....	96
8.1.9.	Ciénaga Paraíso.....	101
8.1.10.	Ciénaga Manatí.....	105
8.1.11.	Ciénaga El Uvero.....	110
8.2.	ZONA HIDROGRÁFICA: CIÉNAGA DE MALLORQUÍN Y LOS ARROYOS GRANDE Y LEÓN	114
8.2.1.	Ciénaga de Mallorca.....	114
8.2.2.	Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne).	119
8.2.3.	Ciénaga Los Manatíes.....	125
8.2.4.	Arroyo León.....	128
8.3.	ZONA HIDROGRÁFICA: CANAL DEL DIQUE	133
8.3.1.	Embalse del Guájaro.....	133
8.3.2.	Ciénaga de Luruaco.....	137
8.3.3.	Ciénaga de Tocagua.....	141
8.4.	ZONA HIDROGRÁFICA: ARROYOS DIRECTOS AL MAR CARIBE	145
8.4.1.	Ciénaga de Balboa.....	145
8.4.2.	Ciénaga del Totumo.....	149
9.	CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES.....	153
10.	BIBLIOGRAFÍA	158
11.	EQUIPO DE TRABAJO	168

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VARIABLES Y PONDERACIONES PARA 5 VARIABLES.	18
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DEL ICA.....	19
TABLA 3. SIGNIFICANCIA DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN (ICOs).	20
TABLA 4. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN EL RÍO MAGDALENA EN 2024.	64
TABLA 5. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA LA BAHÍA (CIÉNAGA DE MESOLANDIA) EN 2024.	70
TABLA 6. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DE MALAMBO EN 2024.....	74
TABLA 7. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA EL CONVENTO EN 2024.	79
TABLA 8. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DE SABANAGRANDE EN 2024.	84
TABLA 9. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DE SANTO TOMÁS EN 2024.	90
TABLA 10. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA LARGA EN 2024.	95
TABLA 11. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA LUISA EN 2024.	100
TABLA 12. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA PARAÍSO EN 2024.....	105
TABLA 13. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA MANATÍ EN 2024.	109
TABLA 14. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA EL UVERO EN 2024.....	114
TABLA 15. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DE MALLORQUÍN EN 2024.....	119
TABLA 16. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA EL RINCÓN (LAGO DEL CISNE) EN 2024.....	125
TABLA 17. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA LOS MANATÍES EN 2024.	128
TABLA 18. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN EL ARROYO LEÓN EN 2024.	132
TABLA 19. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN EL EMBALSE DEL GUÁJARO EN 2024.....	136
TABLA 20. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DE LURUACO EN 2024.	141
TABLA 21. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DE TOCAGUA EN 2024.	145
TABLA 22. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DE BALBOA EN 2024.....	148

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 5 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

TABLA 23. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL APLICADOS A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MONITOREO REALIZADO EN LA CIÉNAGA DEL
 TOTUMO EN 2024. 152

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN EL RÍO MAGDALENA.	60
FIGURA 2. OXÍGENO DISUELTO Y DBO ₅	61
FIGURA 3. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN EL RÍO MAGDALENA.	62
FIGURA 4. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN EL RÍO MAGDALENA.	63
FIGURA 5. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA LA BAHÍA (CIÉNAGA DE MESOLANDIA).	65
FIGURA 6. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA LA BAHÍA (CIÉNAGA DE MESOLANDIA).	67
FIGURA 7. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA LA BAHÍA (CIÉNAGA DE MESOLANDIA).	68
FIGURA 8. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA LA BAHÍA (CIÉNAGA DE MESOLANDIA).	69
FIGURA 9. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DE MALAMBO.	71
FIGURA 10. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DE MALAMBO.	72
FIGURA 11. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DE MALAMBO.	73
FIGURA 12. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DE MALAMBO.	74
FIGURA 13. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA EL CONVENTO.	76
FIGURA 14. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA EL CONVENTO.	77
FIGURA 15. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA EL CONVENTO.	78
FIGURA 16. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA EL CONVENTO.	79
FIGURA 17. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DE SABANAGRANDE.	80
FIGURA 18. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DE SABANAGRANDE.	82
FIGURA 19. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DE SABANAGRANDE.	82
FIGURA 20. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DE SABANAGRANDE.	83
FIGURA 21. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DE SANTO TOMÁS.	85
FIGURA 22. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DE SANTO TOMÁS.	87
FIGURA 23. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DE SANTO TOMÁS.	88
FIGURA 24. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DE SANTO TOMÁS.	89
FIGURA 25. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA LARGA.	91
FIGURA 26. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA LARGA.	93
FIGURA 27. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA LARGA.	94
FIGURA 28. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA LARGA.	95
FIGURA 29. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA LUISA.	96
FIGURA 30. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA LUISA.	98
FIGURA 31. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA LUISA.	99
FIGURA 32. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA LUISA.	100
FIGURA 33. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA PARAÍSO.	101
FIGURA 34. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA PARAÍSO.	102
FIGURA 35. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA PARAÍSO.	103
FIGURA 36. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA PARAÍSO.	104
FIGURA 37. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA MANATÍ.	106
FIGURA 38. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA MANATÍ.	107
FIGURA 39. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA MANATÍ.	108
FIGURA 40. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA MANATÍ.	109
FIGURA 41. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA EL UVERO.	110

FIGURA 42. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA EL UVERO.	111
FIGURA 43. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA EL UVERO.....	112
FIGURA 44. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA EL UVERO.	113
FIGURA 45. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DE MALLORQUÍN.	115
FIGURA 46. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DE MALLORQUÍN.	117
FIGURA 47. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DE MALLORQUÍN.	118
FIGURA 48. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DE MALLORQUÍN.	118
FIGURA 49. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA EL RINCÓN (LAGO DEL CISNE).	120
FIGURA 50. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA EL RINCÓN (LAGO DEL CISNE).	122
FIGURA 51. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA EL RINCÓN (LAGO DEL CISNE).....	123
FIGURA 52. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA EL RINCÓN (LAGO DEL CISNE).	124
FIGURA 53. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA LOS MANATÍES.....	125
FIGURA 54. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA LOS MANATÍES.....	126
FIGURA 55. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA LOS MANATÍES.....	127
FIGURA 56. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA LOS MANATÍES.....	128
FIGURA 57. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN EL ARROYO LEÓN.	129
FIGURA 58. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN EL ARROYO LEÓN.	130
FIGURA 59. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN EL ARROYO LEÓN.....	131
FIGURA 60. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN EL ARROYO LEÓN.	131
FIGURA 61. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN EL EMBALSE DEL GUÁJARO.	133
FIGURA 62. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN EL EMBALSE DEL GUÁJARO.	134
FIGURA 63. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN EL EMBALSE DEL GUÁJARO.	135
FIGURA 64. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN EL EMBALSE DEL GUÁJARO.	136
FIGURA 65. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DE LURUACO.	138
FIGURA 66. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DE LURUACO.....	139
FIGURA 67. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DE LURUACO.	140
FIGURA 68. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DE LURUACO.....	141
FIGURA 69. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DE TOCAGUA.....	142
FIGURA 70. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DE TOCAGUA.	143
FIGURA 71. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DE TOCAGUA.....	143
FIGURA 72. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DE TOCAGUA.	144
FIGURA 73. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DE BALBOA.	145
FIGURA 74. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DE BALBOA.....	146
FIGURA 75. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DE BALBOA.	147
FIGURA 76. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DE BALBOA.	148
FIGURA 77. TEMPERATURA Y PH REGISTRADOS EN LA CIÉNAGA DEL TOTUMO.	149
FIGURA 78. OXÍGENO DISUELTO, DBO ₅ Y DQO EN LA CIÉNAGA DEL TOTUMO.	150
FIGURA 79. CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN LA CIÉNAGA DEL TOTUMO.	151
FIGURA 80. COLIFORMES TERMOTOLERANTES (CTE) Y COLIFORMES TOTALES (CT) EN LA CIÉNAGA DEL TOTUMO.	152

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 8 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

1. INTRODUCCIÓN

El monitoreo y caracterización de cuerpos de agua superficiales es un proceso fundamental para la gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente en un contexto de creciente presión por actividades antrópicas y el cambio climático. Este proceso permite evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica y ecológica del agua, facilitando la identificación de fuentes de contaminación, el seguimiento de tendencias ambientales y la implementación de medidas de conservación y restauración (IDEAM, 2010).

La importancia del monitoreo radica en su capacidad para proporcionar información confiable, sistemática y comparable sobre el estado de los cuerpos de agua, lo cual es esencial para la toma de decisiones en políticas ambientales, ordenamiento territorial y salud pública (Mancera y Álvarez-León, 2020). La caracterización, por su parte, permite determinar las propiedades y condiciones del ecosistema acuático, integrando variables como temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes, materia orgánica, sólidos suspendidos y presencia de microorganismos indicadores, entre otros (Roldán, 2003).

Además, el monitoreo continuo facilita la detección temprana de procesos de deterioro ambiental, como la eutrofización, la contaminación microbiológica o la pérdida de biodiversidad, que pueden comprometer los servicios ecosistémicos ofrecidos por los cuerpos de agua, como el abastecimiento, la regulación hídrica y la recreación (UNESCO, 2018). Asimismo, es una herramienta clave en el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales sobre calidad del agua, como las resoluciones de autoridades ambientales locales y las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 6: agua limpia y saneamiento (ONU, 2015).

En este sentido, contar con redes de monitoreo efectivas, métodos estandarizados y análisis multitemporales representa una estrategia indispensable para diagnosticar y mitigar los impactos de la actividad humana sobre los ecosistemas acuáticos, así como para promover su conservación a largo plazo, por lo cual se hace necesario realizar la CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E HIDROBIOLÓGICA DE LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO – CRA correspondiente al año 2024.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 9 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

2. ALCANCE

El presente documento tiene como propósito principal desarrollar una caracterización integral de los cuerpos de agua superficiales localizados en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, mediante el análisis de variables fisicoquímicas, microbiológicas e hidrobiológicas, que permita evaluar el estado ecológico y sanitario de estos sistemas acuáticos. Para ello, el estudio comprende los siguientes alcances:

- Completar la recolección y análisis de muestras de agua correspondientes al año 2024, con el fin de capturar la variabilidad espacial y temporal de los parámetros analizados.
- Análisis fisicoquímico, mediante la medición de parámetros como temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), entre otros, con base en metodologías estandarizadas y normativas ambientales vigentes.
- Evaluación microbiológica, enfocada en la cuantificación de coliformes totales y termotolerantes como indicadores de contaminación fecal y riesgo sanitario.
- Caracterización hidrobiológica, centrada en el estudio de comunidades biológicas como fitoplancton, zooplancton, perifiton, macrófitas, peces y macroinvertebrados bentónicos, con el objetivo de inferir la calidad ecológica del agua a partir de su estructura y composición.
- Comparación multianual de los datos recolectados con registros históricos y resultados previos de monitoreo, con el fin de identificar tendencias, variaciones significativas y posibles focos de deterioro ambiental.
- Determinación del estado de calidad del agua de los cuerpos estudiados según criterios científicos y regulatorios, tales como los establecidos por el IDEAM, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Corporación Autónoma Regional del Atlántico y otras fuentes técnicas relevantes.
- Generación de insumos técnicos para la toma de decisiones ambientales, orientados al diseño de estrategias de gestión, conservación y recuperación de los ecosistemas acuáticos en la jurisdicción de la CRA.

Este documento se constituye así en una herramienta técnica y científica de apoyo para la planificación ambiental, el cumplimiento de las funciones misionales de la Corporación y el fortalecimiento del conocimiento sobre los recursos hídricos del departamento del Atlántico.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 10 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado ambiental de los cuerpos de agua superficiales en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA, mediante la caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica, con el fin de generar información técnica que respalde la toma de decisiones en materia de gestión, protección y recuperación de los ecosistemas acuáticos.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y establecer el estado de calidad con respecto a los mismos.
- Cuantificar las coliformes termotolerantes y totales en las muestras de agua y establecer la existencia o no de contaminación microbiológica.
- Determinar la composición hidrobiológica de los cuerpos de agua, utilizando la identificación y cuantificación de los principales grupos como indicadores de la calidad del agua.
- Comparar los resultados obtenidos con estándares normativos y datos históricos, con el propósito de identificar tendencias, impactos ambientales y establecer lineamientos técnicos para la gestión sostenible de los recursos hídricos en el ámbito de la CRA.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 11 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

4. NORMATIVIDAD APLICADA

La normatividad aplicable a la Caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica de los cuerpos de agua superficiales en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA es la siguiente:

Decreto 1594 de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible".

Resolución 0449 de 2021 “Por la cual se establecen los objetivos de calidad para los cuerpos de agua de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico a corto, mediano y largo plazo”.

5. CARACTERÍSTICAS DEL MONITOREO

5.1. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

NOMBRE DE PUNTO	COD_ANALISIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		Latitud N	Longitud W
Ciénaga del Rincón Punto 1	699476	11°00'57,44"	74°53'24,58"
Ciénaga del Rincón Punto 2	699477	11°00'51,75"	74°53'32,17"
Ciénaga del Rincón Punto 3	699478	11°00'59,55"	74°53'45,13"
Arroyo León P1	699479	10°58'16,33"	74°50'44,58"
Arroyo León P2	699480	11° 1'13,09"	74°53'11,47"
Arroyo León P3	699481	10°58'16,33"	74°50'44,58"
Ciénaga del Totumo Punto 1	699486	10°44'22,63"	75°14'12,18"
Ciénaga del Totumo Punto 2	699482	10°43'30,14"	75°14'46,72"
Ciénaga del Totumo Punto 3	699483	10°42'55,41"	75°14'14,13"
Ciénaga del Totumo Punto 4	699484	10°43'13,90"	75°13'25,45"
Ciénaga del Totumo Punto 5	699485	10°43'50,73"	75°13'59,01"
Ciénaga del Totumo Punto 6	699486	10°45'8,79"	75°13'46,53"
Rio Magdalena Punto 1	699504	10°16'4,22"	10°16'4,22"
Rio Magdalena Punto 2	699503	10°25'5,68"	74°49'46,83"
Rio Magdalena Punto 3	699502	10°31'16,40"	74°47'17,68"
Rio Magdalena Punto 4	699501	10°44'41,88"	74°43'50,68"
Rio Magdalena Punto 5	699500	10°47'45,89"	74°44'11,06"
Rio Magdalena Punto 6	699521	10°56'28,81"	74°45'19,25"
Rio Magdalena Punto 7	699520	10°58'26,27"	74°45'30,39"
Rio Magdalena Punto 8	699519	11° 1'43,61"	74°48'1,56"
Rio Magdalena Punto 9	699518	11° 49,65"	74°49'43,59"
Embalse del Guájaro P1	699508	10°25'33,98"	75° 4'53,57"
Embalse del Guájaro P2	699509	10°26'10,24"	75° 3'59,94"
Embalse del Guájaro P3	699507	10°25'40,64"	75° 7'5,20"
Embalse del Guájaro P4	699506	10°27'11,10"	75° 7'6,18"
Embalse del Guájaro P5	699505	10°28'54,75"	75° 4'48,08"
Embalse del Guájaro P6	699522	10°30'52,01"	75° 4'58,08"
Embalse del Guájaro P7	699523	10°31'30,63"	75° 1'47,76"
Embalse del Guájaro P8	699524	10°34'22,33"	75° 2'1,91"
Embalse del Guájaro P9	699525	10°35'52,62"	75° 5'3,69"
Ciénaga de Mallorquín P1	699494	11°02'42,91"	74°52'05,71"
Ciénaga de Mallorquín P2	699493	11°03'05,46"	74°51'08,05"
Ciénaga de Mallorquín P3	699489	11°02'39,42"	74°50'53,62"
Ciénaga de Mallorquín P4	699488	11°02'18,80"	74°51'33,75"
Ciénaga de Mallorquín P5	699490	11°02'08,78"	74°50'37,75"
Ciénaga de Mallorquín P6	699491	11°02'34,09"	74°50'3,15"
Ciénaga de Mallorquín P7	699492	11°03'26,15"	74°50'33,97"
Ciénaga de Balboa P1	N.A.	10°59'03,52"	74°57'57,97"

NOMBRE DE PUNTO	COD_ANALISIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		Latitud N	Longitud W
Ciénaga de Balboa P2	699495	10°58'44,55"	74°58'36,30"
Ciénaga de Balboa P3	699496	10°58'24,96"	74°59'32,89"
Ciénaga de Santo Tomás P1	699512	10°45'18,41"	74°44'47,16"
Ciénaga de Santo Tomás P2	699513	10°45'43,99"	74°44'43,15"
Ciénaga de Sabanagrande P1	699511	10°47'28,53"	74°44'40,62"
Ciénaga de Sabanagrande P2	699510	10°47'13,03"	74°44'48,39"
Ciénaga Paraíso P1	699516	10°42'9,07"	74°44'20,32"
Ciénaga Paraíso P2	699517	10°42'19,49"	74°44'28,58"
Ciénaga Manatí P1	699515	10°42'50,77"	74°44'29,87"
Ciénaga Manatí P2	699514	10°43'3,66"	74°44'21,42"
Ciénaga La Luisa P1	699527	10°44'43,86"	74°44'48,87"
Ciénaga La Luisa P2	699526	10°43'38,73"	74°44'39,12"
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P1	699528	10°53'24,20"	74°45'46,10"
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P2	699529	10°53'5,10"	74°45'40,10"
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P3	699530	10°52'49,35"	74°45'12,89"
Ciénaga la Bahía (Mesolandia) P4	699531	10°53'15,19"	74°45'15,69"
Ciénaga de Malambo P1	699534	10°51'45,8"	74°45'44,40"
Ciénaga de Malambo P2	699545	10°51'14,8"	74°45'27,1"
Ciénaga de Malambo P3	699535	10°50'53,81"	74°45'1,95"
Ciénaga de Malambo P4	699537	10°51'31,46"	74°45'44,04"
Ciénaga de Malambo P5	699538	10°51'50,09"	74°45'24,15"
Ciénaga de Malambo P6	699539	10°52'2,58"	74°45'7,85"
Ciénaga del Convento P1	699532	10°49'49,81"	74°45'17,37"
Ciénaga del Convento P2	699533	10°48'50,87"	74°45'7,77"
Ciénaga los Manatíes P1	699497	11°02'27,20"	74°54'30,60"
Ciénaga los Manatíes P2	699498	11°02'31,30"	74°54'39,40"
Ciénaga de Luruaco P1	699544	10°36'16,90"	75° 9'5,60"
Ciénaga de Luruaco P2	699545	10°36'38,20"	75° 9'48,50"
Ciénaga de Tocagua P1	699542	10°38'6,40"	75°11'8,00"
Ciénaga de Tocagua P2	699543	10°37'53,40"	75°10'35,80"
Ciénaga la Larga P1	699540	10°43'19,74"	74°44'38,78"
Ciénaga la Larga P2	699541	10°42'43,37"	74°44'48,62"
Ciénaga el Uvero P1	699547	10°33'21,1"	74°45'34,4"
Ciénaga el Uvero P2	699546	10°33'58,3"	74°45'28,4"

PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MONITOREO	No. PLAN DE MUESTREO	FECHA DE RECEPCIÓN	LUGAR DE RECEPCIÓN
Ciénaga del Rincón	2024-11-16	1007	2024-11-18	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga del Totumo	2024-11-18	1007	2024-11-19	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Arroyo León	2024-11-18	1007	2024-11-19	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Rio Magdalena	2024-11-19	1007	2024-11-20	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Embalse el Guájaro	2024-11-20	1007	2024-11-21	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Balboa	2024-11-21	1007	2024-11-22	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Mallorquín	2024-11-21	1007	2024-11-22	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Santo Tomás	2024-11-22	1007	2024-11-23	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Sabanagrande	2024-11-22	1007	2024-11-23	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Paraíso	2024-11-23	1007	2024-11-25	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Manatí	2024-11-23	1007	2024-11-25	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga del Mesolandia	2024-11-25	1007	2024-11-26	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Luisa	2024-11-25	1007	2024-11-26	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Convento	2024-11-26	1007	2024-11-27	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Malambo	2024-11-26	1007	2024-11-27	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Manatíes	2024-11-27	1007	2024-11-28	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Tocagua	2024-11-28	1007	2024-11-29	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga de Luruaco	2024-11-28	1007	2024-11-29	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga Larga	2024-11-29	1007	2024-11-30	Labormar - Área de Recepción de Muestras
Ciénaga El Uvero	2024-11-29	1007	2024-11-30	Labormar - Área de Recepción de Muestras

6. METODOLOGÍA

6.1. METODOLOGÍA DE MUESTREO

Determinación	Recipiente	Vol. mín. de muestra, ml	Tipo de muestra	Preservación
pH	P, V	50	s	Análisis inmediato
Temperatura	P, V	-	s	Análisis inmediato
Salinidad	P, V	100	s	Análisis inmediato
Conductividad	P, V	100	s	Análisis inmediato
Sólidos	P, V	500	s, c	Refrigerar ≤ 6º C
DQO	P, V	500	s, c	Analizar lo más pronto posible, o Agregar H ₂ SO ₄ hasta pH <2, refrigerar ≤ 6º C
DBO5	P, V	500	s, c	Refrigerar ≤ 6º C

6.2. TRAZABILIDAD DEL MONITOREO

PLAN DE MUESTREO N°	COTIZACIÓN N°	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA PTT-FQ	FECHA DE INICIO DE MUESTREO	FECHA DE FINALIZACIÓN DEL MUESTREO
17121	-	001	16-11-2024	29-11-24

6.3. CONDICIONES AMBIENTALES DEL MUESTREO

6.4. METODOLOGÍA ANALÍTICA

Los parámetros fisicoquímicos realizados a las muestras se encuentran acreditados por el **LABORATORIO MICROBIOLÓGICO ORTIZ MARTÍNEZ S.A.S** bajo la resolución 0580 del día 05 de mayo de 2023 del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales **IDEAM** bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y Calibración”, según la Metodología establecida en el Standard Methods for Examination of water and wastewatwer 23 rd Edition 2017.

Se siguieron los siguientes protocolos:

- Standard Methods for Examination of water and wastewater 24 ND Edition 2023
- Protocolo de muestreo LABORMAR PTTFQ 001
- Guía para el monitoreo de vertimientos y aguas superficiales del IDEAM
- Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua IDEAM 2021.

PARÁMETROS	PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE ANÁLISIS	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	LÍMITE DE DETECCIÓN	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	LABORATORIO SUBCONTRATADO
pH	PTA-FQ 007	U de pH	S.M 4500 H B	0,01	0,01	NO APLICA
Temperatura	PTA-FQ 067	°C	S.M 2550 B	0,1	0,1	NO APLICA
Conductividad	PTA-FQ 005	µS/cm	S.M.2510-B	0,10	0,10	NO APLICA
DBO ₅	PTA-FQ 002	mg O ₂ /L	S.M 5210 B	2,9	3,24	NO APLICA
DQO	PTA-FQ 001	mg O ₂ /L	S.M 5220 D	30,0	45,0	NO APLICA
Sólidos Suspendidos Totales	PTA-FQ 004	mg/L	S.M 2540 D	1,6	4,5	NO APLICA

N.A: No aplica, **NR:** No reportado, **LDM:** Límite Detección Método, **LCM:** Límite cuantificación Método

Nota 1: Los parámetros subcontratados son notificados al cliente durante la cotización de los análisis. En la tabla anterior se identifican con la palabra “subcontratado” en la columna “Procedimiento técnico de análisis”.

Nota 2: Tres consideraciones se tienen en cuenta para el informe de resultados.

- Por debajo del LDM se informa como "no detectado o no detectable" (ND).
- Resultado entre el LDM y el LCM se informa LDM< n <LCM como una calificación para el valor obtenido.
- Los resultados por encima del LCM se informa el valor asociando a este la incertidumbre expandida del método.

6.5.TRAZABILIDAD DE ANÁLISIS

ÁREAS DE ANÁLISIS	FORMATO DE REGISTRO DE RESULTADOS PRIMARIOS	FECHA DE RECEPCIÓN	FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	FECHA DE FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS
Fisicoquímica	FCFQ- 051	17-30/11/2024	16-11-2024	04-12-2024
Microbiología	FCFQ- 051	17-30/11/2024	17-29/11/2024	18-11-2024 01-12-2024

Nota 3: Las fechas de inicio y finalización de cada parámetro analizado para las muestras descritas en este informe, se encuentran disponibles en el evento en que sean requeridas por el cliente.

6.6. CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS ENSAYOS

Los resultados obtenidos en el presente monitoreo fueron sometidos al análisis del Índice de Calidad de Aguas – ICA (IDEAM, 2011) y los Índices de Contaminación – ICO de Ramírez et al., (2017), de la siguiente manera:

6.7. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

6.7.1. Índice de calidad de aguas (ICA).

El Índice de calidad del agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo j en el tiempo t . La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICAnjt = \left(\sum_{i=1} W_i * I_{ikjt} \right)$$

Donde:

$ICAnjt$, es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t , evaluado con base en n variables.

W_i es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i .

I_{ikjt} , es el valor calculado de la variable i .

n , es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador.

A continuación, se muestran las ecuaciones de referencia, para el cálculo del valor de cada variable.

6.7.1.1. Oxígeno disuelto (OD).

Esta variable tiene el papel biológico fundamental de definir la presencia o ausencia potencial de especies acuáticas.

$$OD = 1 - (1 - 0,01 * PSOD)$$

Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%:

$$OD = 1 - (0,01 * PSOD - 1)$$

6.7.1.2. Sólidos suspendidos totales (SST).

La presencia de sólidos en suspensión en los cuerpos de agua indica cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente. Dicha presencia puede estar relacionada con procesos erosivos, vertimientos

industriales, extracción de materiales y disposición de escombros. Tiene una relación directa con la turbiedad.

El subíndice de calidad para sólidos suspendidos se calcula como sigue:

$$\begin{aligned}
 I_{SST} &= 1 - (-0,02 + 0,003 \text{ Sólidos suspendidos (mg/L)}) \\
 \text{Si } SST &\leq 4.5, \text{ entonces } I_{SST} = 1 \\
 \text{Si } SST &\geq 320, \text{ entonces } I_{SST} = 0
 \end{aligned}$$

6.7.1.3. Demanda química de oxígeno (DQO).

Refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, y la materia inorgánica. Mediante adaptación de la propuesta de la Universidad Politécnica de Catalunya se calcula con la fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{Si } DQO &\leq 20, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,91 \\
 \text{Si } 20 < DQO &\leq 25, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,71 \\
 \text{Si } 25 < DQO &\leq 40, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,51 \\
 \text{Si } 40 < DQO &\leq 80, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,26
 \end{aligned}$$

6.7.1.4. Conductividad eléctrica (C.E.).

Está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada en forma química, refleja la mineralización. Se calcula con la fórmula:

$$I_{C.E} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \log 10 C.E)}$$

Cuando $I_{C.E} < 0$, entonces $I_{C.E} = 0$

6.7.1.5. pH.

Mide la acidez, valores extremos pueden afectar la flora y fauna acuáticas.

$$\begin{aligned}
 \text{Si } pH &< 4, \text{ entonces } I_{pH} = 0,1 \\
 \text{Si } 4 &\leq pH \leq 7, \text{ entonces } I_{pH} = 0,02628419 * e^{(pH * 0,520025)} \\
 \text{Si } 7 &< pH \leq 8, \text{ entonces } I_{pH} = 1 \\
 \text{Si } 8 &< pH \leq 11, \text{ entonces } I_{pH} = 1 * e^{[(pH - 8) * -0,5187742]} \\
 \text{Si } pH &\geq 11, \text{ entonces } I_{pH} = 0,1
 \end{aligned}$$

Las siguientes son las ponderaciones para cada una de las variables seleccionadas.

Tabla 1. Variables y ponderaciones para 5 variables.

Parámetro	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	Porcentaje de saturación	0,2
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,2
Demanda química de oxígeno	mg/L	0,2
Conductividad	μS/cm	0,2
pH	Unidades	0,2

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM., 2011.

Los resultados obtenidos se contrastan con las categorías y clasificaciones plasmados en la siguiente Tabla.

Tabla 2. Clasificación del ICA.

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00-0,25	Muy mala	Rojo
0,26-0,50	Mala	Naranja
0,51-0,70	Regular	Amarillo
0,71-0,90	Aceptable	Verde
0,91-1,00	Buena	Azul

6.7.2. Índices de Contaminación (ICOs).

Ramírez et al., (1997), propusieron cuatro índices de contaminación (ICO) para caracterizar aguas continentales y vertidos, que son independientes entre sí, a los que luego Ramírez et al., (1999), agregaron otros índices. Para este estudio se utilizaron 3 de ellos:

6.7.2.1. Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO).

Conformado por Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Coliformes Totales y porcentaje de saturación de Oxígeno.

Se define entre un rango de 0 a 1 donde el aumento desde el valor más bajo se relaciona con el aumento de contaminación en el cuerpo del agua.

$$ICOMO = 1/3 (I_{DBO} + I_{Coliformes\ totales} + I_{Oxigeno\%})$$

Donde,

$$I_{DBO} = -0.05 + 0.70 \log_{10} DBO(mg/L)$$

$$DBO > 30 (mg/L) = 1$$

$$DBO < 2 (mg/L) = 0$$

$$I_{Coliformes\ totales} = -1.44 + 0.56 \log_{10}.Col.Tot.(NMP/100mL)$$

$$Coliformes\ Totales > 20.000(NMP/100mL) = 1$$

$$Coliformes\ Totales < 500(NMP/100mL) = 0$$

$$I_{Oxígeno\%} = 1 - 0.01 \text{ Oxígeno\%}$$

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen un índice de oxígeno de 0.

Para sistemas lénticos con eutrofización y porcentajes de saturación mayores al 100%, se sugiere reemplazar la ecuación por:

$$I_{Oxígeno\%} = 0.01 \text{ Oxígeno\%-1}$$

6.7.2.2. Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS).

$$ICOSUS = -0.02 + 0.003 \text{ Sólidos suspendidos (mg/L)}$$

$$\text{Sólidos suspendidos} > a \text{ 340 mg/L tienen un ICOSUS} = 1$$

$$\text{Sólidos suspendidos} < a \text{ 10 mg/L tienen un ICOSUS} = 0$$

5.4.4 Índice de Contaminación por pH (ICOpH).

$$ICOpH = e^{-31,08+3,45pH}/1+e^{-31,08+3,45pH}$$

Para los índices mencionados se utilizarán los criterios se significancia propuestos en la siguiente Tabla.

Tabla 3. Significancia de los índices de contaminación (ICOs).

Valor del ICO	Grado de contaminación
0,0-0,2	Ninguna
>0,2 – 0,4	Bajo
>0,4 – 0,6	Medio
>0,6 – 0,8	Alto
>0,8 – 1,0	Muy alto

Fuente: Ramírez et al., (1997); Ramírez et al., (1997).

7. RESULTADOS

7.1.RESULTADOS DEL MONITOREO

Resultados de campo

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
16/11/2024	7:50	699476	pH	Unidades	8,36	Ciénaga el Rincón p1
16/11/2024	10:00	699476	pH	Unidades	8,39	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	12:00	699476	pH	Unidades	8,44	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	7:50	699476	Temperatura	°C	29,2	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	10:00	699476	Temperatura	°C	29,6	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	12:00	699476	Temperatura	°C	30,1	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	7:50	699476	Oxígeno disuelto	mg/L	7,63	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	10:00	699476	Oxígeno disuelto	mg/L	7,69	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	12:00	699476	Oxígeno disuelto	mg/L	7,54	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	7:50	699476	Conductividad	uS/cm	5400	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	10:00	699476	Conductividad	uS/cm	5410	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	12:00	699476	Conductividad	uS/cm	5395	Cienaga el Rincon p1
16/11/2024	8:30	699477	pH	Unidades	8,39	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	10:30	699477	pH	Unidades	8,42	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	12:30	699477	pH	Unidades	8,4	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	8:30	699477	Temperatura	°C	29,1	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	10:30	699477	Temperatura	°C	29,4	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	12:30	699477	Temperatura	°C	29,6	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	8:30	699477	Oxígeno disuelto	mg/L	7,43	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	10:30	699477	Oxígeno disuelto	mg/L	7,51	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	12:30	699477	Oxígeno disuelto	mg/L	7,49	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	8:30	699477	Conductividad	uS/cm	5450	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	10:30	699477	Conductividad	uS/cm	5466	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	12:30	699477	Conductividad	uS/cm	5452	Cienaga el Rincon p2
16/11/2024	9:10	699478	pH	Unidades	8,47	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	11:00	699478	pH	Unidades	8,51	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	13:00	699478	pH	Unidades	8,45	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	9:10	699478	Temperatura	°C	29,3	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	11:00	699478	Temperatura	°C	29,6	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	13:00	699478	Temperatura	°C	30,1	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	9:10	699478	Oxígeno disuelto	mg/L	8,16	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	11:00	699478	Oxígeno disuelto	mg/L	8,19	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	13:00	699478	Oxígeno disuelto	mg/L	8,24	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	9:10	699478	Conductividad	uS/cm	5430	Cienaga el Rincon p3
16/11/2024	11:00	699478	Conductividad	uS/cm	5420	Cienaga el Rincon p3

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
16/11/2024	13:00	699478	Conductividad	uS/cm	5436	Cienaga el Rincon p3
18/11/2024	13:30	699479	pH	Unidades	7,99	Arroyo León p1
18/11/2024	14:30	699479	pH	Unidades	8,07	Arroyo León p1
18/11/2024	15:30	699479	pH	Unidades	8,12	Arroyo León p1
18/11/2024	13:30	699479	Temperatura	°C	32,9	Arroyo León p1
18/11/2024	14:30	699479	Temperatura	°C	32,7	Arroyo León p1
18/11/2024	15:30	699479	Temperatura	°C	32,9	Arroyo León p1
18/11/2024	13:30	699479	Oxígeno disuelto	mg/L	7,45	Arroyo León p1
18/11/2024	14:30	699479	Oxígeno disuelto	mg/L	6,98	Arroyo León p1
18/11/2024	15:30	699479	Oxígeno disuelto	mg/L	7,59	Arroyo León p1
18/11/2024	13:30	699479	Conductividad	uS/cm	1846	Arroyo León p1
18/11/2024	14:30	699479	Conductividad	uS/cm	1853	Arroyo León p1
18/11/2024	15:30	699479	Conductividad	uS/cm	1838	Arroyo León p1
18/11/2024	9:00	699480	pH	Unidades	7,81	Arroyo León p2
18/11/2024	11:45	699480	pH	Unidades	7,92	Arroyo León p2
18/11/2024	13:00	699480	pH	Unidades	7,85	Arroyo León p2
18/11/2024	9:00	699480	Temperatura	°C	28,2	Arroyo León p2
18/11/2024	11:45	699480	Temperatura	°C	28,9	Arroyo León p2
18/11/2024	13:00	699480	Temperatura	°C	29,1	Arroyo León p2
18/11/2024	9:00	699480	Oxígeno disuelto	mg/L	0,33	Arroyo León p2
18/11/2024	11:45	699480	Oxígeno disuelto	mg/L	0,88	Arroyo León p2
18/11/2024	13:00	699480	Oxígeno disuelto	mg/L	0,31	Arroyo León p2
18/11/2024	9:00	699480	Conductividad	uS/cm	1803	Arroyo León p2
18/11/2024	11:45	699480	Conductividad	uS/cm	1801	Arroyo León p2
18/11/2024	13:00	699480	Conductividad	uS/cm	1810	Arroyo León p2
18/11/2024	7:30	699481	pH	Unidades	7,69	Arroyo León p3
18/11/2024	11:00	699481	pH	Unidades	7,87	Arroyo León p3
18/11/2024	12:20	699481	pH	Unidades	7,55	Arroyo León p3
18/11/2024	7:30	699481	Temperatura	°C	28,4	Arroyo León p3
18/11/2024	11:00	699481	Temperatura	°C	28,7	Arroyo León p3
18/11/2024	12:20	699481	Temperatura	°C	29,2	Arroyo León p3
18/11/2024	7:30	699481	Oxígeno disuelto	mg/L	0,37	Arroyo León p3
18/11/2024	11:00	699481	Oxígeno disuelto	mg/L	0,48	Arroyo León p3
18/11/2024	12:20	699481	Oxígeno disuelto	mg/L	0,56	Arroyo León p3
18/11/2024	7:30	699481	Conductividad	uS/cm	1829	Arroyo León p3
18/11/2024	11:00	699481	Conductividad	uS/cm	1870	Arroyo León p3
18/11/2024	12:20	699481	Conductividad	uS/cm	1866	Arroyo León p3
18/11/2024	11:00	699482	pH	Unidades	7,95	Cienaga del Totumo P2

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
18/11/2024	13:30	699482	pH	Unidades	7,83	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	15:45	699482	pH	Unidades	7,79	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	11:00	699482	Temperatura	°C	32,5	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	13:30	699482	Temperatura	°C	33,6	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	15:45	699482	Temperatura	°C	32,1	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	11:00	699482	Oxígeno disuelto	mg/L	7,04	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	13:30	699482	Oxígeno disuelto	mg/L	6,79	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	15:45	699482	Oxígeno disuelto	mg/L	5,81	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	11:00	699482	Conductividad	uS/cm	698	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	13:30	699482	Conductividad	uS/cm	686	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	15:45	699482	Conductividad	uS/cm	678	Ciénaga del Totumo P2
18/11/2024	11:25	699483	pH	Unidades	8,28	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	13:50	699483	pH	Unidades	8,39	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	16:00	699483	pH	Unidades	8,16	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	11:25	699483	Temperatura	°C	31,5	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	13:50	699483	Temperatura	°C	32,3	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	16:00	699483	Temperatura	°C	31,8	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	11:25	699483	Oxígeno disuelto	mg/L	8,29	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	13:50	699483	Oxígeno disuelto	mg/L	7,63	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	16:00	699483	Oxígeno disuelto	mg/L	7,41	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	11:25	699483	Conductividad	uS/cm	678	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	13:50	699483	Conductividad	uS/cm	663	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	16:00	699483	Conductividad	uS/cm	671	Ciénaga del Totumo P3
18/11/2024	11:50	699484	pH	Unidades	8,27	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	14:10	699484	pH	Unidades	8,32	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	16:15	699484	pH	Unidades	8,18	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	11:50	699484	Temperatura	°C	32,1	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	14:10	699484	Temperatura	°C	33,1	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	16:15	699484	Temperatura	°C	31,6	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	11:50	699484	Oxígeno disuelto	mg/L	8,3	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	14:10	699484	Oxígeno disuelto	mg/L	7,68	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	16:15	699484	Oxígeno disuelto	mg/L	7,46	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	11:50	699484	Conductividad	uS/cm	649	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	14:10	699484	Conductividad	uS/cm	657	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	16:15	699484	Conductividad	uS/cm	638	Ciénaga del Totumo P4
18/11/2024	12:20	699485	pH	Unidades	8,21	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	14:30	699485	pH	Unidades	833	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	16:35	699485	pH	Unidades	8,41	Ciénaga del Totumo P5

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
18/11/2024	12:20	699485	Temperatura	°C	31,8	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	14:30	699485	Temperatura	°C	33,9	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	16:35	699485	Temperatura	°C	31,1	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	12:20	699485	Oxígeno disuelto	mg/L	7,23	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	14:30	699485	Oxígeno disuelto	mg/L	7,01	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	16:35	699485	Oxígeno disuelto	mg/L	6,86	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	12:20	699485	Conductividad	uS/cm	698	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	14:30	699485	Conductividad	uS/cm	671	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	16:35	699485	Conductividad	uS/cm	665	Ciénaga del Totumo P5
18/11/2024	12:45	699486	pH	Unidades	7,64	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	15:00	699486	pH	Unidades	7,57	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	17:00	699486	pH	Unidades	7,41	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	12:45	699486	Temperatura	°C	31	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	15:00	699486	Temperatura	°C	32,8	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	17:00	699486	Temperatura	°C	30,6	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	12:45	699486	Oxígeno disuelto	mg/L	5,32	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	15:00	699486	Oxígeno disuelto	mg/L	5,46	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	17:00	699486	Oxígeno disuelto	mg/L	5,21	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	12:45	699486	Conductividad	uS/cm	764	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	15:00	699486	Conductividad	uS/cm	751	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	17:00	699486	Conductividad	uS/cm	736	Ciénaga del Totumo P1
18/11/2024	13:10	699487	pH	Unidades	7,7	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	15:20	699487	pH	Unidades	7,63	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	17:20	699487	pH	Unidades	7,51	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	13:10	699487	Temperatura	°C	30,9	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	15:20	699487	Temperatura	°C	31,1	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	17:20	699487	Temperatura	°C	30,3	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	13:10	699487	Oxígeno disuelto	mg/L	5,77	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	15:20	699487	Oxígeno disuelto	mg/L	5,63	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	17:20	699487	Oxígeno disuelto	mg/L	5,21	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	13:10	699487	Conductividad	uS/cm	754	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	15:20	699487	Conductividad	uS/cm	761	Ciénaga del Totumo P6
18/11/2024	17:20	699487	Conductividad	uS/cm	773	Ciénaga del Totumo P6
19/11/2024	8:00	699500	pH	Unidades	7,12	Rio Magdalena P5
19/11/2024	14:27	699500	pH	Unidades	7,19	Rio Magdalena P5
19/11/2024	15:10	699500	pH	Unidades	6,98	Rio Magdalena P5
19/11/2024	13:10	699500	Temperatura	°C	29,8	Rio Magdalena P5
19/11/2024	15:20	699500	Temperatura	°C	29,7	Rio Magdalena P5

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
19/11/2024	17:20	699500	Temperatura	°C	29,6	Rio Magdalena P5
19/11/2024	13:10	699500	Oxígeno disuelto	mg/L	5,14	Rio Magdalena P5
19/11/2024	15:20	699500	Oxígeno disuelto	mg/L	5,01	Rio Magdalena P5
19/11/2024	17:20	699500	Oxígeno disuelto	mg/L	4,93	Rio Magdalena P5
19/11/2024	13:10	699500	Conductividad	uS/cm	120,2	Rio Magdalena P5
19/11/2024	15:20	699500	Conductividad	uS/cm	123,1	Rio Magdalena P5
19/11/2024	17:20	699500	Conductividad	uS/cm	119,3	Rio Magdalena P5
19/11/2024	9:18	699501	pH	Unidades	6,6	Rio Magdalena P4
19/11/2024	14:03	699501	pH	Unidades	6,73	Rio Magdalena P4
19/11/2024	15:31	699501	pH	Unidades	6,81	Rio Magdalena P4
19/11/2024	9:18	699501	Temperatura	°C	30,6	Rio Magdalena P4
19/11/2024	14:03	699501	Temperatura	°C	30,2	Rio Magdalena P4
19/11/2024	15:31	699501	Temperatura	°C	30,0	Rio Magdalena P4
19/11/2024	9:18	699501	Oxígeno disuelto	mg/L	4,86	Rio Magdalena P4
19/11/2024	14:03	699501	Oxígeno disuelto	mg/L	5,06	Rio Magdalena P4
19/11/2024	15:31	699501	Oxígeno disuelto	mg/L	4,91	Rio Magdalena P4
19/11/2024	9:18	699501	Conductividad	uS/cm	130,1	Rio Magdalena P4
19/11/2024	14:03	699501	Conductividad	uS/cm	128,5	Rio Magdalena P4
19/11/2024	15:31	699501	Conductividad	uS/cm	129,6	Rio Magdalena P4
19/11/2024	10:41	699502	pH	Unidades	6,88	Rio Magdalena P3
19/11/2024	13:40	699502	pH	Unidades	6,82	Rio Magdalena P3
19/11/2024	16:01	699502	pH	Unidades	7,00	Rio Magdalena P3
19/11/2024	10:41	699502	Temperatura	°C	30,1	Rio Magdalena P3
19/11/2024	13:40	699502	Temperatura	°C	30,1	Rio Magdalena P3
19/11/2024	16:01	699502	Temperatura	°C	30,5	Rio Magdalena P3
19/11/2024	10:41	699502	Oxígeno disuelto	mg/L	4,95	Rio Magdalena P3
19/11/2024	13:40	699502	Oxígeno disuelto	mg/L	4,93	Rio Magdalena P3
19/11/2024	16:01	699502	Oxígeno disuelto	mg/L	5,01	Rio Magdalena P3
19/11/2024	10:41	699502	Conductividad	uS/cm	128,2	Rio Magdalena P3
19/11/2024	13:40	699502	Conductividad	uS/cm	129,1	Rio Magdalena P3
19/11/2024	16:01	699502	Conductividad	uS/cm	130,5	Rio Magdalena P3
19/11/2024	11:30	699503	pH	Unidades	6,83	Rio Magdalena P2
19/11/2024	13:10	699503	pH	Unidades	7,03	Rio Magdalena P2
19/11/2024	16:22	699503	pH	Unidades	7,11	Rio Magdalena P2
19/11/2024	11:30	699503	Temperatura	°C	31,3	Rio Magdalena P2
19/11/2024	13:10	699503	Temperatura	°C	31,1	Rio Magdalena P2
19/11/2024	16:22	699503	Temperatura	°C	30,3	Rio Magdalena P2
19/11/2024	11:30	699503	Oxígeno disuelto	mg/L	5,1	Rio Magdalena P2

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
19/11/2024	13:10	699503	Oxígeno disuelto	mg/L	5,01	Rio Magdalena P2
19/11/2024	16:22	699503	Oxígeno disuelto	mg/L	4,83	Rio Magdalena P2
19/11/2024	11:30	699503	Conductividad	uS/cm	118,6	Rio Magdalena P2
19/11/2024	13:10	699503	Conductividad	uS/cm	119,7	Rio Magdalena P2
19/11/2024	16:22	699503	Conductividad	uS/cm	128,3	Rio Magdalena P2
19/11/2024	7:40	699518	pH	Unidades	8,19	Rio Magdalena P9
19/11/2024	13:50	699518	pH	Unidades	8,25	Rio Magdalena P9
19/11/2024	14:30	699518	pH	Unidades	8,21	Rio Magdalena P9
19/11/2024	7:40	699518	Temperatura	°C	30,2	Rio Magdalena P9
19/11/2024	13:50	699518	Temperatura	°C	8,25	Rio Magdalena P9
19/11/2024	14:30	699518	Temperatura	°C	8,21	Rio Magdalena P9
19/11/2024	7:40	699518	Oxígeno disuelto	mg/L	6,07	Rio Magdalena P9
19/11/2024	13:50	699518	Oxígeno disuelto	mg/L	6,12	Rio Magdalena P9
19/11/2024	14:30	699518	Oxígeno disuelto	mg/L	5,57	Rio Magdalena P9
19/11/2024	7:40	699518	Conductividad	uS/cm	154,9	Rio Magdalena P9
19/11/2024	13:50	699518	Conductividad	uS/cm	157,8	Rio Magdalena P9
19/11/2024	14:30	699518	Conductividad	uS/cm	161,2	Rio Magdalena P9
19/11/2024	9:00	699519	pH	Unidades	8,4	Rio Magdalena P8
19/11/2024	13:10	699519	pH	Unidades	8,49	Rio Magdalena P8
19/11/2024	15:00	699519	pH	Unidades	8,42	Rio Magdalena P8
19/11/2024	9:00	699519	Temperatura	°C	30,2	Rio Magdalena P8
19/11/2024	13:10	699519	Temperatura	°C	30,1	Rio Magdalena P8
19/11/2024	15:00	699519	Temperatura	°C	30,7	Rio Magdalena P8
19/11/2024	9:00	699519	Oxígeno disuelto	mg/L	5,64	Rio Magdalena P8
19/11/2024	13:10	699519	Oxígeno disuelto	mg/L	5,28	Rio Magdalena P8
19/11/2024	15:00	699519	Oxígeno disuelto	mg/L	5,36	Rio Magdalena P8
19/11/2024	9:00	699519	Conductividad	uS/cm	150,1	Rio Magdalena P8
19/11/2024	13:10	699519	Conductividad	uS/cm	149,2	Rio Magdalena P8
19/11/2024	15:00	699519	Conductividad	uS/cm	147,9	Rio Magdalena P8
19/11/2024	10:00	699520	pH	Unidades	8,08	Rio Magdalena P7
19/11/2024	12:30	699520	pH	Unidades	7,98	Rio Magdalena P7
19/11/2024	15:40	699520	pH	Unidades	7,79	Rio Magdalena P7
19/11/2024	10:00	699520	Temperatura	°C	30,2	Rio Magdalena P7
19/11/2024	12:30	699520	Temperatura	°C	30,5	Rio Magdalena P7
19/11/2024	15:40	699520	Temperatura	°C	30,5	Rio Magdalena P7
19/11/2024	10:00	699520	Oxígeno disuelto	mg/L	5,7	Rio Magdalena P7
19/11/2024	12:30	699520	Oxígeno disuelto	mg/L	5,85	Rio Magdalena P7
19/11/2024	15:40	699520	Oxígeno disuelto	mg/L	5,78	Rio Magdalena P7

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
19/11/2024	10:00	699520	Conductividad	uS/cm	137,5	Rio Magdalena P7
19/11/2024	12:30	699520	Conductividad	uS/cm	136,3	Rio Magdalena P7
19/11/2024	15:40	699520	Conductividad	uS/cm	137,1	Rio Magdalena P7
19/11/2024	11:30	699521	pH	Unidades	7,74	Rio Magdalena P6
19/11/2024	12:00	699521	pH	Unidades	7,81	Rio Magdalena P6
19/11/2024	16:10	699521	pH	Unidades	7,72	Rio Magdalena P6
19/11/2024	11:30	699521	Temperatura	°C	30,5	Rio Magdalena P6
19/11/2024	12:00	699521	Temperatura	°C	30,7	Rio Magdalena P6
19/11/2024	16:10	699521	Temperatura	°C	30,9	Rio Magdalena P6
19/11/2024	11:30	699521	Oxígeno disuelto	mg/L	6,05	Rio Magdalena P6
19/11/2024	12:00	699521	Oxígeno disuelto	mg/L	5,72	Rio Magdalena P6
19/11/2024	16:10	699521	Oxígeno disuelto	mg/L	5,4	Rio Magdalena P6
19/11/2024	11:30	699521	Conductividad	uS/cm	156,3	Rio Magdalena P6
19/11/2024	12:00	699521	Conductividad	uS/cm	162,1	Rio Magdalena P6
19/11/2024	16:10	699521	Conductividad	uS/cm	165,3	Rio Magdalena P6
20/11/2024	10:40	699505	pH	Unidades	7,32	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:07	699505	pH	Unidades	7,21	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:40	699505	pH	Unidades	7,16	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	10:40	699505	Temperatura	°C	34,8	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:07	699505	Temperatura	°C	31,6	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:40	699505	Temperatura	°C	31	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	10:40	699505	Oxígeno disuelto	mg/L	4,51	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:07	699505	Oxígeno disuelto	mg/L	4,36	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:40	699505	Oxígeno disuelto	mg/L	4,18	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	10:40	699505	Conductividad	uS/cm	595	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:07	699505	Conductividad	uS/cm	587	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	16:40	699505	Conductividad	uS/cm	579	Embalse El Guajaro P5
20/11/2024	11:30	699506	pH	Unidades	7,93	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	15:49	699506	pH	Unidades	7,69	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	16:43	699506	pH	Unidades	7,81	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	11:30	699506	Temperatura	°C	31,3	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	15:49	699506	Temperatura	°C	30,6	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	16:43	699506	Temperatura	°C	30,1	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	11:30	699506	Oxígeno disuelto	mg/L	6,24	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	15:49	699506	Oxígeno disuelto	mg/L	5,81	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	16:43	699506	Oxígeno disuelto	mg/L	5,61	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	11:30	699506	Conductividad	uS/cm	519	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	15:49	699506	Conductividad	uS/cm	517	Embalse El Guajaro P4

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
20/11/2024	16:43	699506	Conductividad	uS/cm	520	Embalse El Guajaro P4
20/11/2024	12:40	699507	pH	Unidades	7,85	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	15:30	699507	pH	Unidades	7,71	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	17:20	699507	pH	Unidades	7,63	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	12:40	699507	Temperatura	°C	30,8	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	15:30	699507	Temperatura	°C	30,3	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	17:20	699507	Temperatura	°C	30,1	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	12:40	699507	Oxígeno disuelto	mg/L	6,32	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	15:30	699507	Oxígeno disuelto	mg/L	5,86	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	17:20	699507	Oxígeno disuelto	mg/L	5,91	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	12:40	699507	Conductividad	uS/cm	356	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	15:30	699507	Conductividad	uS/cm	354	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	17:20	699507	Conductividad	uS/cm	351	Embalse El Guajaro P3
20/11/2024	13:30	699508	pH	Unidades	7,64	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	15:15	699508	pH	Unidades	7,51	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	17:23	699508	pH	Unidades	7,46	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	13:30	699508	Temperatura	°C	29,6	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	15:15	699508	Temperatura	°C	29,7	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	17:23	699508	Temperatura	°C	29,3	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	13:30	699508	Oxígeno disuelto	mg/L	5,24	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	15:15	699508	Oxígeno disuelto	mg/L	5,09	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	17:23	699508	Oxígeno disuelto	mg/L	5,01	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	13:30	699508	Conductividad	uS/cm	290	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	15:15	699508	Conductividad	uS/cm	279	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	17:23	699508	Conductividad	uS/cm	276	Embalse El Guajaro P1
20/11/2024	14:30	699509	pH	Unidades	7,47	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	15:00	699509	pH	Unidades	7,41	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	17:40	699509	pH	Unidades	7,31	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	14:30	699509	Temperatura	°C	30,6	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	15:00	699509	Temperatura	°C	30,5	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	17:40	699509	Temperatura	°C	30,1	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	14:30	699509	Oxígeno disuelto	mg/L	4,91	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	15:00	699509	Oxígeno disuelto	mg/L	4,69	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	17:40	699509	Oxígeno disuelto	mg/L	4,6	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	14:30	699509	Conductividad	uS/cm	249	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	15:00	699509	Conductividad	uS/cm	243	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	17:40	699509	Conductividad	uS/cm	239	Embalse El Guajaro P2
20/11/2024	11:15	699522	pH	Unidades	8,65	Embalse El Guajaro P6

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
20/11/2024	15:00	699522	pH	Unidades	8,76	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	15:30	699522	pH	Unidades	8,71	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	11:15	699522	Temperatura	°C	33,4	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	15:00	699522	Temperatura	°C	32,9	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	15:30	699522	Temperatura	°C	33,1	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	11:15	699522	Oxígeno disuelto	mg/L	8,03	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	15:00	699522	Oxígeno disuelto	mg/L	7,95	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	15:30	699522	Oxígeno disuelto	mg/L	7,99	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	11:15	699522	Conductividad	uS/cm	950	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	15:00	699522	Conductividad	uS/cm	765	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	15:30	699522	Conductividad	uS/cm	893	Embalse El Guajaro P6
20/11/2024	10:30	699524	pH	Unidades	8,78	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	16:30	699524	pH	Unidades	8,9	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	17:00	699524	pH	Unidades	8,81	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	10:30	699524	Temperatura	°C	31,2	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	16:30	699524	Temperatura	°C	31,7	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	17:00	699524	Temperatura	°C	30,3	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	10:30	699524	Oxígeno disuelto	mg/L	7,72	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	16:30	699524	Oxígeno disuelto	mg/L	7,48	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	17:00	699524	Oxígeno disuelto	mg/L	7,86	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	10:30	699524	Conductividad	uS/cm	1120	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	16:30	699524	Conductividad	uS/cm	1093	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	17:00	699524	Conductividad	uS/cm	1086	Embalse El Guajaro P8
20/11/2024	13:30	699525	pH	Unidades	8,75	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:00	699525	pH	Unidades	8,8	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:30	699525	pH	Unidades	8,76	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	13:30	699525	Temperatura	°C	31,1	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:00	699525	Temperatura	°C	30,3	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:30	699525	Temperatura	°C	30,0	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	13:30	699525	Oxígeno disuelto	mg/L	9,21	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:00	699525	Oxígeno disuelto	mg/L	9,33	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:30	699525	Oxígeno disuelto	mg/L	9,08	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	13:30	699525	Conductividad	uS/cm	1115	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:00	699525	Conductividad	uS/cm	1132	Embalse El Guajaro P9
20/11/2024	14:30	699525	Conductividad	uS/cm	1144	Embalse El Guajaro P9
21/11/2024	8:00	699488	pH	Unidades	8,04	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	14:26	699488	pH	Unidades	8,1	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	15:36	699488	pH	Unidades	8,21	Cienaga de Mallorquin P4

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
21/11/2024	8:00	699488	Temperatura	°C	28,5	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	14:26	699488	Temperatura	°C	29,3	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	15:36	699488	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	8:00	699488	Oxígeno disuelto	mg/L	6,81	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	14:26	699488	Oxígeno disuelto	mg/L	7,01	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	15:36	699488	Oxígeno disuelto	mg/L	7,16	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	8:00	699488	Conductividad	uS/cm	47900	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	14:26	699488	Conductividad	uS/cm	47800	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	15:36	699488	Conductividad	uS/cm	47900	Cienaga de Mallorquin P4
21/11/2024	9:00	699489	pH	Unidades	8,19	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	14:13	699489	pH	Unidades	8,2	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	15:46	699489	pH	Unidades	8,12	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	9:00	699489	Temperatura	°C	9,6	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	14:13	699489	Temperatura	°C	30	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	15:46	699489	Temperatura	°C	30,8	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	9:00	699489	Oxígeno disuelto	mg/L	8,03	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	14:13	699489	Oxígeno disuelto	mg/L	8,16	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	15:46	699489	Oxígeno disuelto	mg/L	8,71	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	9:00	699489	Conductividad	uS/cm	46600	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	14:13	699489	Conductividad	uS/cm	45300	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	15:46	699489	Conductividad	uS/cm	46400	Cienaga de Mallorquin P3
21/11/2024	10:00	699490	pH	Unidades	7,98	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:57	699490	pH	Unidades	7,8	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	15:53	699490	pH	Unidades	7,68	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	10:00	699490	Temperatura	°C	30	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:57	699490	Temperatura	°C	31	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	15:53	699490	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	10:00	699490	Oxígeno disuelto	mg/L	5,74	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:57	699490	Oxígeno disuelto	mg/L	5,89	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	15:53	699490	Oxígeno disuelto	mg/L	6,03	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	10:00	699490	Conductividad	uS/cm	43400	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:57	699490	Conductividad	uS/cm	43100	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	15:53	699490	Conductividad	uS/cm	43200	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	10:55	699491	pH	Unidades	8,25	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:48	699491	pH	Unidades	8,3	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	16:09	699491	pH	Unidades	8,28	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	10:55	699491	Temperatura	°C	30,2	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:48	699491	Temperatura	°C	30,8	Cienaga de Mallorquin P5

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
21/11/2024	16:09	699491	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	10:55	699491	Oxígeno disuelto	mg/L	7,74	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:48	699491	Oxígeno disuelto	mg/L	7,61	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	16:09	699491	Oxígeno disuelto	mg/L	7,58	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	10:55	699491	Conductividad	uS/cm	40500	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	13:48	699491	Conductividad	uS/cm	40100	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	16:09	699491	Conductividad	uS/cm	40200	Cienaga de Mallorquin P5
21/11/2024	11:40	699492	pH	Unidades	8,16	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	13:36	699492	pH	Unidades	8,2	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	16:21	699492	pH	Unidades	8,17	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	11:40	699492	Temperatura	°C	30,6	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	13:36	699492	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	16:21	699492	Temperatura	°C	31,9	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	11:40	699492	Oxígeno disuelto	mg/L	7,66	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	13:36	699492	Oxígeno disuelto	mg/L	8,01	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	16:21	699492	Oxígeno disuelto	mg/L	7,93	Ciénaga de Mallorquin P7
21/11/2024	11:40	699492	Conductividad	uS/cm	42100	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	13:36	699492	Conductividad	uS/cm	41800	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	16:21	699492	Conductividad	uS/cm	42000	Cienaga de Mallorquin P7
21/11/2024	12:20	699493	pH	Unidades	8,35	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	13:28	699493	pH	Unidades	8,6	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	16:33	699493	pH	Unidades	8,31	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	12:20	699493	Temperatura	°C	33,6	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	13:28	699493	Temperatura	°C	33,9	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	16:33	699493	Temperatura	°C	33,6	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	12:20	699493	Oxígeno disuelto	mg/L	8,79	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	13:28	699493	Oxígeno disuelto	mg/L	8,96	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	16:33	699493	Oxígeno disuelto	mg/L	8,61	Ciénaga de Mallorquin P2
21/11/2024	12:20	699493	Conductividad	uS/cm	49400	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	13:28	699493	Conductividad	uS/cm	47800	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	16:33	699493	Conductividad	uS/cm	48100	Cienaga de Mallorquin P2
21/11/2024	13:00	699494	pH	Unidades	8,28	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	15:15	699494	pH	Unidades	8,6	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	16:47	699494	pH	Unidades	8,39	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	13:00	699494	Temperatura	°C	32,8	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	15:15	699494	Temperatura	°C	33,1	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	16:47	699494	Temperatura	°C	33,3	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	13:00	699494	Oxígeno disuelto	mg/L	9,26	Cienaga de Mallorquin P1

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
21/11/2024	15:15	699494	Oxígeno disuelto	mg/L	9,71	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	16:47	699494	Oxígeno disuelto	mg/L	9,59	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	13:00	699494	Conductividad	uS/cm	49300	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	15:15	699494	Conductividad	uS/cm	48300	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	16:47	699494	Conductividad	uS/cm	47200	Cienaga de Mallorquin P1
21/11/2024	9:00	699495	pH	Unidades	8,29	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	10:10	699495	pH	Unidades	8,1	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	11:18	699495	pH	Unidades	8,16	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	9:00	699495	Temperatura	°C	29,8	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	10:10	699495	Temperatura	°C	29,6	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	11:18	699495	Temperatura	°C	29,9	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	9:00	699495	Oxígeno disuelto	mg/L	10,09	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	10:10	699495	Oxígeno disuelto	mg/L	10,12	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	11:18	699495	Oxígeno disuelto	mg/L	10,1	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	9:00	699495	Conductividad	uS/cm	3980	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	10:10	699495	Conductividad	uS/cm	3972	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	11:18	699495	Conductividad	uS/cm	3976	Cienaga Balboa P2
21/11/2024	11:15	699496	pH	Unidades	7,87	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	12:58	699496	pH	Unidades	7,9	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	13:40	699496	pH	Unidades	8,01	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	11:15	699496	Temperatura	°C	30,3	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	12:58	699496	Temperatura	°C	30,6	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	13:40	699496	Temperatura	°C	30,8	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	11:15	699496	Oxígeno disuelto	mg/L	4,18	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	12:58	699496	Oxígeno disuelto	mg/L	4,16	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	13:40	699496	Oxígeno disuelto	mg/L	4,13	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	11:15	699496	Conductividad	uS/cm	7,05	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	12:58	699496	Conductividad	uS/cm	7,15	Cienaga Balboa P3
21/11/2024	13:40	699496	Conductividad	uS/cm	7,09	Cienaga Balboa P3
25/11/2024	8:00	699528	pH	Unidades	7,64	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	12:15	699528	pH	Unidades	8,28	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	15:10	699528	pH	Unidades	8,25	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	8:00	699528	Temperatura	°C	29,9	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	12:15	699528	Temperatura	°C	30,1	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	15:10	699528	Temperatura	°C	32,5	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	8:00	699528	Oxígeno disuelto	mg/L	2,43	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	12:15	699528	Oxígeno disuelto	mg/L	9,91	La Bahía de Mesolandia P1
25/11/2024	15:10	699528	Oxígeno disuelto	mg/L	9,85	La Bahía de Mesolandia P1

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
25/11/2024	8:00	699528	Conductividad	uS/cm	817	La Bahia de Mesolandia P1
25/11/2024	12:15	699528	Conductividad	uS/cm	889	La Bahia de Mesolandia P1
25/11/2024	15:10	699528	Conductividad	uS/cm	875	La Bahia de Mesolandia P1
25/11/2024	9:00	699529	pH	Unidades	7,64	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	12:48	699529	pH	Unidades	8,28	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	15:55	699529	pH	Unidades	8,25	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	9:00	699529	Temperatura	°C	29,9	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	12:48	699529	Temperatura	°C	30,1	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	15:55	699529	Temperatura	°C	32,5	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	9:00	699529	Oxígeno disuelto	mg/L	5,76	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	12:48	699529	Oxígeno disuelto	mg/L	10,36	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	15:55	699529	Oxígeno disuelto	mg/L	12,16	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	9:00	699529	Conductividad	uS/cm	778	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	12:48	699529	Conductividad	uS/cm	857	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	15:55	699529	Conductividad	uS/cm	863	La Bahia de Mesolandia P2
25/11/2024	10:00	699530	pH	Unidades	7,71	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	13:25	699530	pH	Unidades	7,95	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	15:25	699530	pH	Unidades	8,12	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	10:00	699530	Temperatura	°C	29,8	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	13:25	699530	Temperatura	°C	29,9	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	15:25	699530	Temperatura	°C	29,6	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	10:00	699530	Oxígeno disuelto	mg/L	5,68	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	13:25	699530	Oxígeno disuelto	mg/L	9,91	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	15:25	699530	Oxígeno disuelto	mg/L	9,86	La Bahía de Mesolandia P3
25/11/2024	10:00	699530	Conductividad	uS/cm	938	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	13:25	699530	Conductividad	uS/cm	856	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	15:25	699530	Conductividad	uS/cm	860	La Bahia de Mesolandia P3
25/11/2024	11:00	699531	pH	Unidades	8,43	La Bahía de Mesolandia P4
25/11/2024	13:56	699531	pH	Unidades	8,75	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	16:58	699531	pH	Unidades	8,84	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	11:00	699531	Temperatura	°C	30,7	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	13:56	699531	Temperatura	°C	30,8	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	16:58	699531	Temperatura	°C	30,9	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	11:00	699531	Oxígeno disuelto	mg/L	10,65	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	13:56	699531	Oxígeno disuelto	mg/L	14,15	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	16:58	699531	Oxígeno disuelto	mg/L	13,86	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	11:00	699531	Conductividad	uS/cm	880	La Bahia de Mesolandia P4
25/11/2024	13:56	699531	Conductividad	uS/cm	783	La Bahia de Mesolandia P4

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
25/11/2024	16:58	699531	Conductividad	uS/cm	789	La Bahia de Mesolandia P4
22/11/2024	8:30	699510	pH	Unidades	7,07	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	9:58	699510	pH	Unidades	7,22	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	12:20	699510	pH	Unidades	7,16	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	8:30	699510	Temperatura	°C	28	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	9:58	699510	Temperatura	°C	30	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	12:20	699510	Temperatura	°C	31,8	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	8:30	699510	Oxígeno disuelto	mg/L	3,44	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	9:58	699510	Oxígeno disuelto	mg/L	5,09	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	12:20	699510	Oxígeno disuelto	mg/L	6,13	Ciénaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	8:30	699510	Conductividad	uS/cm	500	Ciénaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	9:58	699510	Conductividad	uS/cm	549	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	12:20	699510	Conductividad	uS/cm	563	Cienaga de Sabanagrande p2
22/11/2024	9:15	699511	pH	Unidades	7,17	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	9:46	699511	pH	Unidades	7,23	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	12:34	699511	pH	Unidades	7,31	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	9:15	699511	Temperatura	°C	29,6	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	9:46	699511	Temperatura	°C	30,9	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	12:34	699511	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	9:15	699511	Oxígeno disuelto	mg/L	3,16	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	9:46	699511	Oxígeno disuelto	mg/L	3,23	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	12:34	699511	Oxígeno disuelto	mg/L	3,46	Ciénaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	9:15	699511	Conductividad	uS/cm	742	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	9:46	699511	Conductividad	uS/cm	761	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	12:34	699511	Conductividad	uS/cm	753	Cienaga de Sabanagrande p1
22/11/2024	10:20	699512	pH	Unidades	8,4	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	11:45	699512	pH	Unidades	8,42	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	13:06	699512	pH	Unidades	8,33	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	10:20	699512	Temperatura	°C	30,3	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	11:45	699512	Temperatura	°C	31,2	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	13:06	699512	Temperatura	°C	31,8	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	10:20	699512	Oxígeno disuelto	mg/L	10,41	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	11:45	699512	Oxígeno disuelto	mg/L	10,86	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	13:06	699512	Oxígeno disuelto	mg/L	10,96	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	10:20	699512	Conductividad	uS/cm	1054	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	11:45	699512	Conductividad	uS/cm	1074	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	13:06	699512	Conductividad	uS/cm	1068	Cienaga de Santo Tomás p1
22/11/2024	11:03	699513	pH	Unidades	8,58	Cienaga de Santo Tomás p2

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
22/11/2024	11:37	699513	pH	Unidades	8,16	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	13:14	699513	pH	Unidades	8,28	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	11:03	699513	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	11:37	699513	Temperatura	°C	31,6	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	13:14	699513	Temperatura	°C	31,9	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	11:03	699513	Oxígeno disuelto	mg/L	9,28	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	11:37	699513	Oxígeno disuelto	mg/L	9,03	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	13:14	699513	Oxígeno disuelto	mg/L	9,11	Ciénaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	11:03	699513	Conductividad	uS/cm	1074	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	11:37	699513	Conductividad	uS/cm	1097	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	13:14	699513	Conductividad	uS/cm	1086	Cienaga de Santo Tomás p2
22/11/2024	8:12	699514	pH	Unidades	6,83	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	10:06	699514	pH	Unidades	6,97	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	10:43	699514	pH	Unidades	7,06	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	8:12	699514	Temperatura	°C	29,2	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	10:06	699514	Temperatura	°C	30,2	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	10:43	699514	Temperatura	°C	31,0	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	8:12	699514	Oxígeno disuelto	mg/L	3,55	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	10:06	699514	Oxígeno disuelto	mg/L	3,89	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	10:43	699514	Oxígeno disuelto	mg/L	4,08	Ciénaga de Manatí p2
22/11/2024	8:12	699514	Conductividad	uS/cm	1003	Ciénaga de Manatí p2
22/11/2024	10:06	699514	Conductividad	uS/cm	1018	Cienaga de Manatí p2
22/11/2024	10:43	699514	Conductividad	uS/cm	1008	Cienaga de Manatí p2
23/11/2024	8:56	699515	pH	Unidades	6,91	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	9:53	699515	pH	Unidades	7,03	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	11:08	699515	pH	Unidades	7,14	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	8:56	699515	Temperatura	°C	29,7	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	9:53	699515	Temperatura	°C	30,3	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	11:08	699515	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	8:56	699515	Oxígeno disuelto	mg/L	2,93	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	9:53	699515	Oxígeno disuelto	mg/L	2,09	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	11:08	699515	Oxígeno disuelto	mg/L	3,81	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	8:56	699515	Conductividad	uS/cm	1012	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	9:53	699515	Conductividad	uS/cm	1018	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	11:08	699515	Conductividad	uS/cm	1023	Cienaga de Manatí p1
23/11/2024	8:30	699516	pH	Unidades	6,34	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	10:46	699516	pH	Unidades	6,40	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	11:53	699516	pH	Unidades	6,36	Cienaga Paraiso p1

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
23/11/2024	8:30	699516	Temperatura	°C	29,3	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	10:46	699516	Temperatura	°C	29,6	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	11:53	699516	Temperatura	°C	30,1	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	8:30	699516	Oxígeno disuelto	mg/L	0,35	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	10:46	699516	Oxígeno disuelto	mg/L	0,42	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	11:53	699516	Oxígeno disuelto	mg/L	0,45	Ciénaga Paraíso p1
23/11/2024	8:30	699516	Conductividad	uS/cm	408	Ciénaga Paraíso p1
23/11/2024	10:46	699516	Conductividad	uS/cm	410	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	11:53	699516	Conductividad	uS/cm	405	Cienaga Paraiso p1
23/11/2024	9:23	699517	pH	Unidades	6,44	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	pH	Unidades	6,42	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	pH	Unidades	6,39	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	9:23	699517	Temperatura	°C	29,4	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	Temperatura	°C	29,7	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	Temperatura	°C	30,3	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	9:23	699517	Oxígeno disuelto	mg/L	0,41	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	Oxígeno disuelto	mg/L	0,44	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	Oxígeno disuelto	mg/L	0,39	Ciénaga Paraíso p2
23/11/2024	9:23	699517	Conductividad	uS/cm	410	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	Conductividad	uS/cm	412	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	Conductividad	uS/cm	408	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	9:23	699517	pH	Unidades	6,44	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	pH	Unidades	6,42	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	pH	Unidades	6,39	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	9:23	699517	Temperatura	°C	29,4	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	Temperatura	°C	29,7	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	Temperatura	°C	30,3	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	9:23	699517	Oxígeno disuelto	mg/L	0,41	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	Oxígeno disuelto	mg/L	0,44	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	Oxígeno disuelto	mg/L	0,39	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	9:23	699517	Conductividad	uS/cm	410	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	10:21	699517	Conductividad	uS/cm	412	Cienaga Paraiso p2
23/11/2024	12:12	699517	Conductividad	uS/cm	408	Cienaga Paraiso p2
25/11/2024	9:37	699526	pH	Unidades	6,96	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	11:56	699526	pH	Unidades	7,03	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	14:21	699526	pH	Unidades	7,13	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	9:37	699526	Temperatura	°C	30,5	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	11:56	699526	Temperatura	°C	31,8	Cienaga Luisa p2

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
25/11/2024	14:21	699526	Temperatura	°C	32,1	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	9:37	699526	Oxígeno disuelto	mg/L	2,38	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	11:56	699526	Oxígeno disuelto	mg/L	3,43	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	14:21	699526	Oxígeno disuelto	mg/L	3,62	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	9:37	699526	Conductividad	uS/cm	921	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	11:56	699526	Conductividad	uS/cm	938	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	14:21	699526	Conductividad	uS/cm	928	Cienaga Luisa p2
25/11/2024	10:47	699527	pH	Unidades	7,19	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	13:12	699527	pH	Unidades	7,08	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	14:46	699527	pH	Unidades	7,16	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	10:47	699527	Temperatura	°C	31,1	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	13:12	699527	Temperatura	°C	31,6	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	14:46	699527	Temperatura	°C	32,3	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	10:47	699527	Oxígeno disuelto	mg/L	3,25	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	13:12	699527	Oxígeno disuelto	mg/L	3,71	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	14:46	699527	Oxígeno disuelto	mg/L	4,35	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	10:47	699527	Conductividad	uS/cm	954	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	13:12	699527	Conductividad	uS/cm	948	Cienaga Luisa p1
25/11/2024	14:46	699527	Conductividad	uS/cm	939	Cienaga Luisa p1
26/11/2024	10:17	699532	pH	Unidades	7,73	Cienaga Convento p1
26/11/2024	12:43	699532	pH	Unidades	7,61	Cienaga Convento p1
26/11/2024	16:31	699532	pH	Unidades	7,53	Cienaga Convento p1
26/11/2024	10:17	699532	Temperatura	°C	33	Cienaga Convento p1
26/11/2024	12:43	699532	Temperatura	°C	33,8	Cienaga Convento p1
26/11/2024	16:31	699532	Temperatura	°C	33,1	Cienaga Convento p1
26/11/2024	10:17	699532	Oxígeno disuelto	mg/L	6,37	Cienaga Convento p1
26/11/2024	12:43	699532	Oxígeno disuelto	mg/L	6,86	Cienaga Convento p1
26/11/2024	16:31	699532	Oxígeno disuelto	mg/L	6,61	Ciénaga Convento p1
26/11/2024	10:17	699532	Conductividad	uS/cm	861	Ciénaga Convento p1
26/11/2024	12:43	699532	Conductividad	uS/cm	873	Cienaga Convento p1
26/11/2024	16:31	699532	Conductividad	uS/cm	859	Cienaga Convento p1
26/11/2024	9:06	699533	pH	Unidades	7,38	Cienaga Convento p2
26/11/2024	13:18	699533	pH	Unidades	7,43	Cienaga Convento p2
26/11/2024	15:53	699533	pH	Unidades	7,56	Cienaga Convento p2
26/11/2024	9:06	699533	Temperatura	°C	32	Cienaga Convento p2
26/11/2024	13:18	699533	Temperatura	°C	32,6	Cienaga Convento p2
26/11/2024	15:53	699533	Temperatura	°C	32,1	Cienaga Convento p2
26/11/2024	9:06	699533	Oxígeno disuelto	mg/L	6,95	Cienaga Convento p2

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
26/11/2024	13:18	699533	Oxígeno disuelto	mg/L	7,17	Cienaga Convento p2
26/11/2024	15:53	699533	Oxígeno disuelto	mg/L	6,71	Ciénaga Convento p2
26/11/2024	9:06	699533	Conductividad	uS/cm	824	Cienaga Convento p2
26/11/2024	13:18	699533	Conductividad	uS/cm	836	Cienaga Convento p2
26/11/2024	15:53	699533	Conductividad	uS/cm	841	Cienaga Convento p2
26/11/2024	8:10	699534	pH	Unidades	9,29	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	14:15	699534	pH	Unidades	9,15	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	16:50	699534	pH	Unidades	9,08	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	8:10	699534	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	14:15	699534	Temperatura	°C	31,6	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	16:50	699534	Temperatura	°C	31,9	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	8:10	699534	Oxígeno disuelto	mg/L	18,08	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	14:15	699534	Oxígeno disuelto	mg/L	18,01	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	16:50	699534	Oxígeno disuelto	mg/L	17,96	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	8:10	699534	Conductividad	uS/cm	930	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	14:15	699534	Conductividad	uS/cm	942	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	16:50	699534	Conductividad	uS/cm	919	Cienaga de Malambo p1
26/11/2024	9:15	699535	pH	Unidades	8,16	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	14:50	699535	pH	Unidades	8,25	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	17:10	699535	pH	Unidades	8,17	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	9:15	699535	Temperatura	°C	30,5	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	14:50	699535	Temperatura	°C	31,1	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	17:10	699535	Temperatura	°C	31,2	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	9:15	699535	Oxígeno disuelto	mg/L	9,19	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	14:50	699535	Oxígeno disuelto	mg/L	9,06	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	17:10	699535	Oxígeno disuelto	mg/L	9,15	Ciénaga de Malambo p2
26/11/2024	9:15	699535	Conductividad	uS/cm	982	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	14:50	699535	Conductividad	uS/cm	976	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	17:10	699535	Conductividad	uS/cm	986	Cienaga de Malambo p2
26/11/2024	10:20	699536	pH	Unidades	7,72	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	15:16	699536	pH	Unidades	7,96	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	17:23	699536	pH	Unidades	7,66	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	10:20	699536	Temperatura	°C	31,6	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	15:16	699536	Temperatura	°C	31,9	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	17:23	699536	Temperatura	°C	31,8	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	10:20	699536	Oxígeno disuelto	mg/L	7,96	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	15:16	699536	Oxígeno disuelto	mg/L	7,89	Cienaga de Malambo p3
26/11/2024	17:23	699536	Oxígeno disuelto	mg/L	7,7	Cienaga de Malambo p3

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
26/11/2024	10:20	699536	Conductividad	uS/cm	1043	Ciénaga de Malambo p3
26/11/2024	15:16	699536	Conductividad	uS/cm	1038	Ciénaga de Malambo p3
26/11/2024	17:23	699536	Conductividad	uS/cm	1041	Ciénaga de Malambo p3
26/11/2024	11:10	699537	pH	Unidades	7,98	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	15:55	699537	pH	Unidades	7,86	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	17:34	699537	pH	Unidades	7,92	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	11:10	699537	Temperatura	°C	32,1	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	15:55	699537	Temperatura	°C	32,2	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	17:34	699537	Temperatura	°C	31,9	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	11:10	699537	Oxígeno disuelto	mg/L	7,1	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	15:55	699537	Oxígeno disuelto	mg/L	7,19	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	17:34	699537	Oxígeno disuelto	mg/L	7,22	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	11:10	699537	Conductividad	uS/cm	915	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	15:55	699537	Conductividad	uS/cm	922	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	17:34	699537	Conductividad	uS/cm	918	Ciénaga de Malambo p4
26/11/2024	12:18	699538	pH	Unidades	9,29	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	16:20	699538	pH	Unidades	9,15	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	17:48	699538	pH	Unidades	9,19	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	12:18	699538	Temperatura	°C	31,6	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	16:20	699538	Temperatura	°C	31,5	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	17:48	699538	Temperatura	°C	31,1	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	12:18	699538	Oxígeno disuelto	mg/L	20,4	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	16:20	699538	Oxígeno disuelto	mg/L	18,2	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	17:48	699538	Oxígeno disuelto	mg/L	19,18	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	12:18	699538	Conductividad	uS/cm	851	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	16:20	699538	Conductividad	uS/cm	862	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	17:48	699538	Conductividad	uS/cm	856	Ciénaga de Malambo p5
26/11/2024	13:20	699539	pH	Unidades	9,16	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	16:35	699539	pH	Unidades	9,22	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	18:02	699539	pH	Unidades	9,09	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	13:20	699539	Temperatura	°C	31,1	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	16:35	699539	Temperatura	°C	30,8	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	18:02	699539	Temperatura	°C	30,6	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	13:20	699539	Oxígeno disuelto	mg/L	17,19	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	16:35	699539	Oxígeno disuelto	mg/L	20,1	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	18:02	699539	Oxígeno disuelto	mg/L	19,15	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	13:20	699539	Conductividad	uS/cm	860	Ciénaga de Malambo p6
26/11/2024	16:35	699539	Conductividad	uS/cm	855	Ciénaga de Malambo p6

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
26/11/2024	18:02	699539	Conductividad	uS/cm	852	Ciénaga de Malambo p6
27/11/2024	8:05	699497	pH	Unidades	8,49	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	11:30	699497	pH	Unidades	8,61	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	14:46	699497	pH	Unidades	8,53	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	8:05	699497	Temperatura	°C	29,7	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	11:30	699497	Temperatura	°C	30,6	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	14:46	699497	Temperatura	°C	32,6	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	8:05	699497	Oxígeno disuelto	mg/L	7,32	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	11:30	699497	Oxígeno disuelto	mg/L	7,69	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	14:46	699497	Oxígeno disuelto	mg/L	8,01	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	8:05	699497	Conductividad	uS/cm	19860	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	11:30	699497	Conductividad	uS/cm	19700	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	14:46	699497	Conductividad	uS/cm	19830	Ciénaga de Mnaties p2
27/11/2024	9:30	699498	pH	Unidades	8,59	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	11:57	699498	pH	Unidades	8,66	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	15:12	699498	pH	Unidades	8,47	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	9:30	699498	Temperatura	°C	30,2	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	11:57	699498	Temperatura	°C	31,7	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	15:12	699498	Temperatura	°C	32,1	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	9:30	699498	Oxígeno disuelto	mg/L	7,89	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	11:57	699498	Oxígeno disuelto	mg/L	8,03	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	15:12	699498	Oxígeno disuelto	mg/L	8,17	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	9:30	699498	Conductividad	uS/cm	19030	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	11:57	699498	Conductividad	uS/cm	19000	Ciénaga de Manaties p3
27/11/2024	15:12	699498	Conductividad	uS/cm	18800	Ciénaga de Manaties p3
28/11/2024	9:25	699542	pH	Unidades	8,19	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	12:03	699542	pH	Unidades	8,28	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	15:08	699542	pH	Unidades	8,30	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	9:25	699542	Temperatura	°C	31,8	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	12:03	699542	Temperatura	°C	32,3	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	15:08	699542	Temperatura	°C	33,1	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	9:25	699542	Oxígeno disuelto	mg/L	6,71	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	12:03	699542	Oxígeno disuelto	mg/L	6,96	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	15:08	699542	Oxígeno disuelto	mg/L	8,01	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	9:25	699542	Conductividad	uS/cm	607	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	12:03	699542	Conductividad	uS/cm	615	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	15:08	699542	Conductividad	uS/cm	616	Ciénaga de Tocagua 1
28/11/2024	10:15	699543	pH	Unidades	7,64	Ciénaga de Tocagua 2

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
28/11/2024	12:28	699543	pH	Unidades	7,52	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	15:31	699543	pH	Unidades	7,63	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	10:15	699543	Temperatura	°C	31,8	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	12:28	699543	Temperatura	°C	32,1	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	15:31	699543	Temperatura	°C	32,7	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	10:15	699543	Oxígeno disuelto	mg/L	6,55	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	12:28	699543	Oxígeno disuelto	mg/L	6,79	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	15:31	699543	Oxígeno disuelto	mg/L	8,09	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	10:15	699543	Conductividad	uS/cm	619	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	12:28	699543	Conductividad	uS/cm	629	Cienaga de Tocagua 2
28/11/2024	15:31	699543	Conductividad	uS/cm	612	Cienaga de Tocagua 2
29/11/2024	9:19	699546	pH	Unidades	7,28	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	12:43	699546	pH	Unidades	7,39	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	15:08	699546	pH	Unidades	7,51	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	9:19	699546	Temperatura	°C	29,3	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	12:43	699546	Temperatura	°C	29,8	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	15:08	699546	Temperatura	°C	31,6	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	9:19	699546	Oxígeno disuelto	mg/L	6,17	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	12:43	699546	Oxígeno disuelto	mg/L	6,51	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	15:08	699546	Oxígeno disuelto	mg/L	6,45	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	9:19	699546	Conductividad	uS/cm	199,8	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	12:43	699546	Conductividad	uS/cm	197,4	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	15:08	699546	Conductividad	uS/cm	193,1	Cienaga El Vivero P2
29/11/2024	9:03	699547	pH	Unidades	7,07	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	12:16	699547	pH	Unidades	7,16	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	14:49	699547	pH	Unidades	7,21	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	9:03	699547	Temperatura	°C	30	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	12:16	699547	Temperatura	°C	32,7	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	14:49	699547	Temperatura	°C	32,9	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	9:03	699547	Oxígeno disuelto	mg/L	5,96	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	12:16	699547	Oxígeno disuelto	mg/L	6,19	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	14:49	699547	Oxígeno disuelto	mg/L	6,43	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	9:03	699547	Conductividad	uS/cm	180,2	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	12:16	699547	Conductividad	uS/cm	183,7	Cienaga El Vivero P1
29/11/2024	14:49	699547	Conductividad	uS/cm	176,1	Cienaga El Vivero P1
28/11/2024	9:10	699544	pH	Unidades	8,3	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	11:48	699544	pH	Unidades	8,38	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	14:53	699544	pH	Unidades	8,51	Cienaga de Luruaco P1

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
28/11/2024	9:10	699544	Temperatura	°C	31,4	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	11:48	699544	Temperatura	°C	32,8	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	14:53	699544	Temperatura	°C	33,1	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	9:10	699544	Oxígeno disuelto	mg/L	6,34	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	11:48	699544	Oxígeno disuelto	mg/L	6,93	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	14:53	699544	Oxígeno disuelto	mg/L	7,03	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	9:10	699544	Conductividad	uS/cm	564	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	11:48	699544	Conductividad	uS/cm	581	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	14:53	699544	Conductividad	uS/cm	576	Cienaga de Luruaco P1
28/11/2024	10:05	699545	pH	Unidades	8,33	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	12:10	699545	pH	Unidades	8,46	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	15:17	699545	pH	Unidades	8,29	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	10:05	699545	Temperatura	°C	31,4	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	12:10	699545	Temperatura	°C	32,1	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	15:17	699545	Temperatura	°C	33,1	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	10:05	699545	Oxígeno disuelto	mg/L	6,12	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	12:10	699545	Oxígeno disuelto	mg/L	6,41	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	15:17	699545	Oxígeno disuelto	mg/L	7,09	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	10:05	699545	Conductividad	uS/cm	606	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	12:10	699545	Conductividad	uS/cm	608	Cienaga de Luruaco P2
28/11/2024	15:17	699545	Conductividad	uS/cm	613	Cienaga de Luruaco P2
29/11/2024	8:09	699540	pH	Unidades	7,2	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	11:15	699540	pH	Unidades	7,32	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	14:00	699540	pH	Unidades	7,28	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	8:09	699540	Temperatura	°C	29,8	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	11:15	699540	Temperatura	°C	29,9	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	14:00	699540	Temperatura	°C	29,6	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	8:09	699540	Oxígeno disuelto	mg/L	1,27	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	11:15	699540	Oxígeno disuelto	mg/L	1,32	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	14:00	699540	Oxígeno disuelto	mg/L	1,28	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	8:09	699540	Conductividad	uS/cm	1332	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	11:15	699540	Conductividad	uS/cm	1340	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	14:00	699540	Conductividad	uS/cm	1344	Cienaga La Larga P1
29/11/2024	8:40	699541	pH	Unidades	7,08	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	11:55	699541	pH	Unidades	7,19	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	14:45	699541	pH	Unidades	7,14	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	8:40	699541	Temperatura	°C	29,7	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	11:55	699541	Temperatura	°C	29,4	Cienaga La Larga P2

FECHA DE MUESTREO	HORA	CODIGO	PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NOMBRE ID
29/11/2024	14:45	699541	Temperatura	°C	29,6	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	8:40	699541	Oxígeno disuelto	mg/L	5,24	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	11:55	699541	Oxígeno disuelto	mg/L	5,32	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	14:45	699541	Oxígeno disuelto	mg/L	5,4	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	8:40	699541	Conductividad	uS/cm	2450	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	11:55	699541	Conductividad	uS/cm	2462	Cienaga La Larga P2
29/11/2024	14:45	699541	Conductividad	uS/cm	2458	Cienaga La Larga P2

Resultados Fisicoquimicos de Laboratorio

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699476	16/11/2024	DBO (5 días)*	38,18	Cienaga del Rincon P1
699476	16/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	73,27	Cienaga del Rincon P1
699476	16/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	7,4	Cienaga del Rincon P1
699477	16/11/2024	DBO (5 días)*	41,9	Cienaga del Rincon P2
699477	16/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	80,71	Cienaga del Rincon P2
699477	16/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	24	Cienaga del Rincon P2
699478	16/11/2024	DBO (5 días)*	40,11	Cienaga del Rincon P3
699478	16/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	78,53	Cienaga del Rincon P3
699478	16/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	13,7	Cienaga del Rincon P3
699479	18/11/2024	DBO (5 días)*	7,23	Arroyo León P1
699479	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<36,15<L CM	Arroyo León P1
699479	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	26,9	Arroyo León P1
699480	18/11/2024	DBO (5 días)*	9,64	Arroyo León P2
699480	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	48,63	Arroyo León P2
699480	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	16,3	Arroyo León P2
699481	18/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Arroyo León P3
699481	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Arroyo León P3
699481	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	17,7	Arroyo León P3
699482	18/11/2024	DBO (5 días)*	6,53	Ciénaga del Totumo P2
699482	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<31,23<L CM	Ciénaga del Totumo P2

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699482	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	5,2	Ciénaga del Totumo P2
699483	18/11/2024	DBO (5 días)*	5,51	Ciénaga del Totumo P3
699483	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Ciénaga del Totumo P3
699483	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	No Detectable	Ciénaga del Totumo P3
699484	18/11/2024	DBO (5 días)*	5,31	Ciénaga del Totumo P4
699484	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Ciénaga del Totumo P4
699484	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	5,6	Ciénaga del Totumo P4
699485	18/11/2024	DBO (5 días)*	5,72	Ciénaga del Totumo P5
699485	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Ciénaga del Totumo P5
699485	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	5	Ciénaga del Totumo P5
699486	18/11/2024	DBO (5 días)*	4,28	Ciénaga del Totumo P1
699486	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Ciénaga del Totumo P1
699486	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	4,5	Ciénaga del Totumo P1
699487	18/11/2024	DBO (5 días)*	6,12	Ciénaga del Totumo P6
699487	18/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<30,62<L CM	Ciénaga del Totumo P6
699487	18/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<4,3<LCM	Ciénaga del Totumo P6
699488	21/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Cienaga Mallorquin Punto #4
699488	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Cienaga Mallorquin Punto #4
699488	21/11/2024	Salinidad*	30,2	Cienaga Mallorquin Punto #4
699488	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	44,3	Cienaga Mallorquin Punto #4
699489	21/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Cienaga Mallorquin Punto #3
699489	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Cienaga Mallorquin Punto #3
699489	21/11/2024	Salinidad*	29,5	Cienaga Mallorquin Punto #3
699489	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	40	Cienaga Mallorquin Punto #3
699490	21/11/2024	DBO (5 días)*	6,4	Cienaga Mallorquin Punto #5
699490	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<32,38<L CM	Cienaga Mallorquin Punto #5
699490	21/11/2024	Salinidad*	28,2	Cienaga Mallorquin Punto #5
699490	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	46,3	Cienaga Mallorquin Punto #5

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699491	21/11/2024	DBO (5 días)*	9,54	Cienaga Mallorquin Punto #6
699491	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	47,87	Cienaga Mallorquin Punto #6
699491	21/11/2024	Salinidad*	26,1	Cienaga Mallorquin Punto #6
699491	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	51,7	Cienaga Mallorquin Punto #6
699492	21/11/2024	DBO (5 días)*	5,6	Cienaga Mallorquin Punto #7
699492	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Cienaga Mallorquin Punto #7
699492	21/11/2024	Salinidad*	27,2	Cienaga Mallorquin Punto #7
699492	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	75,3	Cienaga Mallorquin Punto #7
699493	21/11/2024	DBO (5 días)*	6,28	Cienaga Mallorquin Punto #2
699493	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<32,19<L CM	Cienaga Mallorquin Punto #2
699493	21/11/2024	Salinidad*	32	Cienaga Mallorquin Punto #2
699493	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	49	Cienaga Mallorquin Punto #2
699494	21/11/2024	DBO (5 días)*	5,65	Cienaga Mallorquin Punto #1
699494	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<32,18<L CM	Cienaga Mallorquin Punto #1
699494	21/11/2024	Salinidad*	31,8	Cienaga Mallorquin Punto #1
699494	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	73,8	Cienaga Mallorquin Punto #1
699495	21/11/2024	DBO (5 días)*	38,98	Cienaga de Balboa Punto 2
699495	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	85,31	Cienaga de Balboa Punto 2
699495	21/11/2024	Salinidad*	2,31	Cienaga de Balboa Punto 2
699495	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	280	Cienaga de Balboa Punto 2
699496	21/11/2024	DBO (5 días)*	17,2	Cienaga de Balboa Punto 3
699496	21/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	48,63	Cienaga de Balboa Punto 3
699496	21/11/2024	Salinidad*	4,26	Cienaga de Balboa Punto 3
699496	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	66,1	Cienaga de Balboa Punto 3
699497	27/11/2024	DBO (5 días)*	11,36	Cienaga de manaties P2
699497	27/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	57,05	Cienaga de manaties P2
699497	27/11/2024	Salinidad*	12,48	Cienaga de manaties P2
699497	27/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	44	Cienaga de manaties P2
699498	27/11/2024	DBO (5 días)*	9,4	Cienaga de manaties P1
699498	27/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	49,12	Cienaga de manaties P1

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699498	27/11/2024	Salinidad*	11,86	Ciénaga de manaties P1
699498	27/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	57,5	Ciénaga de manaties P1
699500	19/11/2024	DBO (5 días)*	4,95	Río Magdalena Punto #5
699500	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #5
699500	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	245	Río Magdalena Punto #5
699501	19/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Río Magdalena Punto #4
699501	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #4
699501	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	118,7	Río Magdalena Punto #4
699502	19/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Río Magdalena Punto #3
699502	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #3
699502	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	230,8	Río Magdalena Punto #3
699503	19/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Río Magdalena Punto #2
699503	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #2
699503	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	262,1	Río Magdalena Punto #2
699504	19/11/2024	DBO (5 días)*	LDM<3,43<LC M	Río Magdalena Punto #1
699504	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #1
699504	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	403	Río Magdalena Punto #1
699505	20/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #5
699505	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #5
699505	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	13,7	Embalse el Guajaro Punto #5
699506	20/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #4
699506	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #4
699506	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	14,3	Embalse el Guajaro Punto #4
699507	20/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #3
699507	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #3
699507	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	8,7	Embalse el Guajaro Punto #3
699508	20/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #1
699508	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #1

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699508	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	5	Embalse el Guajaro Punto #1
699509	20/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #2
699509	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #2
699509	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	9,3	Embalse el Guajaro Punto #2
699510	22/11/2024	DBO (5 días)*	7,64	Ciénaga de Sabanagrande Punto #2
699510	22/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<37,57<L CM	Ciénaga de Sabanagrande Punto #2
699510	22/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	30,5	Ciénaga de Sabanagrande Punto #2
699511	22/11/2024	DBO (5 días)*	11,22	Ciénaga de Sabanagrande Punto #1
699511	22/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	49,46	Ciénaga de Sabanagrande Punto #1
699511	22/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	10,7	Ciénaga de Sabanagrande Punto #1
699512	22/11/2024	DBO (5 días)*	7,53	Ciénaga de Santo Tomás Punto #1
699512	22/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<37,05<L CM	Ciénaga de Santo Tomás Punto #1
699512	22/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<4,1<LCM	Ciénaga de Santo Tomás Punto #1
699513	22/11/2024	DBO (5 días)*	5,91	Ciénaga de Santo Tomás Punto #2
699513	22/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Ciénaga de Santo Tomás Punto #2
699513	22/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<2,3<LCM	Ciénaga de Santo Tomás Punto #2
699498	23/11/2024	DBO (5 días)*	14,5	Ciénaga Manatí Punto #2
699498	23/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	72,81	Ciénaga Manatí Punto #2
699498	23/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<2,9<LCM	Ciénaga Manatí Punto #2
699497	23/11/2024	DBO (5 días)*	27,07	Ciénaga Manatí Punto #1
699497	23/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	130,33	Ciénaga Manatí Punto #1
699497	23/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<3,0<LCM	Ciénaga Manatí Punto #1
699516	23/11/2024	DBO (5 días)*	18,27	Ciénaga Paraíso Punto #1
699516	23/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	91,45	Ciénaga Paraíso Punto #1

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699516	23/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	8,3	Cienaga Paraiso Punto #1
699517	23/11/2024	DBO (5 días)*	25,15	Cienaga Paraiso Punto #2
699517	23/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	128,77	Cienaga Paraiso Punto #2
699517	23/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	10	Cienaga Paraiso Punto #2
699518	19/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Río Magdalena Punto #9
699518	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #9
699518	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	249	Río Magdalena Punto #9
699519	19/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Río Magdalena Punto #8
699519	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #8
699519	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	236	Río Magdalena Punto #8
699520	19/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Río Magdalena Punto #7
699520	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #7
699520	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	218	Río Magdalena Punto #7
699521	19/11/2024	DBO (5 días)*	LDM<3,88<LC M	Río Magdalena Punto #6
699521	19/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Río Magdalena Punto #6
699521	19/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	211,5	Río Magdalena Punto #6
699522	20/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #6
699522	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #6
699522	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	12,3	Embalse el Guajaro Punto #6
699523	20/11/2024	DBO (5 días)*	4,77	Embalse el Guajaro Punto #7
699523	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Embalse el Guajaro Punto #7
699523	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	10,7	Embalse el Guajaro Punto #7
699524	20/11/2024	DBO (5 días)*	7,05	Embalse el Guajaro Punto #8
699524	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<35,29<L CM	Embalse el Guajaro Punto #8
699524	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	18,7	Embalse el Guajaro Punto #8
699525	20/11/2024	DBO (5 días)*	6,02	Embalse el Guajaro Punto #9
699525	20/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<30,55<L CM	Embalse el Guajaro Punto #9

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699525	20/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	12,7	Embalse el Guajaro Punto #9
699526	25/11/2024	DBO (5 días)*	11,37	Cienaga la Luisa Punto #2
699526	25/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	56,78	Cienaga la Luisa Punto #2
699526	25/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	No Detectable	Cienaga la Luisa Punto #2
699527	25/11/2024	DBO (5 días)*	6,36	Cienaga la Luisa Punto #1
699527	25/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<31,82<L CM	Cienaga la Luisa Punto #1
699527	25/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<2,5<LCM	Cienaga la Luisa Punto #1
699528	25/11/2024	DBO (5 días)*	9,7	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 1
699528	25/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	48,53	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 1
699528	25/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	11,3	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 1
699529	25/11/2024	DBO (5 días)*	8,29	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 2
699529	25/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<40,99<L CM	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 2
699529	25/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	15	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 2
699530	25/11/2024	DBO (5 días)*	8,6	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 3
699530	25/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	45,15	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 3
699530	25/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	5,4	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 3
699531	25/11/2024	DBO (5 días)*	9,32	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 4
699531	25/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	46,16	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 4
699531	25/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	5	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 4
699532	26/11/2024	DBO (5 días)*	8,55	Cienaga del Convento Punto #1
699532	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<42,32<L CM	Cienaga del Convento Punto #1
699532	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	7,4	Cienaga del Convento Punto #1

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699533	26/11/2024	DBO (5 días)*	9,85	Cienaga del Convento Punto #2
699533	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	49,93	Cienaga del Convento Punto #2
699533	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	8,3	Cienaga del Convento Punto #2
699534	26/11/2024	DBO (5 días)*	9,39	Cienaga de Malambo Punto 1
699534	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	47,23	Cienaga de Malambo Punto 1
699534	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	15,9	Cienaga de Malambo Punto 1
699535	26/11/2024	DBO (5 días)*	10,73	Cienaga de Malambo Punto 2
699535	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	54,6	Cienaga de Malambo Punto 2
699535	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	12,3	Cienaga de Malambo Punto 2
699536	26/11/2024	DBO (5 días)*	10,69	Cienaga de Malambo Punto 3
699536	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	54,04	Cienaga de Malambo Punto 3
699536	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<3,9<LCM	Cienaga de Malambo Punto 3
699537	26/11/2024	DBO (5 días)*	8,71	Cienaga de Malambo Punto 4
699537	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<44,13<LCM	Cienaga de Malambo Punto 4
699537	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	9,2	Cienaga de Malambo Punto 4
699538	26/11/2024	DBO (5 días)*	9,33	Cienaga de Malambo Punto 5
699538	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	45,99	Cienaga de Malambo Punto 5
699538	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	10,7	Cienaga de Malambo Punto 5
699539	26/11/2024	DBO (5 días)*	8,62	Cienaga de Malambo Punto 6
699539	26/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<42,98<LCM	Cienaga de Malambo Punto 6

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699539	26/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	32,7	Cienaga de Malambo Punto 6
699540	29/11/2024	DBO (5 días)*	15,47	Cienaga La Larga Punto 1
699540	29/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	79,14	Cienaga La Larga Punto 1
699540	29/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	45,8	Cienaga La Larga Punto 1
699541	29/11/2024	DBO (5 días)*	13,54	Cienaga La Larga Punto 2
699541	29/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	68,49	Cienaga La Larga Punto 2
699541	29/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	34,5	Cienaga La Larga Punto 2
699542	28/11/2024	DBO (5 días)*	11,21	Cienaga de tocagua Punto #1
699542	28/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	55,6	Cienaga de tocagua Punto #1
699542	28/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	12,5	Cienaga de tocagua Punto #1
699543	28/11/2024	DBO (5 días)*	11,85	Cienaga de tocagua Punto #2
699543	28/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	59,15	Cienaga de tocagua Punto #2
699543	28/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	27	Cienaga de tocagua Punto #2
699544	28/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Cienaga de Luruaco Punto 1
699544	28/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Cienaga de Luruaco Punto 1
699544	28/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	26,3	Cienaga de Luruaco Punto 1
699545	28/11/2024	DBO (5 días)*	No Detectable	Cienaga de Luruaco Punto 2
699545	28/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	No Detectable	Cienaga de Luruaco Punto 2
699545	28/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	12,3	Cienaga de Luruaco Punto 2
699546	29/11/2024	DBO (5 días)*	7,85	Cienaga el Uvero Punto #2
699546	29/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<38,99<L CM	Cienaga el Uvero Punto #2
699546	29/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	13	Cienaga el Uvero Punto #2
699547	29/11/2024	DBO (5 días)*	9,9	Cienaga el Uvero Punto #1
699547	29/11/2024	DQO - Reflujo cerrado*	LDM<35,83<L CM	Cienaga el Uvero Punto #1
699547	29/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<3,1<LCM	Cienaga el Uvero Punto #1
699548	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	84	MFH-CRA-Cienaga Mallorquin - A
699549	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	55,2	MFH-CRA-Cienaga Mallorquin - A2

CODIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699550	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	50,5	Cienaga Balboa Adicional Opción 2
699551	21/11/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	46,3	MFH-CRA-Cienaga Mallorquin - A1
699552	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	13	Cienaga de Tocagua 1
699553	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	8,9	Cienaga de Tocagua 2
699554	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	8,7	Cienaga de Tocagua 3
699555	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	6	Cienaga de luruaco 1
699556	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	6,9	Cienaga de luruaco 2
699557	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<3,5<LCM	Cienaga de luruaco 3
699558	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	LDM<3,3<LCM	Cienaga de luruaco 4
699559	11/12/2024	Sólidos Suspendidos Totales*	5,3	Cienaga de luruaco 5

Resultados Microbiológicos de Laboratorio

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699476	16/11/2024 12:00 PM	NMP Coliformes Termotolerantes*	<1	Cienaga del Rincon P1
699476	16/11/2024 12:00 PM	NMP Coliformes totales*	100	Cienaga del Rincon P1
699477	16/11/2024 12:30 PM	NMP Coliformes Termotolerantes*	<1	Cienaga del Rincon P2
699477	16/11/2024 12:30 PM	NMP Coliformes totales*	410	Cienaga del Rincon P2
699478	16/11/2024 1:00 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	20	Cienaga del Rincon P3
699478	16/11/2024 1:00 PM	NMP Coliformes totales*	860	Cienaga del Rincon P3
699479	18/11/2024 3:30 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	737	Arroyo León P1
699479	18/11/2024 3:30 PM	NMP Coliformes totales*	12460	Arroyo León P1
699480	18/11/2024 1:00 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	1691	Arroyo León P2
699480	18/11/2024 1:00 PM	NMP Coliformes totales*	65860	Arroyo León P2

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699481	18/11/2024 12:20 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	2318	Arroyo León P3
699481	18/11/2024 12:20 PM	NMP Coliformes totales*	35780	Arroyo León P3
699482	18/11/2024 3:45 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	110	Ciénaga del Totumo P2
699482	18/11/2024 3:45 PM	NMP Coliformes totales*	520	Ciénaga del Totumo P2
699483	18/11/2024 4:00 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	20	Ciénaga del Totumo P3
699483	18/11/2024 4:00 PM	NMP Coliformes totales*	410	Ciénaga del Totumo P3
699484	18/11/2024 4:15 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	298	Ciénaga del Totumo P4
699484	18/11/2024 4:15 PM	NMP Coliformes totales*	1320	Ciénaga del Totumo P4
699485	18/11/2024 4:35 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	609	Ciénaga del Totumo P5
699485	18/11/2024 4:35 PM	NMP Coliformes totales*	3990	Ciénaga del Totumo P5
699486	18/11/2024 5:00 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	187	Ciénaga del Totumo P1
699486	18/11/2024 5:00 PM	NMP Coliformes totales*	1220	Ciénaga del Totumo P1
699487	18/11/2024 5:20 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	497	Ciénaga del Totumo P6
699487	18/11/2024 5:20 PM	NMP Coliformes totales*	3770	Ciénaga del Totumo P6
699488	21/11/2024 3:36 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #4
699488	21/11/2024 3:36 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #4
699489	21/11/2024 3:46 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #3
699489	21/11/2024 3:46 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #3
699490	21/11/2024 3:53 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #5
699490	21/11/2024 3:53 PM	NMP Coliformes totales*	100	Cienaga Mallorquin Punto #5
699491	21/11/2024 4:09 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #6
699491	21/11/2024 4:09 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #6
699492	21/11/2024 4:21 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #7

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699492	21/11/2024 4:21 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #7
699493	21/11/2024 4:33 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga Mallorquin Punto #2
699493	21/11/2024 4:33 PM	NMP Coliformes totales*	100	Cienaga Mallorquin Punto #2
699494	21/11/2024 4:47 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	10	Cienaga Mallorquin Punto #1
699494	21/11/2024 4:47 PM	NMP Coliformes totales*	200	Cienaga Mallorquin Punto #1
699495	21/11/2024 11:18 AM	NMP Coliformes termotolerantes*	256	Cienaga de Balboa Punto 2
699495	21/11/2024 11:18 AM	NMP Coliformes totales*	310	Cienaga de Balboa Punto 2
699496	21/11/2024 1:40 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	193	Cienaga de Balboa Punto 3
699496	21/11/2024 1:40 PM	NMP Coliformes totales*	310	Cienaga de Balboa Punto 3
699497	27/11/2024 2:46 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	464	Cienaga de manaties P2
699497	27/11/2024 2:46 PM	NMP Coliformes totales*	72700	Cienaga de manaties P2
699498	27/11/2024 3:12 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	122	Cienaga de manaties P1
699498	27/11/2024 3:12 PM	NMP Coliformes totales*	19350	Cienaga de manaties P1
699500	19/11/2024 3:10 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	364	Río Magdalena Punto #5
699500	19/11/2024 3:10 PM	NMP Coliformes totales*	2030	Río Magdalena Punto #5
699501	19/11/2024 3:31 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	279	Río Magdalena Punto #4
699501	19/11/2024 3:31 PM	NMP Coliformes totales*	2330	Río Magdalena Punto #4
699502	19/11/2024 4:01 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	41	Río Magdalena Punto #3
699502	19/11/2024 4:01 PM	NMP Coliformes totales*	310	Río Magdalena Punto #3
699503	19/11/2024 10:22 AM	NMP Coliformes termotolerantes*	1090	Río Magdalena Punto #2
699503	19/11/2024 10:22 AM	NMP Coliformes totales*	1600	Río Magdalena Punto #2
699504	19/11/2024 4:55 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	275	Río Magdalena Punto #1
699504	19/11/2024 4:55 PM	NMP Coliformes totales*	410	Río Magdalena Punto #1
699505	20/11/2024 4:40 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Embalse el Guajaro Punto #5

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699505	20/11/2024 4:40 PM	NMP Coliformes totales*	20	Embalse el Guajaro Punto #5
699506	20/11/2024 4:53 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Embalse el Guajaro Punto #4
699506	20/11/2024 4:53 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Embalse el Guajaro Punto #4
699507	20/11/2024 5:12 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	20	Embalse el Guajaro Punto #3
699507	20/11/2024 5:12 PM	NMP Coliformes totales*	300	Embalse el Guajaro Punto #3
699508	20/11/2024 5:23 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Embalse el Guajaro Punto #1
699508	20/11/2024 5:23 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Embalse el Guajaro Punto #1
699509	20/11/2024 5:40 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Embalse el Guajaro Punto #2
699509	20/11/2024 5:40 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Embalse el Guajaro Punto #2
699510	22/11/2024 12:20 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	187	Ciénaga de Sabanagrande Punto #2
699510	22/11/2024 12:20 PM	NMP Coliformes totales*	200	Ciénaga de Sabanagrande Punto #2
699511	22/11/2024 12:34 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	97	Ciénaga de Sabanagrande Punto #1
699511	22/11/2024 12:34 PM	NMP Coliformes totales*	200	Ciénaga de Sabanagrande Punto #1
699512	22/11/2024 1:06 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	145	Ciénaga de Santo Tomás Punto #1
699512	22/11/2024 1:06 PM	NMP Coliformes totales*	410	Ciénaga de Santo Tomás Punto #1
699513	22/11/2024 1:14 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	31	Ciénaga de Santo Tomás Punto #2
699513	22/11/2024 1:14 PM	NMP Coliformes totales*	100	Ciénaga de Santo Tomás Punto #2
699514	23/11/2024 10:43 AM	NMP Coliformes termotolerantes*	20	Ciénaga Manatí Punto #2
699514	23/11/2024 10:43 AM	NMP Coliformes totales*	100	Ciénaga Manatí Punto #2
699515	23/11/2024 11:08 AM	NMP Coliformes termotolerantes*	15531	Ciénaga Manatí Punto #1
699515	23/11/2024 11:08 AM	NMP Coliformes totales*	17230	Ciénaga Manatí Punto #1

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699516	23/11/2024 11:53 AM	NMP Coliformes termotolerantes*	12033	Cienaga Paraiso Punto #1
699516	23/11/2024 11:53 AM	NMP Coliformes totales*	19350	Cienaga Paraiso Punto #1
699517	23/11/2024 12:12 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	2098	Cienaga Paraiso Punto #2
699517	23/11/2024 12:12 PM	NMP Coliformes totales*	5540	Cienaga Paraiso Punto #2
699518	19/11/2024 2:30 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	15531	Río Magdalena Punto #9
699518	19/11/2024 2:30 PM	NMP Coliformes totales*	38730	Río Magdalena Punto #9
699519	19/11/2024 3:00 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	1050	Río Magdalena Punto #8
699519	19/11/2024 3:00 PM	NMP Coliformes totales*	1850	Río Magdalena Punto #8
699520	19/11/2024 3:40 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	9208	Río Magdalena Punto #7
699520	19/11/2024 3:40 PM	NMP Coliformes totales*	9900	Río Magdalena Punto #7
699521	19/11/2024 4:10 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	487	Río Magdalena Punto #6
699521	19/11/2024 4:10 PM	NMP Coliformes totales*	3150	Río Magdalena Punto #6
699522	20/11/2024 3:30 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	231	Embalse el Guajaro Punto #6
699522	20/11/2024 3:30 PM	NMP Coliformes totales*	750	Embalse el Guajaro Punto #6
699523	20/11/2024 5:00 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Embalse el Guajaro Punto #7
699523	20/11/2024 5:00 PM	NMP Coliformes totales*	2030	Embalse el Guajaro Punto #7
699524	20/11/2024 6:10 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	336	Embalse el Guajaro Punto #8
699524	20/11/2024 6:10 PM	NMP Coliformes totales*	410	Embalse el Guajaro Punto #8
699525	20/11/2024 2:30 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Embalse el Guajaro Punto #9
699525	20/11/2024 2:30 PM	NMP Coliformes totales*	24890	Embalse el Guajaro Punto #9
699526	25/11/2024 2:21 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	109	Cienaga la Luisa Punto #2
699526	25/11/2024 2:21 PM	NMP Coliformes totales*	1350	Cienaga la Luisa Punto #2
699527	25/11/2024 2:46 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	216	Cienaga la Luisa Punto #1
699527	25/11/2024 2:46 PM	NMP Coliformes totales*	1440	Cienaga la Luisa Punto #1

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699528	25/11/2024 3:10 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	275	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 1
699528	25/11/2024 3:10 PM	NMP Coliformes totales*	980	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 1
699529	25/11/2024 3:55 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	145	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 2
699529	25/11/2024 3:55 PM	NMP Coliformes totales*	730	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 2
699530	25/11/2024 4:25 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	1337	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 3
699530	25/11/2024 4:25 PM	NMP Coliformes totales*	5380	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 3
699531	25/11/2024 4:58 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	246	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 4
699531	25/11/2024 4:58 PM	NMP Coliformes totales*	850	Cienaga La Bahia (Mesolandia) Punto 4
699532	26/11/2024 4:31 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	1314	Cienaga del Convento Punto #1
699532	26/11/2024 4:31 PM	NMP Coliformes totales*	2430	Cienaga del Convento Punto #1
699533	26/11/2024 3:53 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	74	Cienaga del Convento Punto #2
699533	26/11/2024 3:53 PM	NMP Coliformes totales*	310	Cienaga del Convento Punto #2
699534	26/11/2024 4:50 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	6131	Cienaga de Malambo Punto 1
699534	26/11/2024 4:50 PM	NMP Coliformes totales*	7710	Cienaga de Malambo Punto 1
699535	26/11/2024 5:10 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	120	Cienaga de Malambo Punto 2
699535	26/11/2024 5:10 PM	NMP Coliformes totales*	310	Cienaga de Malambo Punto 2
699536	26/11/2024 5:23 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	410	Cienaga de Malambo Punto 3
699536	26/11/2024 5:23 PM	NMP Coliformes totales*	1460	Cienaga de Malambo Punto 3
699537	26/11/2024 5:34 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	10	Cienaga de Malambo Punto 4
699537	26/11/2024 5:34 PM	NMP Coliformes totales*	100	Cienaga de Malambo Punto 4

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MONITOREO	PARAMETRO	RESULTADOS	NOMBRE DEL PUNTO
699538	26/11/2024 5:48 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	402	Cienaga de Malambo Punto 5
699538	26/11/2024 5:48 PM	NMP Coliformes totales*	1100	Cienaga de Malambo Punto 5
699539	26/11/2024 12:02 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	122	Cienaga de Malambo Punto 6
699539	26/11/2024 12:02 PM	NMP Coliformes totales*	860	Cienaga de Malambo Punto 6
699540	29/11/2024 2:00 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	5794	Cienaga La Larga Punto 1
699540	29/11/2024 2:00 PM	NMP Coliformes totales*	241960	Cienaga La Larga Punto 1
699541	29/11/2024 2:45 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga La Larga Punto 2
699541	29/11/2024 2:45 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga La Larga Punto 2
699542	28/11/2024 3:08 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	10	Cienaga de tocagua Punto #1
699542	28/11/2024 3:08 PM	NMP Coliformes totales*	100	Cienaga de tocagua Punto #1
699543	28/11/2024 3:31 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	166	Cienaga de tocagua Punto #2
699543	28/11/2024 3:31 PM	NMP Coliformes totales*	750	Cienaga de tocagua Punto #2
699544	28/11/2024 2:53 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga de Luruaco Punto 1
699544	28/11/2024 2:53 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga de Luruaco Punto 1
699545	28/11/2024 3:17 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga de Luruaco Punto 2
699545	28/11/2024 3:17 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga de Luruaco Punto 2
699546	29/11/2024 3:08 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	<1	Cienaga el Uvero Punto #2
699546	29/11/2024 3:08 PM	NMP Coliformes totales*	<1	Cienaga el Uvero Punto #2
699547	29/11/2024 2:49 PM	NMP Coliformes termotolerantes*	752	Cienaga el Uvero Punto #1
699547	29/11/2024 2:49 PM	NMP Coliformes totales*	2310	Cienaga el Uvero Punto #1

Nota 4: Estos resultados son válidos para las muestras analizadas, no se pueden reproducir sin la aprobación por escrito del laboratorio.

Nota 5: Cuando se requiera realizar adiciones, desviaciones o exclusiones del método, esto será notificado vía correo electrónico o cualquier otro medio escrito para aprobación del cliente.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1.ZONA HIDROGRÁFICA: COMPLEJO DE HUMEDALES DE LA VERTIENTE OCCIDENTAL DEL RÍO MAGDALENA EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

8.1.1. Río Magdalena.

8.1.1.1. Parámetros fisicoquímicos.

La temperatura del río Magdalena en el departamento del Atlántico en 2024 osciló entre 29.70 °C (P4) y 30.90 °C (P2) (Figura 1A), lo cual representa una condición térmica elevada pero coherente con cuerpos de agua tropicales de baja altitud. La comparación con años anteriores muestra estabilidad interanual, con promedios entre 29.4 °C y 31.2 °C en el período 2021–2023, lo que indica ausencia de perturbaciones térmicas antrópicas como vertimientos de aguas residuales industriales calientes o pérdida de cobertura vegetal ribereña que pudiera aumentar la exposición solar. Sin embargo, algunos autores advierten que temperaturas por encima de 30 °C pueden limitar la solubilidad del oxígeno, acentuar procesos de eutrofización y reducir la capacidad adaptativa de organismos sensibles, especialmente peces y macroinvertebrados (Hester et al., 2016; Daufresne et al., 2019).

Por su parte, el pH registró valores que variaron entre 6.71 Unidades en el punto P4 y 8.44 en el punto P8 (Figura 1B), lo que indica una condición de neutralidad a ligera alcalinidad a lo largo del río. Todos los puntos se encuentran dentro del rango permitido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, que establece un valor aceptable entre 5.0 y 9.0 Unidades para el eje principal del río Magdalena sin bocatomas de abastecimiento colectivo. Asimismo, el Decreto 1076 de 2015 del MADRS considera que según su uso el pH debe mantenerse entre: contacto primario (6.5 a 9.0 Unidades), contacto secundario (5.0 a 9.0 Unidades), agrícola (4.5-9.0 Unidades) y preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces (4.5-9.0 Unidades). Desde el punto de vista ecológico, este intervalo es adecuado para los procesos biogeoquímicos naturales y no representa un riesgo para la disponibilidad de nutrientes ni para la integridad de las comunidades acuáticas, pues valores extremos pueden afectar el metabolismo de los organismos y aumentar la toxicidad de metales y compuestos nitrogenados.

En comparación con los años anteriores, el comportamiento del pH en el río Magdalena ha mostrado una relativa estabilidad. En 2021, los valores se ubicaron entre 7.29 y 7.89 Unidades; en 2022, entre 7.87 y 7.99 Unidades; y en 2023, entre 7.50 y 7.87 Unidades. En todos estos casos, los registros permanecieron también dentro de los rangos aceptables según las normativas mencionadas. La ampliación del rango observada en 2024, con extremos ligeramente más bajos y más altos, podría deberse a una mayor influencia de entradas puntuales o cambios en la dinámica hidroquímica local, como procesos de fotosíntesis más intensos en zonas con alta productividad primaria, lo que puede elevar el pH en ciertas horas del día, o eventos de escorrentía que acidifican temporalmente algunas zonas. La literatura científica reciente señala que rangos entre 6.5 y 8.5 Unidades son óptimos para la mayoría de los

ecosistemas acuáticos continentales, tanto para procesos bióticos como abióticos (Wu et al., 2022; Daufresne et al., 2019).

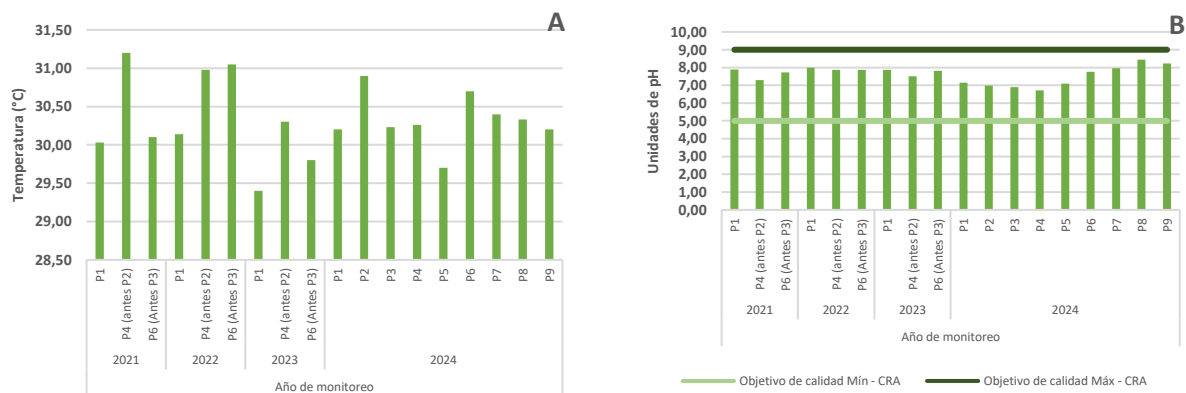


Figura 1. Temperatura y pH registrados en el río Magdalena.
 Fuente: Labormar (2025).

El oxígeno disuelto (OD) muestra una clara tendencia de mejora. En 2021, se observaron valores críticos de 1.90 mg/L en P1 y P4, y apenas 2.85 mg/L en P6, lo que indica condiciones hipóxicas posiblemente asociadas a alta carga orgánica o a procesos de eutrofización. Para los años 2022 y 2023, aunque se observan algunos valores bajos (como 3.51 mg/L en P6 en 2022 y 3.63 mg/L en P4 y P6 en 2023), se evidencia una recuperación paulatina. En 2024 se alcanzan valores superiores a 5.0 mg/L en todos los puntos, con máximos de hasta 5.92 mg/L (P9) (Figura 2A), lo que refleja una mejora notable en la oxigenación del sistema. Según la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, para el eje principal del río Magdalena sin bocatomas de abastecimiento colectivo y el Decreto 1076 de 2015 del MAD en lo relacionado a la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces, el OD debe mantenerse por encima de 4.0 mg/L, es decir, en este monitoreo todos los puntos cumplen con este criterio. Li et al. (2019) y Wu et al. (2022), indican que valores inferiores a 4 mg/L generan estrés fisiológico en peces y macroinvertebrados, y que niveles óptimos para ecosistemas lóticos deben mantenerse por encima de 5–6 mg/L para conservar la integridad.

En cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), las concentraciones solo fueron detectables mediante el método utilizado en los puntos P1, P4, P5 y P6, con valores que oscilaron entre 3.43 mg/L (P1) y 4.95 mg/L (P5) (Figura 2B). Estos resultados se encuentran por debajo del umbral establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el eje principal del río Magdalena sin bocatomas de abastecimiento colectivo, que exige valores iguales o inferiores a 7.0 mg/L, por lo que en todos los puntos con datos reportados se cumple con este criterio.

Ghaly et al. (2019), señala que valores de DBO₅ inferiores a 5 mg/L son característicos de aguas

moderadamente impactadas, mientras que niveles por debajo de 3 mg/L se asocian a aguas de buena calidad. Si bien los datos de 2024 sugieren condiciones aceptables, es importante destacar que en los años anteriores se observó una mayor variabilidad, especialmente en 2023, cuando el punto P1 registró un valor alto de 29.5 mg/L, indicativo de un evento puntual de contaminación orgánica severa, posiblemente relacionado con descargas sin tratamiento. En 2021 y 2022, los valores se mantuvieron por debajo del límite normativo, con registros entre 1.99 y 2.5 mg/L. En general, la evolución interanual sugiere que la calidad en términos de carga orgánica ha sido aceptable, con excepción del año 2023.

No se registraron concentraciones detectables de DQO.

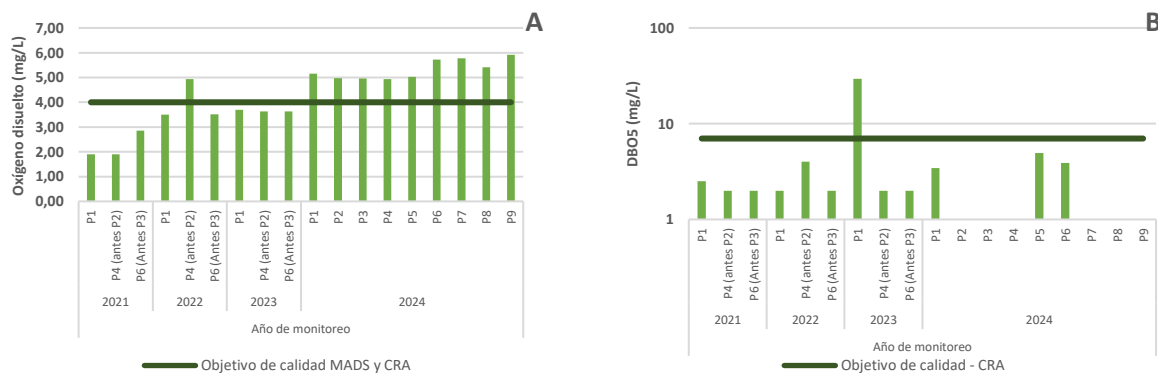


Figura 2. Oxígeno disuelto y DBO₅.

Fuente: Labormar (2025).

La conductividad eléctrica registró valores en el río Magdalena entre 120.87 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P5) y 161.23 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P6) (Figura 3A). Estos niveles son característicos de aguas de baja mineralización, típicas de ríos tropicales con buen grado de renovación y sin aportes excesivos de salinidad. Todos los puntos se encuentran dentro de un rango considerado óptimo para la mayoría de los usos, incluyendo consumo animal, riego, recreación y soporte de vida acuática (APHA, 2017). Aunque no existe un límite legal explícito en la normativa ambiental nacional, diversos autores sugieren que valores por debajo de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ representan aguas de buena calidad, y que la conductividad por encima de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ puede asociarse a contaminación difusa o salinización (Baek et al., 2021).

Al comparar con años anteriores, se observan fluctuaciones relevantes: en 2021, el punto P1 mostró un valor moderadamente alto (426.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$), y en 2022 se detectaron valores muy elevados en P1, P4 y P6, alcanzando hasta 1421.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual podría estar relacionado con descargas puntuales, intrusión de aguas salobres o reducción del caudal fluvial. En cambio, en 2023 y 2024, los valores descendieron significativamente a un rango mucho más bajo quizá por un mayor efecto de dilución fluvial, explicado por una mejora en el manejo de descargas o un aumento del caudal durante el periodo de monitoreo.

De su parte, los sólidos suspendidos totales (SST) fueron elevados en todos los puntos monitoreados, con concentraciones que oscilaron entre 118.7 mg/L (P4) y 403 mg/L (P1) (Figura 3B). Ninguno de los puntos cumple con el límite máximo permitido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, que establece un valor de referencia de 10 mg/L para el eje principal del río Magdalena sin bocatomas de abastecimiento colectivo. Estos resultados evidencian una alta carga particulada, posiblemente asociada a fenómenos de escorrentía superficial, erosión de suelos ribereños o descargas con bajo tratamiento de sólidos. Bilotta y Brazier (2008), manifiestan que concentraciones superiores a 100 mg/L pueden generar impactos significativos en la biota acuática, en particular sobre la filtración en moluscos, la interferencia con la respiración en peces y la obstrucción de hábitats bentónicos. Comparativamente, en 2021 ya se evidenciaba esta condición, con valores de hasta 370 mg/L (P4) y 230.5 mg/L (P1), mientras que en 2022 los valores descendieron parcialmente (máximo de 82.5 mg/L en P6). Sin embargo, en 2023 se observó nuevamente un incremento con 152 mg/L en P1. A pesar de algunas variaciones interanuales, la tendencia general indica que los niveles de sólidos suspendidos han permanecido por encima de los estándares normativos en todo el período evaluado.

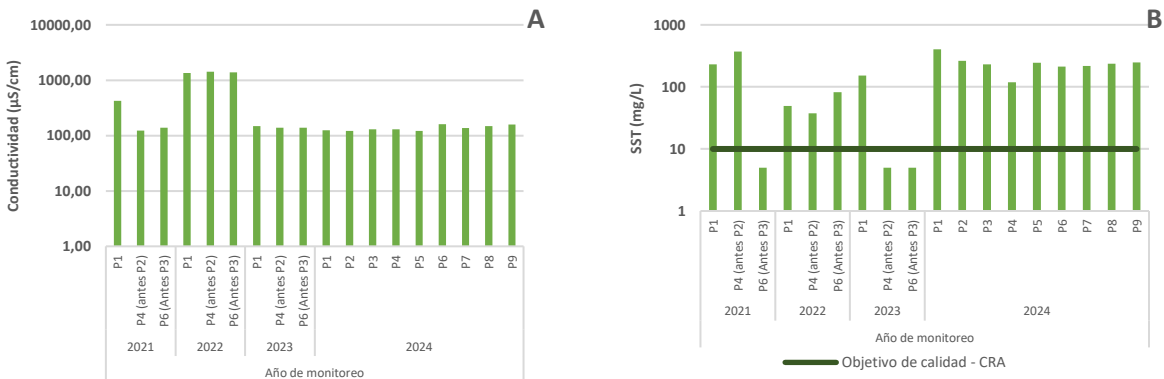


Figura 3. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el río Magdalena.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.1.2. Parámetros microbiológicos.

Los coliformes termotolerantes (CTE), registraron en el río Magdalena una variabilidad considerable, con valores que van desde 41 NMP/100 mL (P3) hasta un máximo de 15531 NMP/100 mL (P9) (Figura 4A). De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, para el uso de contacto primario se recomienda no superar 200 NMP/100 mL y para uso agrícola el límite es de 1000 NMP/100 mL. Bajo esta clasificación, solo el punto P3 cumple con el criterio para uso por contacto primario y P1, P3, P4, P5 y P6 para uso agrícola. Por su parte, P6, P7 y P9 superan el umbral para contacto primario, y también se exceden el límite para agrícola, incluyendo a P8. Esta distribución sugiere que, si bien gran parte del río muestra condiciones microbiológicas aceptables para recreación y actividades agrícolas, aún persisten zonas críticas con posible riesgo para la salud humana, particularmente si existe contacto directo con el agua. Investigaciones recientes han señalado que los coliformes termotolerantes son más representativos del

riesgo sanitario que los coliformes totales, dado que se asocian directamente con la presencia de bacterias entéricas, virus y protozoarios patógenos (Jiang et al., 2020; Ratajczak et al., 2022). Al comparar estos resultados con los de años anteriores, se observa una evolución positiva. En 2021 y 2022, la mayoría de los puntos superaban los 13000 y hasta los 160000 NMP/100 mL (P6 en 2022), valores indicativos de una contaminación fecal masiva. En 2023, se presenta un cambio notable con valores cercanos a 200 NMP/100 mL en la mayoría de los puntos, reflejando un descenso drástico en la carga fecal. Este patrón se mantiene en 2024 para los puntos P1 a P5, pero no para P6, P7 y P9, donde se evidencian altos valores

Por su parte, los coliformes totales (CT), registraron valores desde 310 NMP/100 mL (P3) hasta un máximo de 38730 NMP/100 mL (P9). Los puntos P1 a P8, presentan concentraciones por debajo del límite máximo de 20000 NMP/100 mL establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, para el eje principal del río Magdalena sin bocatomas de abastecimiento colectivo, lo que indica cumplimiento normativo. No obstante, los puntos P7 (9900 NMP/100 mL) y especialmente P9 (38730 NMP/100 mL) exceden o se acercan a los límites permisibles, lo que evidencia la persistencia de focos de contaminación microbiológica (Figura 4B). Según el Decreto 1076 de 2015, para usos de contacto primario se recomienda no superar 1000 NMP/100 mL, y para contacto secundario y uso agrícola, se sugieren umbrales de hasta 5000 NMP/100 mL, respectivamente. Bajo estos criterios, solo los puntos P1 y P3 cumplen con los estándares más exigentes, mientras que P9 representaría un riesgo para los usos recreativos y agrícolas.

Al comparar con años anteriores, se evidencia un patrón de mejoría sustancial en 2023 y 2024 respecto a 2021 y 2022. En estos dos primeros años, todos los puntos presentaban concentraciones de 160000 NMP/100 mL, el valor máximo detectable, lo que implicaba un estado crítico generalizado. La mejora progresiva en los últimos dos años podría estar asociada a la disminución de cargas puntuales, mayor dilución estacional, o intervenciones correctivas en los sistemas de alcantarillado. Sin embargo, el valor de P9 en 2024 representa una alerta importante, dado que supera ampliamente todos los umbrales regulatorios, sugiriendo una fuente puntual de contaminación activa que debe ser localizada y controlada.

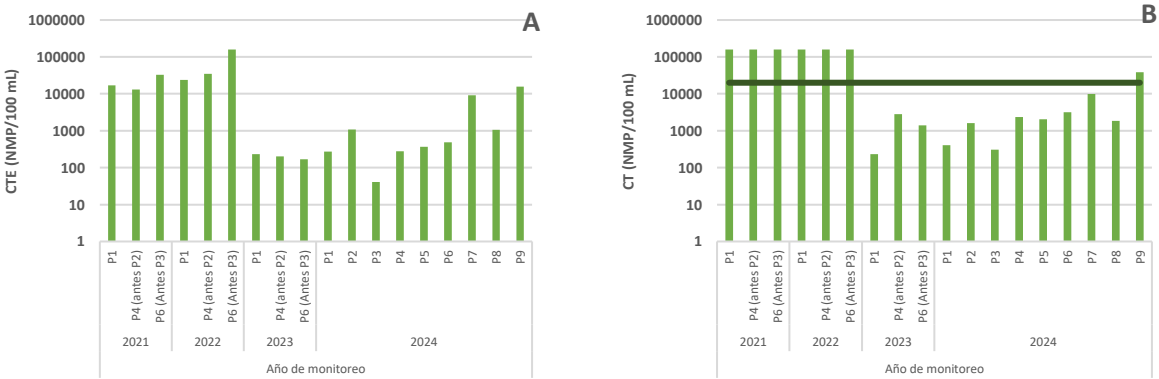


Figura 4. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en el río Magdalena.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.1.3. Índices de calidad ambiental.

En análisis de los índices de calidad ambiental (Tabla 4) muestra que la calidad del agua en 2024 es predominantemente buena, según el ICA (IDEAM, 2011), aunque existen puntos que deben vigilarse (especialmente P9).

Los índices de contaminación – ICOs (Ramírez et al., 2017; Ramírez et al., 2019), evidencian que la mayor problemática se relaciona con la presencia de sólidos suspendidos, en especial en P1, seguido por P2 y P5. Esto coincide con los altos valores de SST observados. Por su parte, la contaminación por materia orgánica es baja en general, aunque se requiere atención en P9 y P5, donde los índices son relativamente altos.

El pH no representa un problema en ninguno de los puntos, lo que respalda la estabilidad química del sistema.

Tabla 4. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en el río Magdalena en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,78	1,00	0,43	0,0016
Punto 2	0,62	0,77	0,44	0,0009
Punto 3	0,84	0,67	0,00	0,0007
Punto 4	0,89	0,34	0,15	0,0004
Punto 5	0,63	0,72	0,61	0,0013
Punto 6	0,86	0,61	0,29	0,0133
Punto 7	0,86	0,63	0,27	0,0253
Punto 8	0,83	0,69	0,13	0,1233
Punto 9	0,58	0,73	0,66	0,0598

Fuente: Labormar (2025).

8.1.2. Ciénaga La Bahía (ciénaga de Mesolandia).

8.1.2.1. Parámetros fisicoquímicos.

La temperatura del agua en los puntos de monitoreo en la ciénaga La Bahía osciló entre 29.76 °C (P3) y 30.83 °C (P1 y P2) (Figura 5A). Estos valores son característicos de ecosistemas lénticos tropicales, donde la radiación solar y la escasa circulación del agua promueven temperaturas elevadas. Autores como Talling (2010) establecen que temperaturas por encima de los 30 °C pueden inducir estrés térmico en peces y macroinvertebrados, reducir la solubilidad del oxígeno disuelto y acelerar la descomposición de materia orgánica, favoreciendo procesos de eutrofización.

Comparando con años anteriores, se observa una tendencia ascendente en la temperatura promedio: en 2020 y 2021 las mediciones estaban alrededor de 2.,5–29.0 °C, mientras que en 2023 se alcanzaron los 30.60 °C en P4. Este aumento puede atribuirse tanto a factores climáticos globales como el cambio climático (mayor radiación, evaporación) como a procesos locales (deforestación ribereña, pérdida de sombra natural y cambios en el uso del suelo) (O'Reilly et al., 2015).

En lo relacionado con el pH, en la ciénaga La Bahía re registraron valores entre 7.93 y 8.67 Unidades (Figura 5B)., encontrándose dentro del rango aceptable para ecosistemas acuáticos saludables (6.5–9.0 Unidades). Sin embargo, el valor máximo registrado en el punto P4 (8.67 Unidades) supera el límite superior permitido para contacto primario según el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual establece un rango entre 6.5 y 8.5. A pesar de esto, todos los puntos cumplen con los objetivos de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena, que admite valores de pH entre 6.0 y 9.0 Unidades, siendo estos adecuados para la preservación de la flora y fauna asociada a humedales tropicales (Hernández et al., 2019).

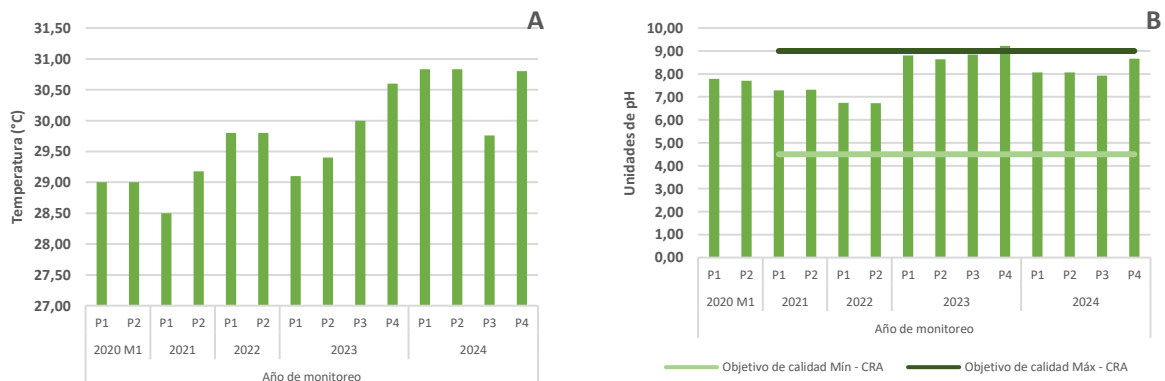


Figura 5. Temperatura y pH registrados en la ciénaga La Bahía (ciénaga de Mesolandia).
 Fuente: Labormar (2025).

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) fueron altos, con valores entre 7.39 y 12.88 mg/L (Figura 6A). Esto representa una mejora significativa en relación con años anteriores y sugiere una recuperación de las condiciones aeróbicas del ecosistema, esenciales para la vida acuática. Valores superiores a 5 mg/L, como los observados, son ideales para organismos como peces, macroinvertebrados y algas, cuya respiración depende del oxígeno disuelto (Rojas-Márquez et al., 2017), además, cumplen con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena. Esta variable, mostró una recuperación destacable. En 2021 y 2022, los valores fueron críticos (1.98–3.30 mg/L), indicando condiciones anóxicas desfavorables para la vida acuática. Esta situación puede haber sido causada por el exceso de materia orgánica y eutrofización, con incremento del consumo de oxígeno durante la descomposición. Sin embargo, para 2023 y 2024, los niveles se incrementaron sustancialmente,

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 66 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

superando los 7 mg/L, lo que evidencia una mejora en los procesos de autodepuración del cuerpo de agua y reducción de contaminantes orgánicos (Rojas-Márquez et al., 2017).

En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), los valores oscilaron entre 8.29 y 9.70 mg/L (Figura 6B). Aunque representan una carga orgánica moderada, se mantienen dentro del límite de 70 mg/L establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA a corto y mediano plazo que es el termino en el que se encuentra esta normativa. Esto indica un nivel aceptable de materia orgánica biodegradable, sin riesgo inmediato de hipoxia. Cabe señalar que valores elevados de DBO₅ pueden estar relacionados con vertimientos domésticos o agrícolas, aunque su reducción respecto a años anteriores sugiere una mejora en el control de estos aportes (Hernández et al., 2019). Este parámetro, presentó una tendencia a la baja. En 2020 se observaron valores entre 13 y 20 mg/L. A partir de 2021, estos valores disminuyeron paulatinamente hasta estabilizarse en menos de 10 mg/L en 2024.

Por su parte, los valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) estuvieron entre 40.99 mg/L (P2) y 48.53 mg/L (P1) (Figura 6C). Aunque la Resolución 0449 de 2021 de la CRA no establece un valor guía específico para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena, la DQO es un indicador clave de la carga total de materia orgánica y compuestos oxidables presentes en el sistema, incluyendo contaminantes no biodegradables como detergentes, pesticidas y fenoles. Valores por encima de 50 mg/L se consideran indicativos de contaminación significativa en ecosistemas lénticos (Yáñez et al., 2011; Ortega et al., 2014). En 2024, los niveles son moderados, sin superar ese umbral crítico, lo que sugiere una carga orgánica controlada, probablemente dominada por material orgánico, sin excesiva influencia de contaminantes industriales.

En comparativa con años anteriores, se observa una tendencia decreciente desde los picos registrados en 2020 (hasta 60 mg/L en P1) y 2023 (80.18 mg/L en P2), que representaban condiciones de mayor deterioro de la calidad del agua, posiblemente asociadas a descargas domésticas o eventos de acumulación de detritos y materia orgánica. En particular, el año 2023 mostró valores críticos en todos los puntos (>60 mg/L), lo cual pudo haber comprometido la disponibilidad de oxígeno disuelto y favorecido condiciones eutróficas. La mejora observada en 2024 puede estar relacionada con una mayor dilución por lluvias o una recuperación natural del ecosistema, factores que ya se reflejaban en la disminución de la DBO₅ y el aumento del oxígeno disuelto.

**REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES— CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
NOVIEMBRE-2024**

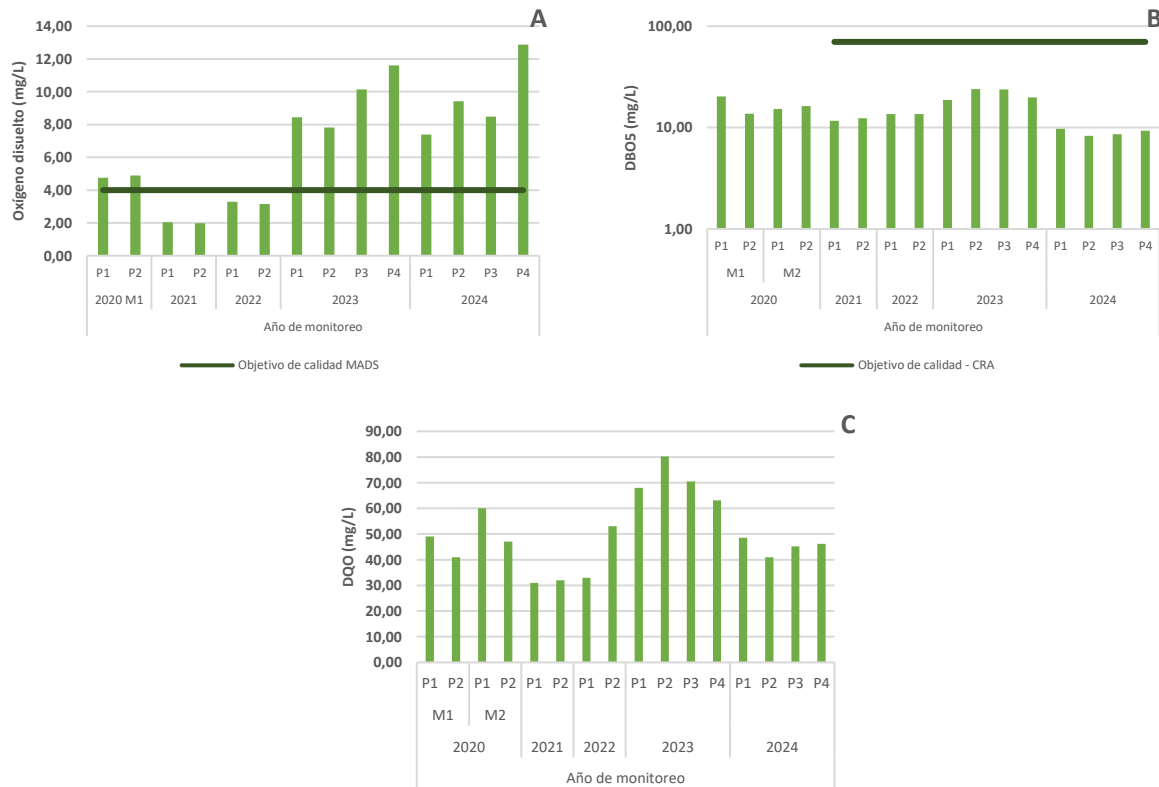


Figura 6. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga La Bahía (ciénaga de Mesolandia).

Fuente: Labormar (2025).

En cuanto a la conductividad eléctrica, durante 2024 se registraron valores entre 817.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P4) y 884.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P3) (Figura 7A). Estos valores se sitúan en un rango moderado a alto, lo que sugiere una elevada concentración de sales disueltas, posiblemente derivadas de aportes naturales (suelo salino) o antropogénicos (fertilizantes agrícolas, aguas residuales sin tratamiento). Si bien la normativa nacional no establece límites de conductividad para fines ecológicos, valores por encima de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ son considerados como indicadores de estrés osmótico para ciertas especies acuáticas sensibles, especialmente larvas de insectos acuáticos, peces y anfibios (Cañedo-Argüelles et al., 2013).

Al analizar la evolución histórica, se destaca una caída abrupta en 2021, donde se midieron valores tan bajos como 127.35 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguida por un incremento sostenido desde 2022 en adelante. Esta variabilidad puede estar relacionada con el régimen hidrológico del humedal, las precipitaciones, la intrusión de aguas salobres, o eventos de dragado y disturbios que movilizan sedimentos cargados de sales. En 2023 se alcanzaron picos superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los puntos P1 y P2 (Kefford et al., 2016).

Otro parámetro importante analizado en esta ciénaga, los sólidos suspendidos totales (SST), presentaron concentraciones entre 5 y 15 mg/L (Figura 7B)., muy por debajo del límite permitido de 50 mg/L para el

complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA. Esta baja carga de sólidos indica una buena penetración de luz en la columna de agua, favoreciendo procesos fotosintéticos de macrófitas y fitoplancton, esenciales para la productividad primaria del humedal (Cañedo-Argüelles et al., 2016). Asimismo, esta condición es favorable para las comunidades bentónicas, al reducir el riesgo de colmatación de sustratos.

Respecto a este parámetro, se identificó un pico inusual en 2023, con concentraciones de hasta 74 mg/L en algunos puntos, lo que podría atribuirse a eventos de remoción de sedimentos, arrastre por lluvias o actividades antrópicas intensas como dragados o ganadería intensiva. Sin embargo, en 2024 los valores disminuyeron nuevamente, retornando a un rango entre 5 y 15 mg/L, evidenciando condiciones más estables y favorables para la transparencia del agua y la productividad acuática (Cañedo-Argüelles et al., 2016).

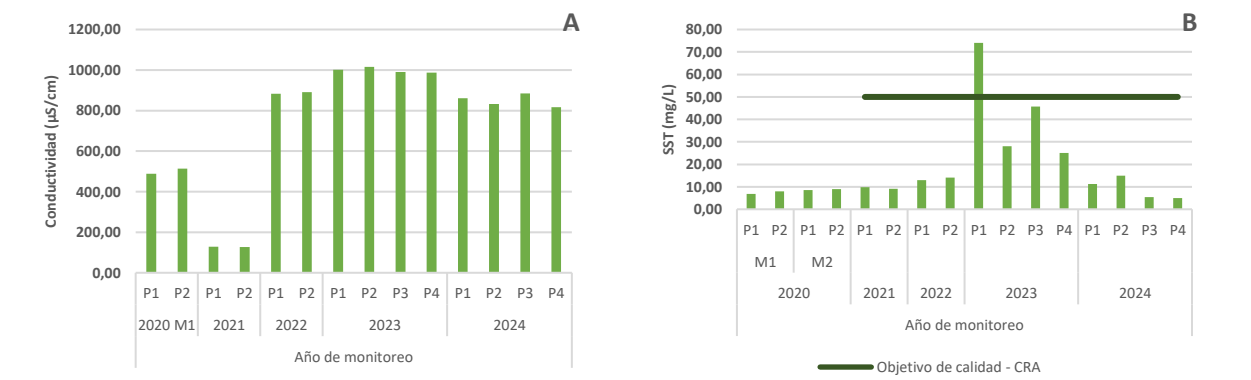


Figura 7. Conductividad y Sólidos Suspendedos Totales (SST) en la ciénaga La Bahía (ciénaga de Mesolandia).
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.2.2. Parámetros microbiológicos.

En relación con los parámetros microbiológicos, los coliformes termotolerantes (CTE) registraron concentraciones entre 145 y 1337 NMP/100 mL (Figura 8A). Aunque estos valores cumplen las concentraciones límite para el uso agrícola del Decreto 1076 de 2015 del MADS (≤1000 NMP/100 mL) en la mayoría de puntos monitoreados, en el punto P3, supera estos valores. En cuanto al uso por contacto primario, solo P2 con 145 NMP/100 mL, cumple con esta normativa (≤200 NMP/100 mL), lo que representa un riesgo para actividades recreativas.

La presencia de coliformes totales (CT), por su parte, varió entre 730 y 5380 NMP/100 mL (Figura 8B). Estos valores cumplen las concentraciones límite para el uso agrícola y por contacto secundario del Decreto 1076 de 2015 del MADS (≤5000 NMP/100 mL), y P1, P2 y P4 el uso por contacto primario (≤1000 NMP/100 mL)

Los indicadores microbiológicos experimentaron un descenso importante. En 2021 se reportaron concentraciones extremadamente altas de coliformes totales y termotolerantes (hasta 160.000 NMP/100 mL), asociadas a una fuerte presión de contaminación fecal. Este escenario se ha revertido en los últimos dos años, con valores actuales muy inferiores, aunque aún se detectan superaciones del umbral para contacto primario en puntos aislados como P3. Estos resultados reflejan avances en saneamiento básico, pero también alertan sobre la persistencia de fuentes intermitentes de contaminación.



Figura 8. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga La Bahía (ciénaga de Mesolandia).

Fuente: Labormar (2025).

8.1.2.3. Índices de calidad ambiental.

El análisis integrado del Índice de Calidad del Agua (ICA) del IDEAM (2011) y los índices univariados de contaminación ambiental (Ramírez et al., 1997; 1999) (Tabla 5) evidencia un estado de calidad predominantemente comprometido en los puntos de monitoreo de la ciénaga La Bahía. Los valores del ICA en los puntos P1 y P2 (0.50) indican una calidad mala, mientras que los puntos P3 (0.60) y P4 (0.64) muestran una mejoría hacia una calidad regular. Esta evaluación global se refuerza con los índices específicos: el ICOSUS, asociado a sólidos suspendidos, revela ausencia de contaminación en todos los puntos (valores entre 0.00 y 0.03); sin embargo, el ICOMO (asociado a materia orgánica) indica contaminación moderada en el punto P1 (0.46) y baja en los demás (0,29–0,37), lo cual sugiere una carga orgánica persistente, pero en disminución. En cuanto al ICOpH, se observan valores bajos (0,02–0,24), lo que indica que el pH no representa una amenaza significativa para la calidad del agua. En conjunto, los índices reflejan una mejora gradual en la condición del ecosistema, aunque todavía hay evidencia de presión orgánica en ciertos sectores, especialmente en el punto P1.

del amonio para peces y zooplancton.

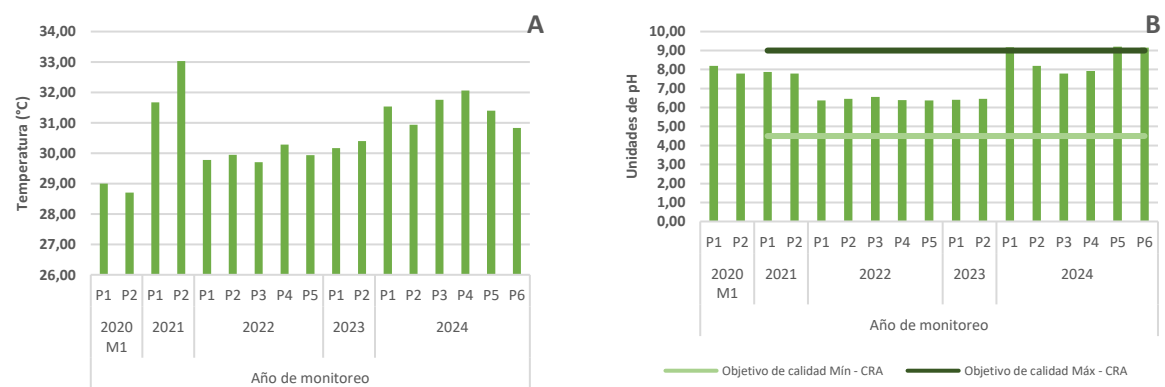


Figura 9. Temperatura y pH registrados en la ciénaga de Malambo.
 Fuente: Labormar (2025).

Los niveles de oxígeno disuelto varían entre 7.17 y 19.26 mg/L (Figura 10A), siendo valores adecuados e incluso sobresaturados (P5 y P6), lo cual podría estar asociado a intensa fotosíntesis por proliferación algal (Delpla et al., 2019). Estos valores cumplen con el objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico (>4 mg/L) de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, y son favorables para la fauna acuática (USEPA, 2013).

En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), registró concentraciones entre 8.62 y 10.73 mg/L (Figura 10B). Según la CRA (2021), cumpliendo con el objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico (<70 mg/L) de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA. No obstante, valores >5 mg/L pueden indicar aporte orgánico alto y alteración ecosistémica (Tundisi y Tundisi, 2012).

En relación a monitoreos anteriores, en 2020 se observaron valores elevados (hasta 25 mg/L), lo que indicaba una fuerte carga orgánica. Desde 2021 hasta 2024 los valores disminuyeron significativamente, en un rango entre 1.9 y 13.2 mg/L. Aunque se evidencia una mejoría, niveles por encima de 5 mg/L aún sugieren aporte significativo de materia orgánica y posible riesgo de hipoxia en periodos de estratificación térmica (Tundisi y Tundisi, 2012).

Por su lado, la Demanda Química de Oxígeno osciló entre 42.98 y 54.6 mg/L (Figura 10C). Estos niveles indican presencia de materia orgánica biodegradable y no biodegradable (Rodríguez-López et al., 2021).

La DQO fue alta en 2020 (51–66 mg/L), descendió en 2021 (9.9–16 mg/L) y volvió a subir en 2022–2024 (entre 42 y 80 mg/L). Estos valores reflejan presencia de contaminantes tanto biodegradables como persistentes, indicando aportes urbanos o industriales. Aunque no existe un valor normativo específico,

Rodríguez-López et al. (2021) señala que niveles >50 mg/L pueden comprometer la estabilidad ecológica del ecosistema acuático.

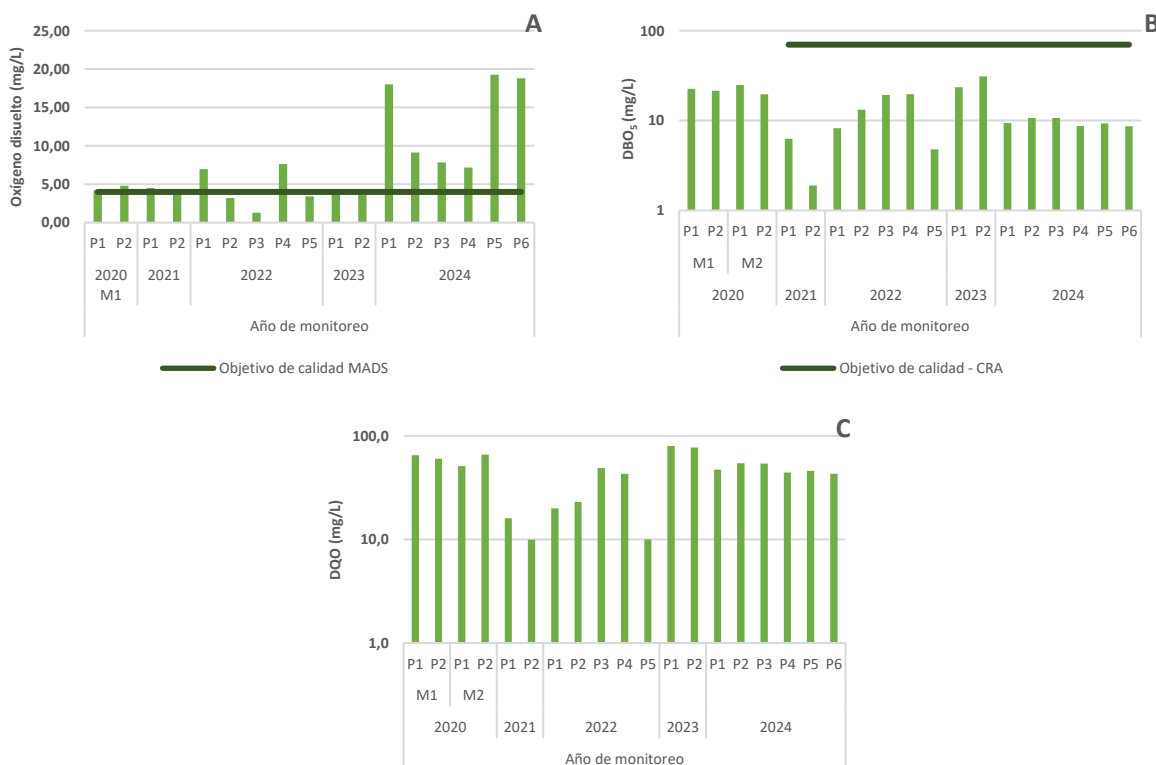


Figura 10. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga de Malambo.

Fuente: Labormar (2025).

La conductividad eléctrica registró concentraciones elevadas de 856 a 1040 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 11A) que sugieren aporte de sales, procesos de salinización o contaminación por escorrentía urbana/industrial (Pérez-Valera et al., 2022). No hay límite nacional, pero valores >1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pueden afectar especies sensibles (González et al., 2021).

Esta variable se mantuvo baja a moderada entre 2020 y 2022 (270–437 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pero aumentó progresivamente en 2023 y 2024, alcanzando valores de hasta 1040 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P3. Esto puede indicar procesos de salinización o contaminación por escorrentía con sales disueltas (Pérez-Valera et al., 2022). Aunque no existe un límite legal, valores superiores a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pueden afectar especies de agua dulce no tolerantes a cambios osmóticos (González et al., 2021).

En cuanto a los sólidos suspendidos totales (SST), estuvieron entre 3.9 y 32.7 mg/L, todos por debajo del límite de 50 mg/L establecido en la Resolución 0449 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas

asociadas al río Magdalena en el departamento del Atlántico (Figura 11B). De los monitoreos anteriores, en 2020 y 2021, los niveles fueron bajos (5–12 mg/L), pero en 2022 se registró un pico importante en P1 (86.5 mg/L), disminuyendo gradualmente hasta 2024.

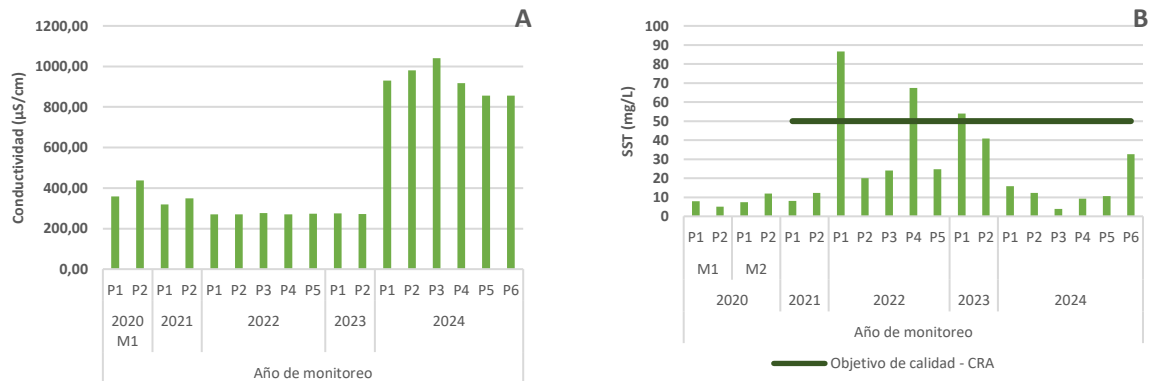


Figura 11. Conductividad y Sólidos Suspendedos Totales (SST) en la ciénaga de Malambo.

Fuente: Labormar (2025).

8.1.3.2. Parámetros microbiológicos.

Los coliformes termotolerantes (CTE) registraron fluctuaciones entre 10 y 6131 NMP/100mL. Comparando los resultados con el Decreto 1076 de 2015 del MADS para contacto primario (≤ 200 NMP/100mL) solo cumple en P4 y para contacto secundario y uso agrícola (≤ 1000 NMP/100mL) solo cumple en P3, P4, P5, P6 (Figura 12A).

Entre 2020 y 2021, los CTE mostraron concentraciones muy elevadas, alcanzando hasta 24000 NMP/100 mL, lo que indica una intensa contaminación fecal, probablemente asociada a vertimientos domésticos sin tratamiento. En 2022 se evidenció una mejora significativa, con la mayoría de los puntos por debajo de 230 NMP/100 mL, pero con un rebrote en 2023 (6131 NMP/100 mL en P1). Los resultados obtenidos en 2024, sugieren mejoras graduales en el control de la carga microbiana, aunque con episodios puntuales de retroceso.

Para las coliformes totales (CT), el rango varió de 100 a 7710 NMP/100mL. Para el uso por contacto primario (≤ 1000 NMP/100mL), los únicos puntos que cumplieron fueron P2, P4 y P6, mientras que para los usos agrícolas y por contacto secundario (≤ 5000 NMP/100mL), el único punto que no cumplió fue P1 con 7710 NMP/10 mL (Figura 12B). Altas concentraciones reflejan contaminación fecal, representando riesgo para flora, fauna y salud humana (Carvajal et al., 2018).

Los niveles de CT en 2020 y 2021 fueron alarmantes, registrándose hasta 160.000 NMP/100 mL, muy por encima del umbral máximo permitido para los usos agrícola y por contacto secundario (5000 NMP/100 mL). A partir de 2022, los valores comenzaron a disminuir, destacando 2024 como el año con

mejor desempeño, con valores entre 100 y 7710 NMP/100 mL, reflejando una mejora sostenida en la calidad microbiológica del agua, posiblemente por una reducción de fuentes contaminantes.

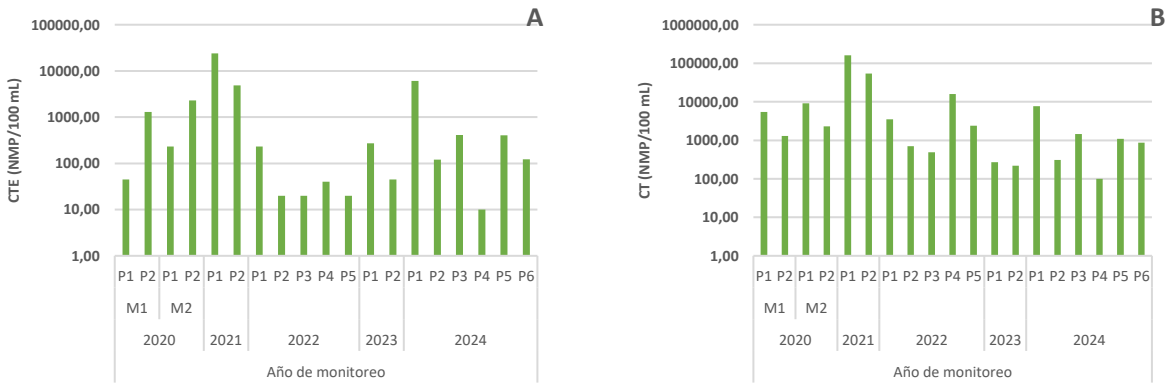


Figura 12. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Malambo.
Fuente: Labormar (2025).

8.1.3.3. Índices de calidad ambiental.

El análisis del Índice de Calidad del Agua (ICA) del IDEAM (2011) revela que los puntos P1, P5 y P6 presentan los valores más altos (0.829; 0.838 y 0.803 respectivamente), lo que indica una calidad de agua aceptable, mientras que los puntos P2, P3 y P4, con valores entre 0.591 y 0.649, se sitúan en una categoría de calidad Regular (Tabla 6). Estos resultados reflejan que, aunque hay zonas con condiciones adecuadas, otras requieren atención para evitar deterioros futuros. El índice es útil como resumen integrado de la calidad del agua, pero se complementa con los ICOs para entender las presiones específicas sobre el ecosistema.

En cuanto a los Índices de Contaminación ICOs (Ramírez et al., 1997; 1999), el ICOSUS (sólidos suspendidos) muestra valores muy bajos en todos los puntos (<0.1), indicando baja incidencia de carga sedimentaria. Sin embargo, el ICOMO (materia orgánica) presenta valores más altos en P1 (0.79) y P5 (0.61), lo que sugiere una fuerte presión por carga orgánica, posiblemente de origen doméstico o agrícola. El ICOpH destaca por valores elevados en P1, P5 y P6 (>0,6), lo que evidencia alteraciones significativas del equilibrio ácido-base, potencialmente perjudiciales para organismos acuáticos. En conjunto, estos índices indican que los mayores impactos ambientales en la ciénaga de Malambo se relacionan con aporte orgánico y cambios en el pH, más que con sólidos suspendidos, destacando la necesidad de controlar vertimientos orgánicos y proteger la estabilidad fisicoquímica del sistema.

Tabla 6. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga de Malambo en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,829	0,03	0,79	0,64
Punto 2	0,591	0,02	0,56	0,06
Punto 3	0,649	0,00	0,66	0,01
Punto 4	0,649	0,01	0,53	0,02
Punto 5	0,838	0,01	0,61	0,67
Punto 6	0,803	0,08	0,58	0,63

Fuente: Labormar (2025).

8.1.4. Ciénaga El Convento.

8.1.4.1. Parámetros fisicoquímicos.

En la ciénaga El Convento, la temperatura del agua varió entre 32.23 °C (P2) y 33.3 °C (P1) (Figura 13A). Estos valores son elevados y pueden reducir la solubilidad del oxígeno y alterar la distribución de especies acuáticas sensibles (Wetzel, 2001). Altas temperaturas pueden favorecer procesos de eutrofización y alterar los ciclos biogeoquímicos en humedales tropicales (Tundisi et al., 2017). Aunque no existe un valor normativo exacto para temperatura en la CRA 0449 o Decreto 1076, se considera que temperaturas superiores a 30 °C pueden comprometer la biodiversidad en ecosistemas de agua dulce tropical (Zhou et al., 2021).

Para el pH, se registraron valores de 7.62 Unidades en P1 y 7.46 Unidades en P2 (Figura 13B), dentro del rango permisible de 4.5 a 9.0 Unidades establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de ciénagas y humedales asociados al río Magdalena, y el Decreto 1076 de 2015 del MADS para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. Un pH neutro como este favorece la estabilidad ecológica y la biodisponibilidad de nutrientes esenciales (Chapman, 1996).

En monitoreos anteriores, esta variable osciló de valores alcalinos de 2020 a 2021 (8.13 a 8.48 Unidades) a valores más neutros de 2022 a 2024 (7.4 a 7.6 Unidades), lo cual representa una mejora, ya que un pH excesivamente alcalino puede afectar la fisiología de peces y macroinvertebrados (Li et al., 2020).

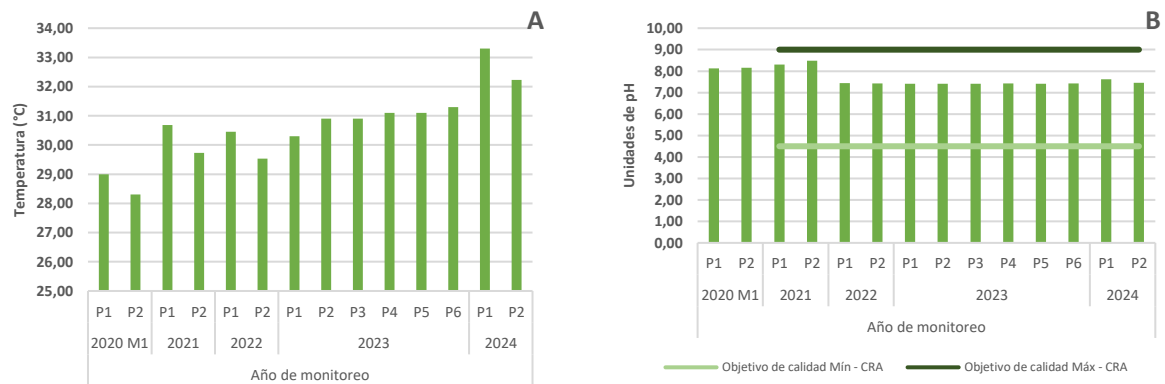


Figura 13. Temperatura y pH registrados en la ciénaga El Convento.
 Fuente: Labormar (2025).

Por su parte, los valores de Oxígeno Disuelto (OD), fueron de 6.61 mg/L (P1) y 6.94 mg/L (P2) (Figura 14A), superando el umbral mínimo de 4 mg/L establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de ciénagas y humedales asociados al río Magdalena y el Decreto 1076 de 2015 para la protección de flora y fauna acuática en aguas cálidas dulces. Esto sugiere una condición favorable para la respiración acuática y la reducción de condiciones anóxicas.

Comparado con monitoreos recientes, esta variable disminuyó drásticamente en 2022 (1.2 a 1.7 mg/L), a niveles críticos que comprometen la fauna acuática (USEPA, 2012), pero se ha recuperado en 2024, lo que podría reflejar un mejoramiento del ingreso de agua, menor carga orgánica o regeneración vegetal.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), registró concentraciones de 8.55 mg/L (P1) y 9.85 mg/L (P2) (Figura 14B), cumplen con el límite de 70 mg/L de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para las aguas del complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico. Los valores registrados, aunque se encuentran dentro del rango permisible, reflejan una carga orgánica considerable que puede generar presión sobre el oxígeno disuelto si se intensifica.

Con respecto a monitoreos anteriores, disminuyó marcadamente en 2024 respecto a los años 2022 a 2023, donde se registraron valores de hasta 32 mg/L. Esta reducción indica menor carga orgánica y mejor capacidad de autodepuración del ecosistema.

De otro lado la Demanda Química de Oxígeno (DQO) registró valores de 42.32 mg/L (P1) y 49.93 mg/L (P2) (Figura 14C). Aunque la CRA no establece límites específicos para DQO, niveles superiores a 40 mg/L y menores de 200 mg/L, suelen considerarse indicativos de aguas contaminadas (Conagua-Semarnat, 2014), y podrían afectar la flora acuática mediante acumulación de materia orgánica oxidante.

**REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES— CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
NOVIEMBRE-2024**

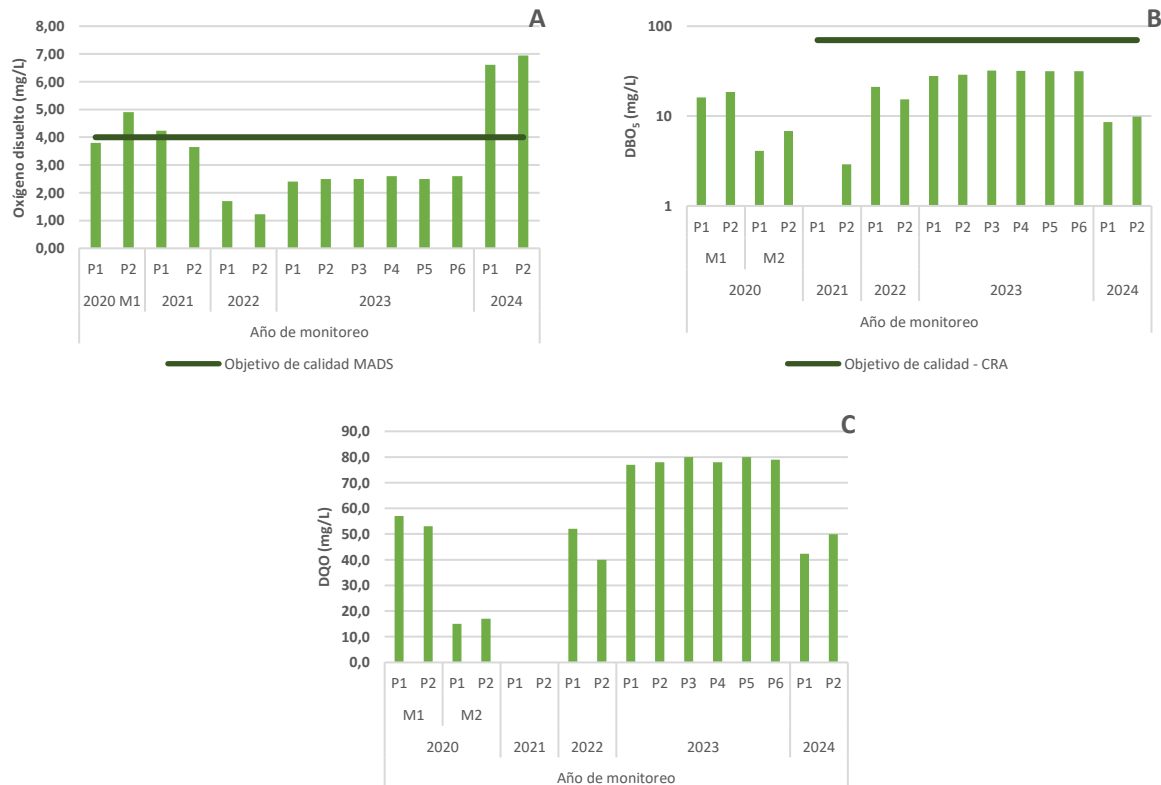


Figura 14. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga El Convento.

Fuente: Labormar (2025).

Para la conductividad, se observaron valores elevados: 864.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P1) y 833.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P2) (Figura 15A). Aunque no hay un límite específico normativo, Cirujano (1995) indica que las aguas dulces no suelen superar valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Roldan (1992) manifiesta que, en promedio, los cuerpos de agua dulce poseen menos de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y Roldán y Ramírez (2008), indican que en aguas continentales fuertemente mineralizadas se pueden presentar valores entre 500 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esta variable ha mostrado una tendencia ascendente desde 2021 (277 a 288 $\mu\text{S}/\text{cm}$) hasta 2024 (>830 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sugiriendo un proceso de salinización o concentración de iones posiblemente derivado de actividades urbanas.

En cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales (SST), las concentraciones registradas fueron de 7.4 mg/L (P1) y 8.3 mg/L (P2) (Figura 15B), cumpliendo con el límite de 50 mg/L establecido en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico. Los valores bajos de esta variable permiten mayor penetración de luz y mejoran la fotosíntesis acuática (Esteves et al., 2011).

En relación a monitoreos anteriores, los SST mostraron un incremento de 2023 (hasta 79 mg/L), afectando la claridad del agua y procesos fotosintéticos, pero se redujeron sustancialmente en 2024 (<10

mg/L), posiblemente por menor escorrentía o control de fuentes de sedimentos.

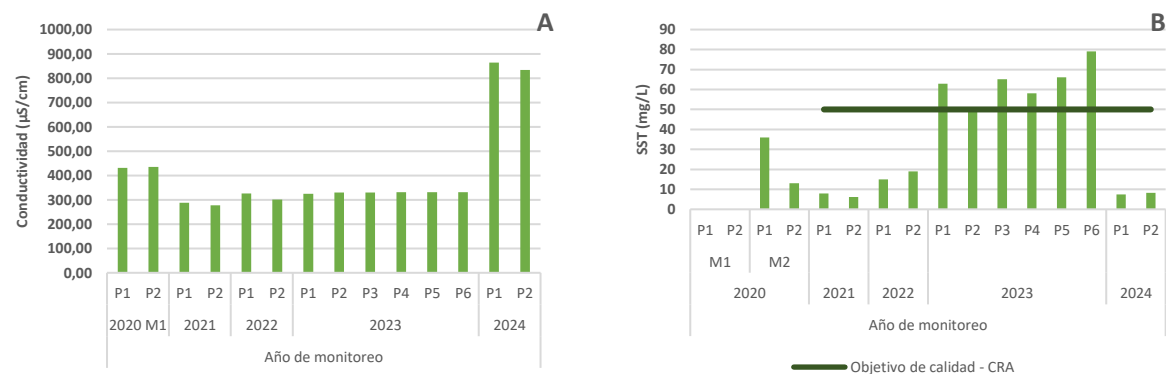


Figura 15. Conductividad y Sólidos Suspended Totales (SST) en la ciénaga El Convento.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.4.2. Parámetros microbiológicos.

Durante el monitoreo de 2024 en la ciénaga El Convento, se registraron concentraciones de coliformes termotolerantes (CTE) de 1314 NMP/100 mL en P1 y 74 NMP/100 mL en P2, mientras que los coliformes totales (CT) alcanzaron 2430 NMP/100 mL en P1 y 310 NMP/100 mL en P2 (Figura 16).

La carga bacteriana registrada en el punto P1 (más de 1300 NMP/100 mL de CTE y más de 2400 de CT) es un claro indicio de aportes recientes de aguas residuales sin tratamiento o con tratamiento ineficiente, posiblemente de origen doméstico. Según el Decreto 1076 de 2015 del MADS, para garantizar el uso del recurso para agricultura se exigen CTE < 1000 NMP/100 mL y para contacto primario se piden CT < 1000 NMP/100 mL, valores que no se cumplen en P1, aunque P2 si cumple para todos los usos, evidenciando una notable diferencia en las condiciones sanitarias entre ambos extremos del cuerpo de agua, posiblemente asociada a diferencias en la presión antrópica, corrientes internas o entradas puntuales de contaminación.

En ecosistemas lénticos como ciénagas y humedales tropicales, una alta carga bacteriana puede inducir efectos indirectos sobre la fauna acuática: incremento de materia orgánica biodegradable, aumento de la demanda de oxígeno disuelto, y proliferación de organismos patógenos para peces, anfibios y aves acuáticas (Sarma et al., 2020; Wu et al., 2016). Además, valores como los de P1 pueden comprometer los servicios ecosistémicos, como la provisión de agua para consumo animal, riego o recreación.

Entre 2021 y 2022, las cargas microbiológicas alcanzaron niveles extremos (CTE >13.000, CT >22.000), asociados a descargas sin tratamiento. En 2024 se observó una disminución drástica, indicando avances en el control sanitario o menor ingreso de aguas residuales, aunque P1 aún presenta riesgos (WHO, 2017).

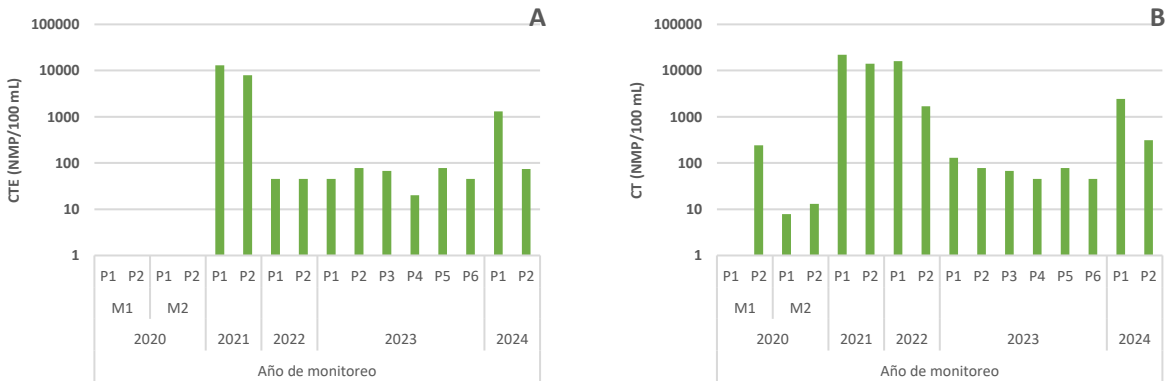


Figura 16. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga El Convento.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.4.3. Índices de calidad ambiental.

Los resultados de los índices de contaminación ambiental en los puntos de monitoreo evaluados (Tabla 7) reflejan una condición de calidad de agua aceptable, según el ICA propuesto por el IDEAM (2011), con valores de 0.774 y 0.775 para los puntos P1 y P2, respectivamente. Estos valores indican una baja afectación por cargas contaminantes en términos generales y sugiere que los cuerpos de agua aún conservan condiciones aptas para la preservación de ecosistemas acuáticos, aunque con ciertas presiones localizadas.

Al analizar los Índices de Contaminación (ICOs) según Ramírez et al. (1997, 1999), se observa que tanto el ICOSUS (sólidos suspendidos) como el ICOpH presentan valores de cero o cercanos a cero, indicando mínima contaminación por sólidos o alteración del pH, reflejando estabilidad físico-química del medio. Sin embargo, el ICOMO (oxígeno disuelto) muestra valores de 0.67 en el punto P1 y 0.54 en el punto P2, lo cual revela una contaminación moderada por materia orgánica, posiblemente asociada a aportes de aguas residuales o descomposición natural.

Tabla 7. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga El Convento en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,774	0,00	0,67	0,01
Punto 2	0,775	0,00	0,54	0,00

Fuente: Labormar (2025).

8.1.5. Ciénaga de Sabanagrande.

8.1.5.1. Parámetros fisicoquímicos.

La temperatura del agua en la ciénaga de Sabanagrande fue de 30.53 °C (P1) y 29.93 °C (P2) (Figura 17A), valores típicos de ecosistemas lénticos tropicales. Estas temperaturas están dentro de los rangos aceptables para la vida acuática tropical, aunque pueden influir en la reducción del oxígeno disuelto. Temperaturas superiores a 30 °C pueden afectar negativamente la biodiversidad acuática sensible (Esteves & Suzuki, 2011). A lo largo del periodo 2020 a 2024, se observa una estabilidad térmica, con valores cercanos a los 30 °C. Esto coincide con estudios que muestran escasa variabilidad térmica en ecosistemas lénticos tropicales (González-Trujillo et al., 2020).

Con respecto al pH, ambos puntos presentaron valores dentro del intervalo permisible para protección de flora y fauna de aguas cálidas dulces según el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico (4.5 a9.0 Unidades). P1 con 7.24 Unidades y P2 con 7.15 Unidades indican condiciones ligeramente neutras, compatibles con comunidades acuáticas estables (Rodríguez-Castañeda et al., 2020). En comparativa, el periodo de 2020 a 2024 muestra que el pH ha sido consistentemente neutro o ligeramente alcalino, cumpliendo con las normas y adecuado para biota acuática (Figura 17B).

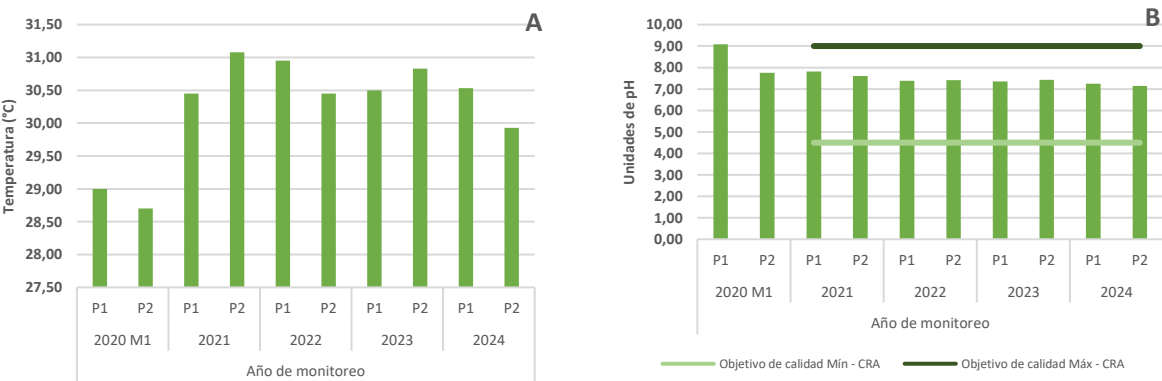


Figura 17. Temperatura y pH registrados en la ciénaga de Sabanagrande.
Fuente: Labormar (2025).

El Oxígeno disuelto (OD) registró valores de 3.28 mg/L (P1) y 4.88 mg/L (P2). P1 no cumple con el criterio mínimo de 4 mg/L exigido para la preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (Decreto 1076), lo que podría limitar la supervivencia de organismos aeróbicos (Wetzel, 2001). P2 apenas supera el umbral, por lo que las condiciones podrían considerarse moderadamente estresantes (Figura 18A).

En los últimos años, esta variable ha reportado alta variabilidad en este cuerpo de agua. En 2021 y 2022, los niveles estuvieron por debajo del límite ecológico (1.3 a 1.6 mg/L), lo que implicó condiciones anóxicas,

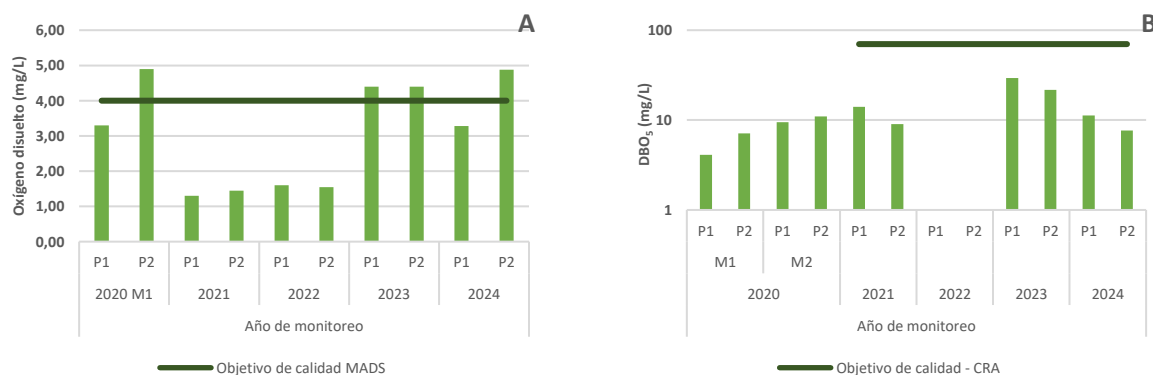
posiblemente por materia orgánica en descomposición. Solo en 2023 se recuperaron niveles >4 mg/L, aunque volvieron a decaer parcialmente en 2024.

Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), en P1 se registraron 11.22 mg/L y en P2, 7.64 mg/L (Figura 18B), valores que están dentro del límite normativo de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociadas al río Magdalena en el departamento del Atlántico (<70 mg/L). No obstante, son indicativos de una carga orgánica significativa, potencialmente eutrofizante (Ramírez et al., 2016).

Con relación a los monitoreos inmediatamente anteriores, en 2020 (monitoreos 1 y 2), los valores en P1 y P2 oscilaron entre 4.1 y 11 mg/L, indicando aguas con baja a moderada carga orgánica; en 2021, se apreció un incremento significativo, con 14 mg/L en P1 y 9 mg/L en P2, reflejando un aumento de materia orgánica biodegradable; en 2022, los resultados por debajo del límite de detección (<2 mg/L), lo cual sugería una mejora en la calidad; en 2023 se observó un notorio deterioro en ambos puntos (P1 con 29.3 mg/L y P2 con 21.7 mg/L), posiblemente debido a descargas urbanas o escorrentía contaminada; finalmente, en 2024, se aprecia una disminución respecto a 2023, sin embargo, estos valores aún representan una carga orgánica significativa.

Para la Demanda Química de Oxígeno (DQO), los registros en P1 (49.46 mg/L) y P2 (37.57 mg/L) (Figura 18C), reflejan contaminación con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal (Conagua-Semarnat, 2014). Una alta DQO puede afectar la demanda de oxígeno en descomposición de materia orgánica.

En el histórico reciente en 2020-2021 hubo fluctuaciones entre 14 y 31 mg/L, reflejando una contaminación orgánica moderada; en 2022 fueron indicativos de condiciones más limpias con valores por debajo del límite de detección (<10 mg/L); y 2023–2024 se caracterizaron por picos elevados (75 mg/L en 2023, 49.46 mg/L en 2024), que muestran alto contenido de materia orgánica.



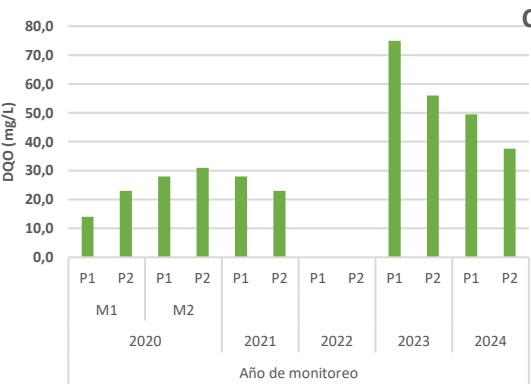


Figura 18. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga de Sabanagrande.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad registró valores elevados: 752 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 537.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 (Figura 19A). Estos valores reflejan una alta carga iónica, posiblemente por procesos de evaporación o contaminación difusa (Martínez-Carrillo et al., 2022). Aunque no hay límites normativos específicos, niveles por encima de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ podrían afectar especies sensibles en humedales tropicales. Comparado con años anteriores, la conductividad aumentó significativamente (especialmente en P1), lo que puede asociarse a procesos de salinización, evapoconcentración, contaminación o ingresos de sales disueltas.

De su lado, los Sólidos suspendidos totales (SST) en ambos puntos (10.70 mg/L en P1 y 30.50 mg/L en P2) (Figura 19B)., cumplen con el valor guía de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (<50 mg/L). Niveles bajos de SST favorecen la fotosíntesis acuática y reducen la turbidez (Boyero et al., 2012). Los SST han sido relativamente bajos, cumpliendo en todos los años con la normativa, lo que implica baja carga de sedimentos en suspensión, salvo por un ligero aumento en P2 en 2022 y 2024, y P1 en 2023.

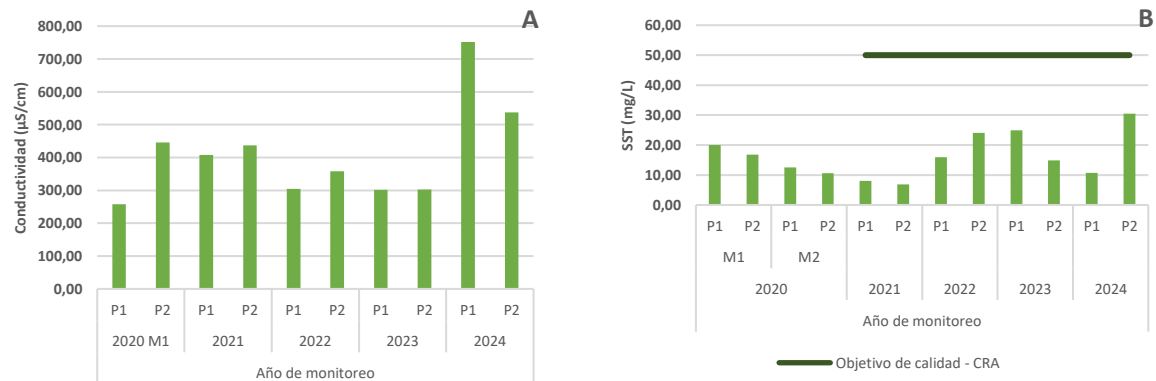


Figura 19. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la ciénaga de Sabanagrande.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.5.2. Parámetros microbiológicos.

Los niveles de Coliformes termotolerantes (CTE) en P1 fueron de 97 NMP/100 mL y en P2 de 187 NMP/100 mL (Figura 20A). Cumplen con los criterios del Decreto 1076 del MADS para uso agrícola (<1000 NMP/100 mL) y contacto primario (<200 NMP/100 mL). Sin embargo, el valor de P2 se acerca al límite, lo cual sugiere una fuente de contaminación fecal ocasional (Cervantes et al., 2019). Estos, los CTE, en los muestreos 1 y 2 de 2020 presentaron niveles entre <1.9 y 490 NMP/100 mL, compatibles con los usos agrícola y secundario; en 2021, registraron un aumento drástico en P1con 13000 NMP/100 mL y en P2 con 24000 NMP/100 mL), lo que evidenciaba contaminación fecal severa, inadecuada para cualquier uso; y en 2022–2023, reportaron una notable mejora, con valores de 110 a 130 NMP/100 mL, que siguieron a la bajos en 2024, demostrando una disminución de la contaminación de origen fecal.

Por su parte, los Coliformes totales (CT) en ambos puntos presentaron 200 NMP/100 mL (Figura 20B), cumpliendo con los límites para uso agrícola y contacto secundario (<5000 NMP/100 mL), e incluso contacto primario (<1000 NMP/100 mL) según el Decreto 1076 de 2015 del MADS.

A nivel histórico reciente, ha habido variaciones entre cada monitoreo: en 2020 se registraron concentraciones <500 NMP/100 mL, adecuados para todos los usos; en 2021, se reportaron valores altos (P1 con 35000 NMP/100 mL y P2 con 160.000 NMP/100 mL), sugiriendo riesgo sanitario severo, incompatible con usos recreativos o agrícolas; 2022–2023 se caracterizaron por una reducción en las concentraciones, pero sobrepasando los 1000 NMP/100 mL en varios puntos; y en 2024 se presenta una mejora significativa (200 NMP/100 mL en ambos puntos), significando valores adecuados para todos los usos.

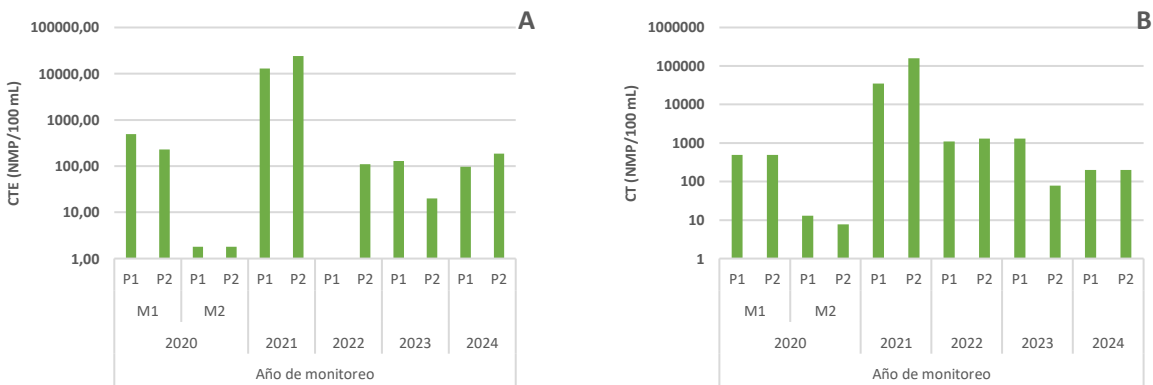


Figura 20. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Sabanagrande.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.5.3. Índices de calidad ambiental.

Los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA) del IDEAM (2011) para la ciénaga de Sabanagrande muestran que ambos puntos de monitoreo presentan una calidad del agua regular, con valores de 0.639 (P1) y 0.647 (P2). Esta categoría indica condiciones que permiten el desarrollo de vida acuática, aunque pueden estar presentes algunas presiones ambientales moderadas que requieren seguimiento. Estos valores sugieren un ecosistema que, si bien no está libre de impactos, mantiene cierta estabilidad ambiental compatible con los usos ecosistémicos básicos (IDEAM, 2011).

Por su parte, los Índices de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS), Materia Orgánica (ICOMO) y pH (ICOpH) de Ramírez et al. (1997, 1999) refuerzan esta evaluación positiva. Ambos puntos muestran valores muy bajos en ICOSUS (0.01 en P1 y 0.07 en P2) e ICOpH (0,00 en ambos casos), lo que indica ausencia de contaminación significativa por desoxigenación o alteraciones del pH. En cuanto al ICOMO, se registran niveles moderados (0.54 en P1 y 0.46 en P2), lo que evidencia una carga orgánica media posiblemente asociada a descargas puntuales o fuentes difusas. En conjunto, estos índices reflejan una condición ambiental que, si bien no es la mejor, mantiene funcionalidad ecológica con niveles de contaminación bajo control.

Tabla 8. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga de Sabanagrande en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,639	0,01	0,54	0,00
Punto 2	0,647	0,07	0,46	0,00

Fuente: Labormar (2025).

8.1.6. Ciénaga de Santo Tomás.

8.1.6.1. Parámetros fisicoquímicos.

La temperatura del agua en la ciénaga de Santo Tomás presentó valores de 31.10 °C (P1) y 31.53 °C (P2) (Figura 21A). Estos valores, típicos de sistemas lénticos tropicales, son considerados fisiológicamente tolerables para gran parte de la biota acuática del Caribe colombiano, aunque temperaturas superiores a 30 °C pueden reducir la solubilidad del oxígeno disuelto e inducir estrés térmico en especies sensibles (Pérez-Ruzafa et al., 2011). Además, temperaturas elevadas aceleran la descomposición de materia orgánica y el metabolismo microbiano, incrementando la demanda de oxígeno en el sistema (Medeiros et al., 2015).

En comparación con los años anteriores (2020–2023), se observa un ligero pero constante aumento en la temperatura promedio registrada en ambos puntos de monitoreo. Por ejemplo, en 2020 los valores

eran de 29.0 °C y 28.0 °C, lo que sugiere una tendencia que podría estar relacionada con la disminución de cobertura vegetal, la desecación temporal de zonas ribereñas o el aumento de temperatura ambiental (Carvajal-Yepes et al., 2020). Estos cambios son relevantes para la estabilidad ecológica, ya que afectan procesos como la fotosíntesis, la solubilidad de gases y el comportamiento reproductivo de las especies (García-Ruiz et al., 2018).

En lo relacionado con el pH, este se ubicó en 8.38 Unidades en P1 y 8.34 Unidades en P2 (Figura 21B)., lo que corresponde a un entorno ligeramente alcalino. Estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendados por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico y el Decreto 1076 de 2015 del MADS para cuerpos de agua destinados a la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces (entre 4.5 y 9.0 Unidades). García-Ávila et al. (2018) establecen que un pH entre 6.5 y 8,5 Unidades favorece la biodisponibilidad de nutrientes sin generar toxicidad para la mayoría de los organismos acuáticos. Valores dentro de este rango también minimizan la solubilización de metales pesados y la amonificación excesiva (Tchobanoglous et al., 2014).

Comparativamente, entre 2020 y 2023, el pH se ha mantenido relativamente estable, oscilando entre 7.21 y 8.26 Unidades, sin que se presenten fenómenos de acidificación o alcalinización extremos. Esta constancia sugiere una adecuada capacidad de amortiguamiento del ecosistema, posiblemente vinculada a una interacción equilibrada entre sedimentos, vegetación sumergida y aguas subterráneas (Moreno-Ostos et al., 2016). La estabilidad del pH a lo largo de los años es un indicador positivo en términos de preservación del ecosistema y funcionalidad biogeoquímica del humedal.

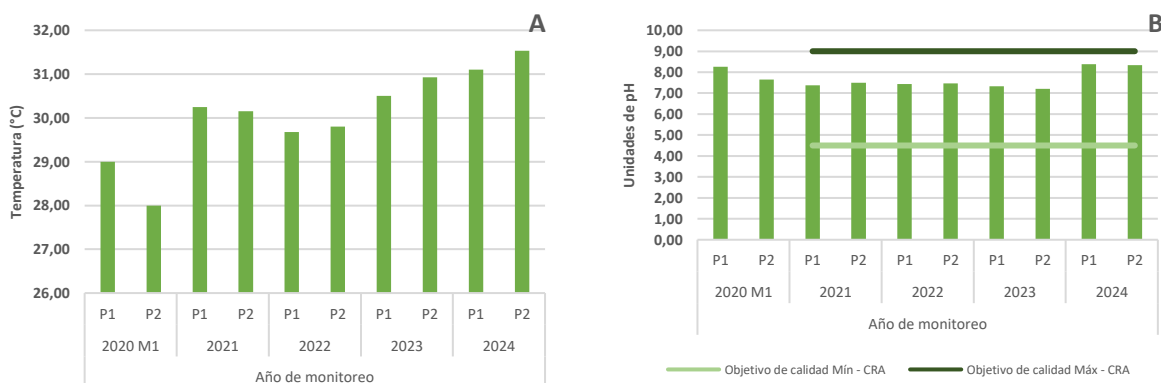


Figura 21. Temperatura y pH registrados en la ciénaga de Santo Tomás.

Fuente: Labormar (2025).

Por su parte, el Oxígeno disuelto (OD) registró concentraciones de 10.74 mg/L (P1) y 9.14 mg/L (P2) (Figura 22A), valores que superan ampliamente el mínimo de 4.0 mg/L recomendado por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento

del Atlántico y el Decreto 1076 de 2015 del MADS para cuerpos de agua destinados a la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. Estos valores indican buena oxigenación, lo cual es fundamental para procesos aerobios y para la supervivencia de peces y macroinvertebrados bentónicos (Camargo y Alonso, 2006). Además, valores por encima de 8 mg/L son característicos de aguas con alta calidad ecológica en ambientes tropicales (Boyd, 2015).

En años anteriores, sin embargo, el oxígeno disuelto presentó valores preocupantes. En 2020 y 2021, el OD descendió a niveles críticos de 1.9 a 4.8 mg/L, probablemente como resultado de la descomposición de materia orgánica y el aumento en la DBO₅. Estos valores reflejan una condición de estrés ambiental para organismos acuáticos aeróbicos, en especial peces como los charácidos y los cíclidos que requieren concentraciones superiores a 5.0 mg/L para una función metabólica adecuada (Tundisi et al., 2017). El aumento observado en 2024 podría atribuirse a un mayor intercambio superficial (por disminución de cobertura de macrófitas) o a eventos climáticos favorables para la reoxigenación (López-Ruiz et al., 2021).

En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), se registraron valores de 7.53 mg/L (P1) y 5.91 mg/L (P2) (Figura 22B). Ambos se encuentran por debajo del límite de 70 mg/L establecido en la Resolución 0449 de 2021 para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico, lo cual indica cumplimiento de este objetivo normativo. Sin embargo, desde una perspectiva ecológica, valores por encima de 5 mg/L ya representan una carga orgánica moderada que puede reducir el oxígeno disuelto disponible para la biota (Tchobanoglous et al., 2014). Estas concentraciones sugieren aportes de materia orgánica biodegradable, posiblemente provenientes de descargas domésticas o residuos agrícolas, lo cual favorece procesos de eutrofización y estrés oxidativo en fauna acuática (Gunkel et al., 2015).

Los valores de DBO₅ han mostrado en los últimos años fluctuaciones importantes. En 2020 y 2021 se mantuvieron bajos en la mayoría de puntos (<2 mg/L), pero en 2022 y especialmente 2023 se presentaron picos elevados (hasta 31.4 mg/L en P1). Esta variabilidad sugiere eventos puntuales de contaminación o alteraciones hidrodinámicas que aumentan la materia orgánica disponible para degradación biológica (Medeiros et al., 2015). La reducción de DBO₅ en 2024 representa una mejora respecto a 2023, aunque todavía se considera un nivel medio que exige seguimiento, dado que cargas crónicas de DBO afectan directamente el oxígeno disuelto y la calidad biológica de los humedales (Camargo y Alonso, 2006).

De otro lado, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) únicamente registró valores en P1 con 37.05 mg/L (Figura 22C). Aunque no existe un límite establecido en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para este parámetro, estudios indican que valores por encima de 30 mg/L reflejan contaminación orgánica e inorgánica significativa (Carvajal-Yepes et al., 2020). La DQO mide tanto materia orgánica biodegradable como la no biodegradable, por lo que resulta útil para identificar la carga total de oxidantes presentes en el sistema (Gunkel et al., 2015).

Respecto a años anteriores, la DQO ha mostrado variabilidad: en 2020 se registraron hasta 24 mg/L (P1 M2), pero en 2023 se observó un incremento considerable, alcanzando 80 mg/L en P1. Esta evolución sugiere una presión creciente de contaminantes difíciles de degradar, como detergentes, pesticidas y otros residuos químicos (Rodríguez et al., 2019). La reducción parcial en 2024 podría indicar una mejora en el tratamiento de aguas o menor escorrentía agrícola, aunque el valor sigue reflejando una calidad de agua comprometida en términos de oxidabilidad.

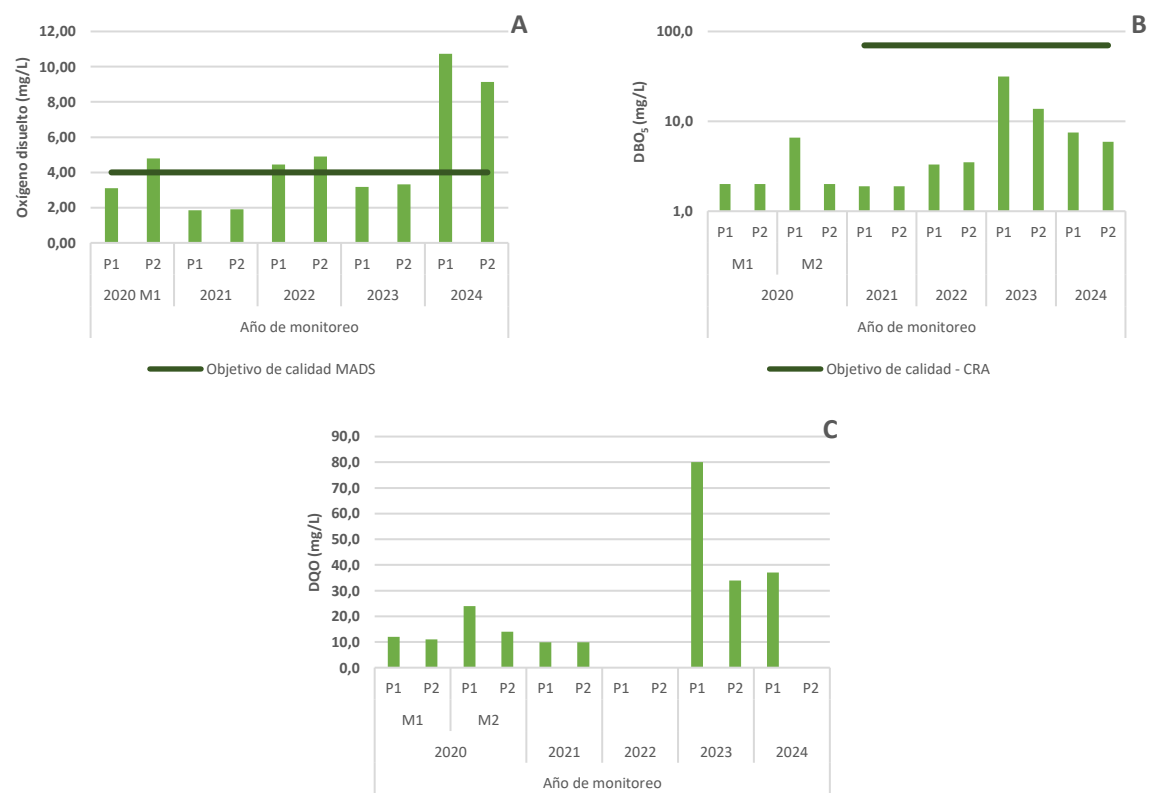


Figura 22. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga de Santo Tomás.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad eléctrica en la ciénaga de Santo Tomás fue de 1065.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 1085.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 (Figura 23A), valores ligeramente por encima del umbral de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ generalmente aceptado como límite superior para aguas dulces (APHA, 2017). Aunque no existe un límite específico en la normativa colombiana para conductividad en humedales, valores elevados pueden reflejar salinización, intrusión marina o descargas industriales y agrícolas (Tundisi et al., 2017). Este incremento podría implicar acumulación de sales solubles por evaporación, actividad agrícola o disminución del flujo hídrico (Rodríguez et al., 2019).

En años anteriores, la conductividad mostró valores mucho más bajos, entre 293.8 y 818.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ entre 2021 y 2023, con un aumento progresivo evidente. Esto sugiere un cambio en el balance iónico del sistema, posiblemente vinculado a la reducción del ingreso de agua dulce o a aportes externos con alta carga de sales, como lixiviados o aguas residuales sin tratamiento (Carvajal-Yepes et al., 2020). Este aumento en conductividad podría afectar especies sensibles a la salinidad y alterar procesos osmorregulatorios en peces e invertebrados (Camargo y Alonso, 2006).

En el caso de los Sólidos Suspendidos Totales (SST), los resultados fueron de 4.10 mg/L (P1) y 2.30 mg/L (P2) (Figura 23B), valores muy por debajo del límite de 50 mg/L establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico. Esto sugiere una turbidez baja y buenas condiciones para la penetración de luz, fundamentales para la fotosíntesis de macrófitas y fitoplancton (Tundisi et al., 2017). Bajas concentraciones de SST también minimizan la abrasión de estructuras respiratorias en macroinvertebrados y peces, y disminuyen el transporte de contaminantes adsorbidos a partículas (Boyd, 2015).

Históricamente, los valores de SST en la ciénaga han mostrado oscilaciones, por ejemplo, en 2020 se observaron valores de hasta 24 mg/L, que aumentaron significativamente en 2022 y 2023 hasta 26.50 mg/L. La notable disminución en 2023 y 2024 podría estar asociada a una menor movilización de sedimentos, posiblemente por baja pluviosidad, menor escorrentía o estabilización de las riberas (López-Ruiz et al., 2021). Esta mejora representa una condición favorable para los procesos ecológicos del humedal, dado que la carga de sólidos está estrechamente relacionada con la erosión y la calidad del hábitat bentónico (Rodríguez et al., 2019).

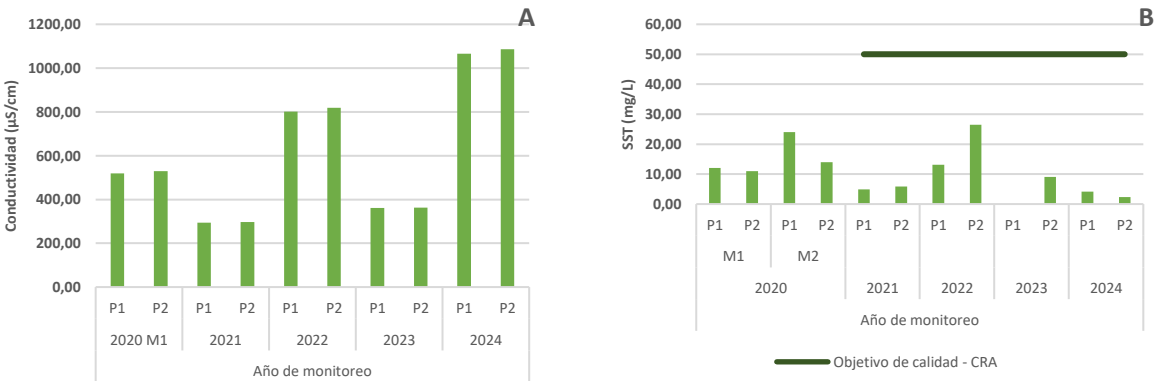


Figura 23. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la ciénaga de Santo Tomás.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.6.2. Parámetros microbiológicos.

Con respecto a la calidad microbiológica en la ciénaga de Santo Tomás, los Coliformes termotolerantes (CTE) se registraron con 145 NMP/100 mL (P1) y 31 NMP/100 mL (P2) (Figura 24A), cumpliendo con los

límites del Decreto 1076 de 2015 del MADS para todos los usos: agrícola (<1000 NMP/100 mL), contacto primario (<200 NMP/100 mL) y contacto secundario (<5000 NMP/100 mL). Estos valores sugieren una mejora significativa en la calidad microbiológica del agua en comparación con años anteriores y podrían reflejar disminución de descargas domésticas o mayor retención sedimentaria (López-Ruiz et al., 2021). Por su parte, los Coliformes totales (CT) se registraron con valores de 410 NMP/100 mL (P1) y 100 NMP/100 mL (P2) (Figura 24B), cumpliendo con los límites para uso agrícola (<5000 NMP/100 mL), contacto primario (<1000 NMP/100 mL) y contacto secundario (<5000 NMP/100 mL), según el Decreto 1076 de 2015 del MADS. Estos resultados indican una buena calidad microbiológica, al menos en el momento del muestreo, y un bajo nivel de contaminación fecal en el sistema (Camargo y Alonso, 2006).

En los años 2020–2023, los valores fueron notablemente más altos. En 2021, por ejemplo, se reportaron hasta 24000 NMP/100 mL (P2), y en 2020 hasta 2400 NMP/100 mL (P1). La marcada mejora en 2024 podría relacionarse con un mayor tiempo de retención hidráulica, procesos de autodepuración del ecosistema o disminución de aportes contaminantes (Rodríguez et al., 2019). Aun así, el comportamiento históricamente variable de este parámetro justifica continuar con la vigilancia y control de fuentes microbiológicas.

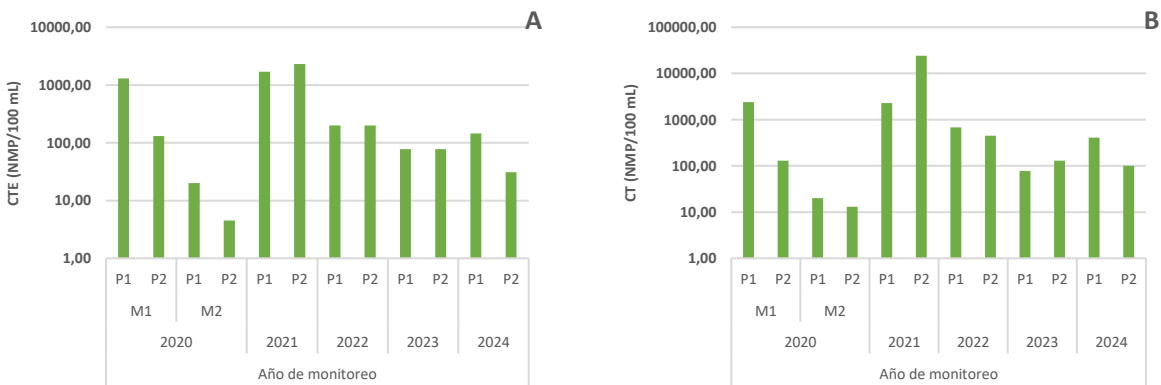


Figura 24. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Santo Tomás.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.6.3. Índices de calidad ambiental.

De los índices de calidad ambiental evaluados (Tabla 9), los valores del Índice de Calidad del Agua (ICA) del IDEAM (2011) muestran que en la ciénaga de Santo Tomás se presenta una calidad aceptable en P1 con un valor de 0.754 y regular en P2 con 0.669. Según la escala del ICA, en estos puntos se presentan condiciones con ciertas presiones ambientales, pero aún con capacidad ecológica funcional. El Punto 1 muestra una mejor calidad relativa que el Punto 2, lo cual puede deberse a diferencias en la dinámica hidrológica, cercanía a fuentes de contaminación o cobertura vegetal ribereña.

2014).

Comparado con años anteriores, el pH se ha mantenido relativamente constante, variando entre 7.46 y 8.06 Unidades en 2020 y 7.42 Unidades en 2023, sin indicios de acidificación ni alcalinización preocupante. Esta estabilidad es positiva, ya que fluctuaciones extremas en el pH afectan la biodisponibilidad de nutrientes y metales pesados, así como la toxicidad del amoníaco (Camargo y Alonso, 2006).

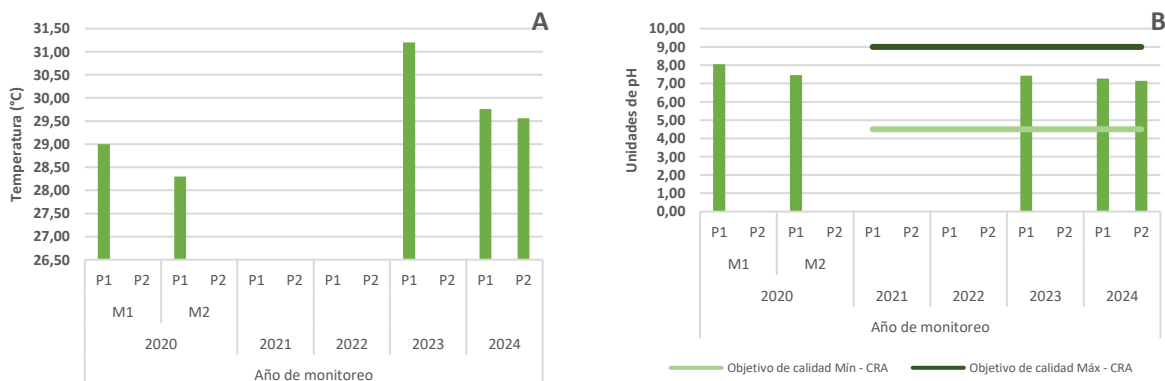


Figura 25. Temperatura y pH registrados en la ciénaga Larga.
 Fuente: Labormar (2025).

Por su parte, el Oxígeno disuelto (OD) presentó diferencias marcadas de 1.29 mg/L en P1 y 5.32 mg/L en P2 (Figura 26A). El punto P1 no cumple con el mínimo requerido en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico o el Decreto 1076 de 2015 del MADS para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces (≥ 4 mg/L), lo que indica una condición anóxica o hipóxica, potencialmente letal para peces, moluscos y macroinvertebrados (Gunkel et al., 2015). En cambio, el punto P2 cumple satisfactoriamente, reflejando mejores condiciones de oxigenación, posiblemente asociadas a mayor circulación o menor carga orgánica.

Desde 2020, el OD ha disminuido significativamente. Mientras que en 2020 los valores eran aceptables (4.10–4.60 mg/L), en 2023 se reportó un valor bajo (3.2 mg/L) y en 2024 se agravó en P1. Esta tendencia sugiere un deterioro de las condiciones aeróbicas del sistema, probablemente debido a acumulación de materia orgánica, alta temperatura superficial y escaso recambio de agua, que favorecen la desoxigenación (Medeiros et al., 2015; Rodríguez et al., 2019).

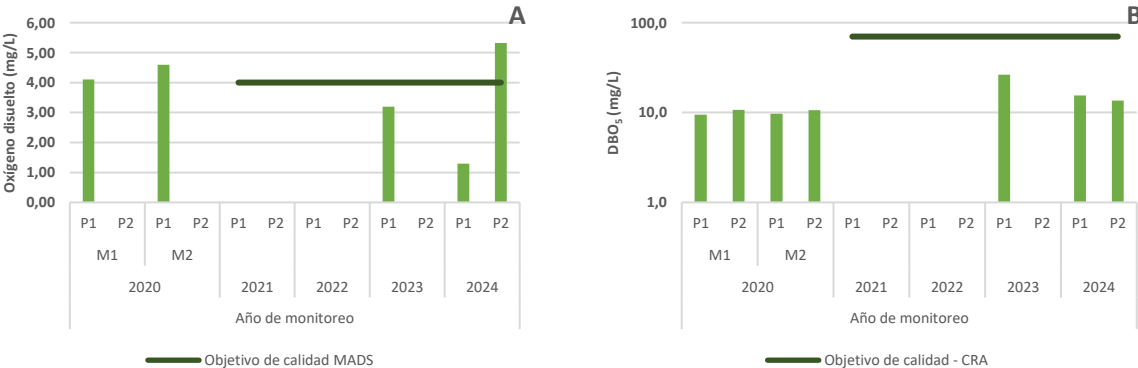
En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), los valores registrados fueron de 15.47 mg/L en P1 y 13.54 mg/L en P2 (Figura 26B), valores que, aunque indican una alta carga orgánica biodegradable, cumplen con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, que

establece un límite de 70 mg/L para cuerpos de agua del complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico. Estos niveles sugieren presencia significativa de materia orgánica fácilmente oxidada, probablemente por aportes de aguas residuales o lixiviados agrícolas (García-Ávila et al., 2018). En términos ecológicos, estas concentraciones pueden causar un consumo acelerado de oxígeno y contribuir a condiciones anóxicas si no hay renovación hídrica.

Comparando con años anteriores, se observa un incremento frente a 2020 (9.5 a 10.7 mg/L) y un valor muy alto en 2023 (26.4 mg/L), lo que sugiere una tendencia general de deterioro por carga orgánica. Este patrón coincide con lo documentado en otros humedales tropicales colombianos, donde el vertimiento doméstico sin tratamiento genera picos de DBO₅ que afectan la respiración acuática y el equilibrio trófico (Palacio et al., 2021).

De otro lado, la Demanda Química de Oxígeno (DQO), mostro valores de 79.14 mg/L (P1) y 68.49 mg/L (P2) (Figura 26C), lo cual indica presencia de contaminantes tanto biodegradables como recalcitrantes. Si bien no existe un límite normativo específico para DQO en Colombia, se considera que valores superiores a 50 mg/L en humedales tropicales reflejan una carga considerable de contaminantes orgánicos e industriales (García-Ruiz et al., 2018). Esto puede generar efectos adversos en la estructura y función de las comunidades acuáticas, especialmente si se mantiene durante períodos prolongados.

Con respecto a monitoreos anteriores, la DQO ha mostrado un incremento sostenido desde 2020 (34–39 mg/L) hasta los valores actuales, con un salto importante en 2023 (64 mg/L). Esta tendencia sugiere acumulación de compuestos orgánicos persistentes o eventos recurrentes de vertimiento. En humedales, la combinación de alta DQO y baja oxigenación promueve la liberación de fósforo desde los sedimentos, intensificando procesos de eutrofización (Zhang et al., 2010).



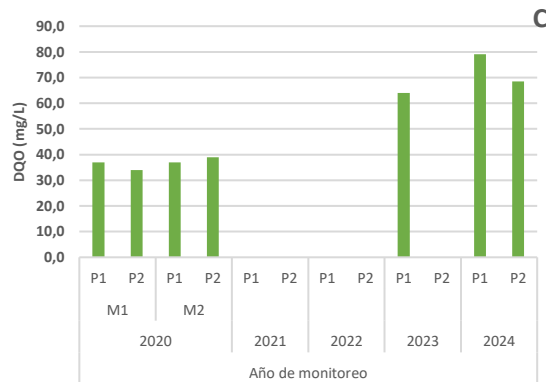


Figura 26. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga Larga.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad registró valores de 1338.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 2456.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 (Figura 27A), lo que representa un aumento extremo respecto a los años anteriores y sugiere un proceso significativo de salinización del sistema. En 2020, los valores reportados estuvieron entre 467 y 475 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y en 2023 habían disminuido a 324 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que el incremento en 2024 es inusualmente alto. Aunque la normativa colombiana no establece un límite para conductividad, en ecosistemas lénticos tropicales valores por encima de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se asocian con intrusión salina, evaporación intensa o acumulación de sales disueltas provenientes de actividades agrícolas o urbanas (Rezaei et al., 2017; Suárez et al., 2021).

Esta alteración puede afectar gravemente la biota acuática, especialmente especies sensibles a la salinidad como anfibios, peces dulceacuícolas y macroinvertebrados, y alterar la estructura de comunidades microbianas (Timpano et al., 2015).

Por otra parte, los Sólidos suspendidos totales (SST), alcanzaron valores de 45.8 mg/L en P1 y 34.5 mg/L en P2 (Figura 27B), ambos dentro del límite permitido (<50 mg/L) por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico. Estos valores indican una moderada carga, probablemente influenciada por escorrentía, actividad agrícola cercana o erosión de las márgenes durante la época de lluvias (Miller et al., 2015). Aunque están dentro del rango normativo, la elevada carga de partículas puede afectar la fotosíntesis acuática, interferir con la respiración de macroinvertebrados y reducir la calidad del hábitat bentónico (Sánchez et al., 2016).

Comparativamente, los SST han aumentado respecto a 2020 (5 a 6.1 mg/L) y 2023 (58.9 mg/L en P1), lo que sugiere episodios de alteración hidrosedimentológica reciente. En ecosistemas lénticos tropicales, las variaciones bruscas de SST están asociadas con el arrastre de materiales por lluvias intensas o intervención antrópica en la cuenca (Espinosa et al., 2020).

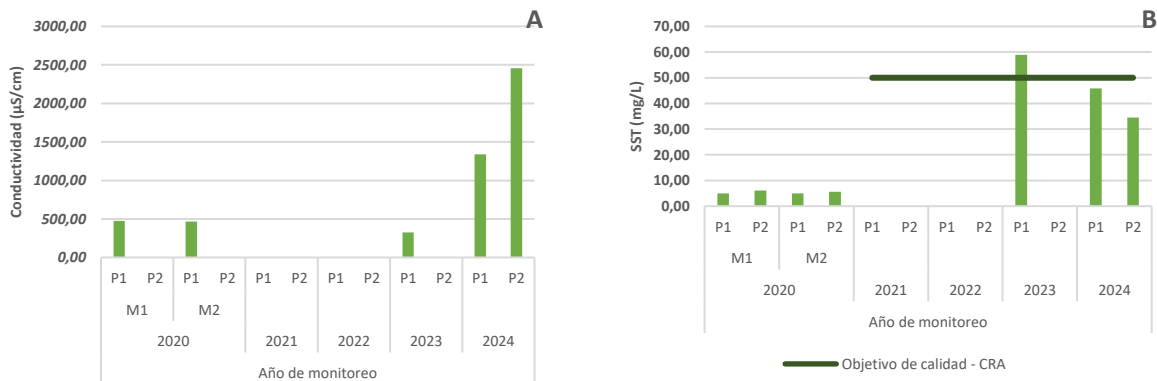


Figura 27. Conductividad y Sólidos Suspended Totales (SST) en la ciénaga Larga.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.7.2. Parámetros microbiológicos.

En cuanto a los contaminantes microbiológicos, los Coliformes termotolerantes (CTE) registraron valores de 5794 NMP/100 mL en P1 y <1 NMP/100 mL en P2 (Figura 28A). El valor en P1 supera ampliamente los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015, tanto para uso agrícola (<1000 NMP/100 mL) como para contacto primario (<200) y secundario (<5000), mientras que en P2 la concentración fue menor que el límite de detección. La gran diferencia entre puntos evidencia fuentes localizadas de contaminación fecal, posiblemente por vertimiento de aguas negras no tratadas o escorrentía superficial (WHO, 2017; Torres et al., 2019).

Los CTE, comparado con años anteriores han tenido un comportamiento irregular, reportando en 2020 valores por debajo de los 400 NMP/100 mL, y en 2023 de 130 NMP/100 mL. El pico de 2024 en P1 sugiere un deterioro puntual de las condiciones sanitarias.

Con respecto a los Coliformes totales (CT), registraron valores de 241960 NMP/100 mL en P1, mientras que en P2 fue <1 NMP/100 mL (Figura 28B), reflejando el mismo contraste observado con los CTE. El resultado en P1 exceden ampliamente todos los criterios normativos, incluidos los límites para uso agrícola (<5000 NMP/100 mL) y contacto recreativo. Este nivel tan elevado indica contaminación fecal masiva, con riesgo significativo para la salud pública y para los organismos acuáticos, que pueden sufrir efectos inmunotóxicos y alteraciones reproductivas (Yáñez et al., 2014).

Esta variable en los últimos años ha tenido un comportamiento variado, registrando en 2020 hasta 24.000 NMP/100 mL en algunos puntos, y en 2023 valores relativamente bajos (230 NMP/100 mL). Esto confirma que la presión fecal sobre la ciénaga es intermitente, posiblemente asociada a temporadas de lluvia o eventos puntuales de vertimiento sin control (Restrepo et al., 2021).

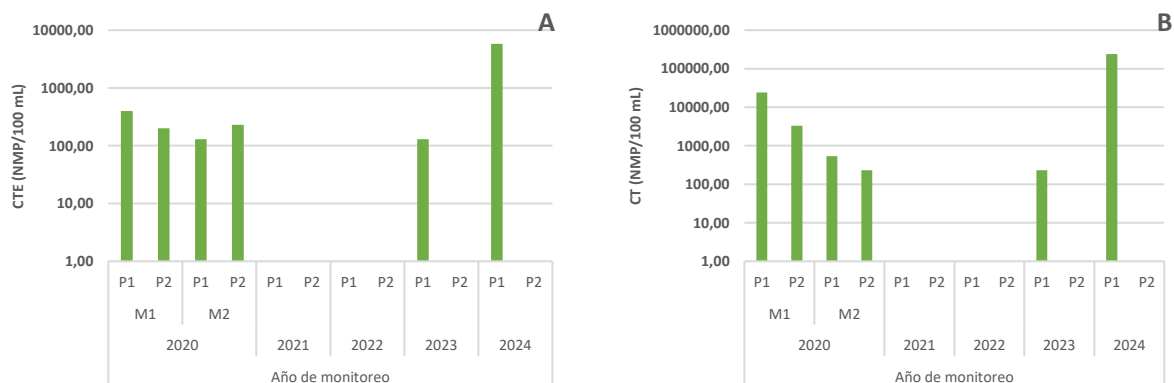


Figura 28. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga Larga.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.7.3. Índices de calidad ambiental.

Los resultados de la aplicación de índices de calidad ambiental aplicados a los datos obtenidos en la ciénaga Larga (Tabla 10) manifiestan: según el Índice de Calidad del Agua (ICA) del IDEAM (2011) se refleja una calidad regular, con resultados de 0.624 en el punto P1 y 0.632 en el punto P2. Estos valores se encuentran dentro del rango de 0.5 a 0.7, lo que indica que, si bien existen presiones ambientales, el ecosistema aún mantiene condiciones funcionales para ciertos usos. El leve mejor comportamiento del punto P2 podría estar relacionado con una menor exposición a fuentes de contaminación puntual, especialmente de tipo microbiológico o antrópico. Esta calificación media también se correlaciona con los valores observados en parámetros como el oxígeno disuelto, los sólidos suspendidos y los coliformes, que presentaron variabilidad entre sectores.

Por su parte, los Índices de Contaminación (ICOs) propuestos por Ramírez et al. (1997, 1999) permiten un análisis más detallado por tipo de presión. El ICOSUS fue bajo en ambos puntos (0.12 en P1 y 0.08 en P2), lo que indica una baja contaminación por sólidos suspendidos, en concordancia con los valores de SST registrados, al igual que el ICOpH, que registró valores extremadamente bajos en ambos puntos (<0,003), indicando una ausencia total de alteraciones por pH. En tanto, el ICOMO, que mide la contaminación orgánica, fue elevado en P1 (0.92), indicando una carga orgánica muy alta, mientras que en P2 (0.58) fue moderada. Este contraste sugiere un fuerte impacto en P1, probablemente por vertimientos localizados de aguas residuales sin tratamiento.En conjunto, los índices ICOs revelan que los mayores problemas de la ciénaga Larga están asociados a la contaminación orgánica localizada, mientras que los aspectos físico-químicos básicos como pH y sólidos muestran un comportamiento estable.

Tabla 10. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga Larga en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,624	0,12	0,92	0,0025
Punto 2	0,632	0,08	0,58	0,0016

Fuente: Labormar (2025).

8.1.8. Ciénaga Luisa.

8.1.8.1. Parámetros fisicoquímicos.

Durante 2024, la temperatura registrada en la ciénaga Luisa fue de 31.66 °C en P1 y 31.46 °C en P2 (Figura 29A), valores elevados pero esperables en humedales tropicales de baja profundidad expuestos a radiación solar directa (Tundisi et al., 2017). Estos niveles térmicos pueden inducir estrés térmico en especies sensibles, reducir la solubilidad del oxígeno y acelerar procesos biogeoquímicos. En términos de pH, los valores fueron 7.14 Unidades en P1 y 7.04 Unidades en P2 (Figura 29B), dentro del intervalo normativo para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA y para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces según el Decreto 1076 de 2015 (4.5 a 9.0 Unidades). Esto sugiere que, a pesar de la variabilidad térmica, el sistema mantiene condiciones ácidas-neutras favorables para la vida acuática (Esteves, 2011).

En los años anteriores, la temperatura mostró un incremento gradual desde 29 °C en 2020 hasta alcanzar su punto máximo en 2024, reflejando posiblemente efectos de cambio climático o pérdida de cobertura vegetal. El pH, por su parte, mostró una leve recuperación respecto a 2022 (6.73 Unidades), cuando se acercó al límite inferior del rango de tolerancia ecológica, lo cual pudo estar asociado a procesos de acidificación local.

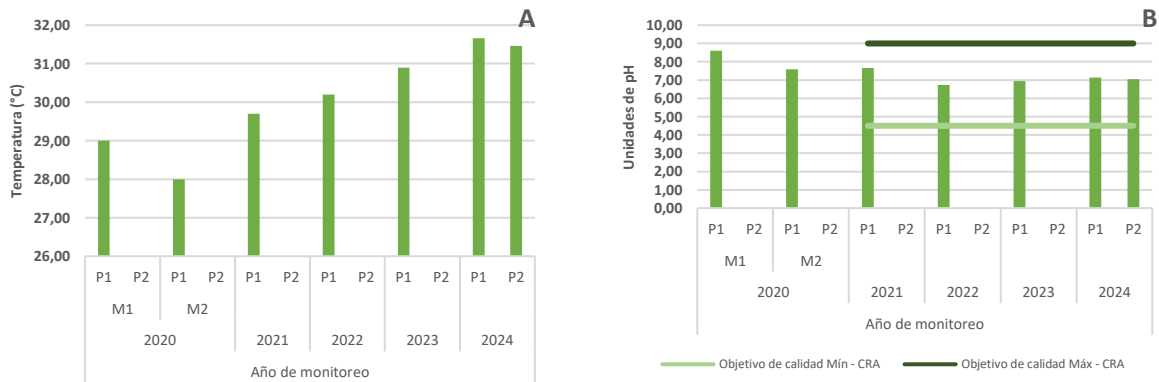


Figura 29. Temperatura y pH registrados en la ciénaga Luisa.
 Fuente: Labormar (2025).

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) fueron de 3.77 mg/L en P1 y 3.14 mg/L en P2 (Figura 30A), representando un incumplimiento del umbral mínimo de 4 mg/L establecido en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico, y el Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces. Aunque se observa una mejora respecto a años críticos como 2021 (1.0 mg/L), los valores actuales siguen siendo preocupantes, ya que pueden afectar procesos fisiológicos en peces y macroinvertebrados, y favorecer condiciones anóxicas (Wetzel, 2001).

Históricamente, la ciénaga ha mostrado una tendencia hacia la recuperación parcial del OD desde el mínimo registrado en 2021, pero no ha logrado estabilizarse en rangos ecológicamente seguros. La persistencia de valores bajos también refleja posiblemente la actividad bacteriana ligada a la descomposición de materia orgánica acumulada en el fondo, como se ha observado en otros cuerpos lénticos tropicales con alta productividad (Sánchez et al., 2016).

En cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), esta alcanzó 6.36 mg/L en P1 y 11.37 mg/L en P2 (Figura 30B), ambos valores dentro del límite de 70 mg/L establecido por la CRA en la Resolución CRA 0449 de 2021 para los humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico, aunque el valor en P2 indica una carga orgánica moderadamente elevada. Asu vez, la demanda química de oxígeno (DQO), que incluye la materia orgánica biodegradable y no biodegradable, fue de 31.82 mg/L (P1) y 56.78 mg/L (P2) (Figura 30C), este último valor indica una mayor presencia de compuestos recalcitrantes. Esta situación sugiere que el sistema recibe descargas orgánicas, posiblemente de origen doméstico o ganadero, que incrementan la presión oxidativa sobre el ecosistema (Pérez-Valbuena et al., 2020).

Comparativamente, ambos parámetros han aumentado de manera importante desde 2021, cuando los niveles eran menores al límite de detección (<2 mg/L para DBO₅ y <10 mg/L para DQO), y alcanzaron picos en 2023 (DBO₅ de 30.2 mg/L). Aunque la situación mejoró en 2024, los valores aún reflejan un sistema presionado, especialmente en P2, donde las cargas orgánicas afectan la disponibilidad de oxígeno y contribuyen a la eutrofización.

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES— CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

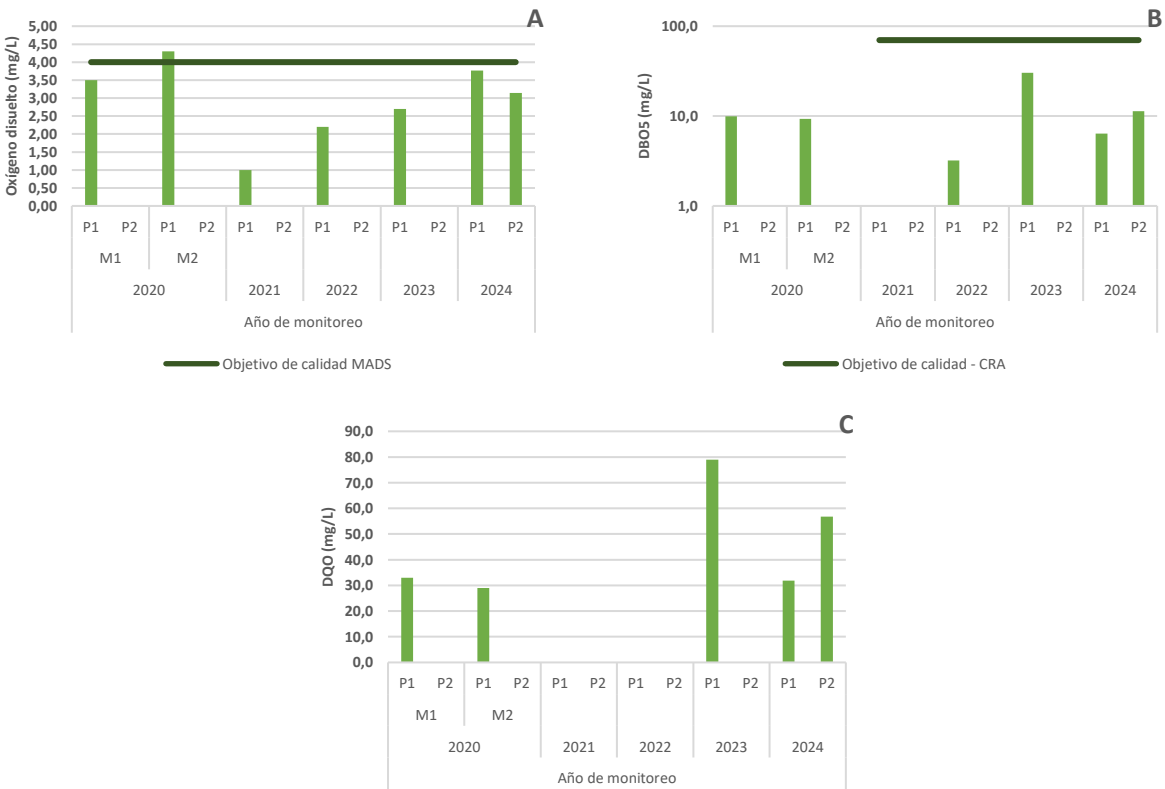


Figura 30. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga Luisa.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad eléctrica en la ciénaga Luisa alcanzó 947 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 929 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 (Figura 31A), valores significativamente más altos que en años anteriores y que representan un incremento sostenido desde 2020 (509.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 445.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2). Este ascenso progresivo puede indicar una acumulación de sales disueltas producto de procesos de evaporación intensificada, disminución de recargas hídricas, o influencia de actividades ganaderas y agrícolas en el entorno, que suelen incorporar nutrientes y solutos al sistema (Mitsch y Gosselink, 2015). Aunque no existe un umbral normativo específico para este parámetro en la normativa colombiana, valores superiores a 800–1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en ecosistemas lénticos tropicales suelen interpretarse como señales de salinización leve a moderada, con posibles impactos sobre la diversidad de macroinvertebrados y la tolerancia de especies sensibles (Tundisi et al., 2017).

En cuanto a los sólidos suspendidos totales (SST), el valor de 2.5 mg/L registrado en P1 (Figura 31B), representa una notable mejoría respecto a años anteriores como 2023 (67.9 mg/L) y 2022 (13.1 mg/L), y se encuentra dentro del límite máximo de 50 mg/L establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico: En P2 el valor fue no detectable (ND), lo que sugiere condiciones de alta transparencia y baja carga

particulada, favorables para la penetración de luz y la fotosíntesis de macrófitas y fitoplancton. Este valor podría estar asociado a una disminución de la escorrentía, menor disturbio antrópico o estabilización de los sedimentos, aunque también debe considerarse la posibilidad de variabilidad estacional o condiciones hidrodinámicas particulares durante el muestreo (Suárez et al., 2021). En términos generales, mientras la conductividad indica un proceso de enriquecimiento iónico progresivo, los bajos niveles de SST reflejan una mejora en la calidad física del agua, con beneficios para la estructura del ecosistema acuático.

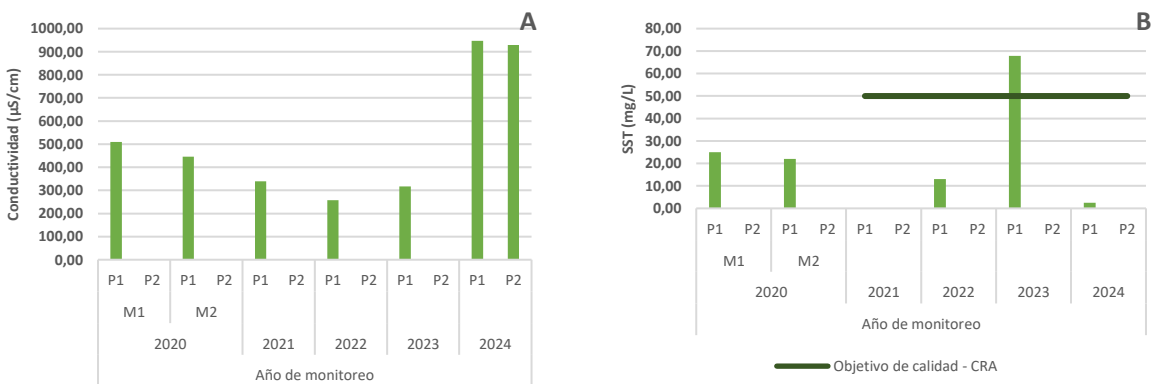


Figura 31. Conductividad y Sólidos Suspended Totales (SST) en la ciénaga Luisa.

Fuente: Labormar (2025).

8.1.8.2. Parámetros microbiológicos.

Los coliformes termotolerantes (CTE) estuvieron representados por 216 NMP/100 mL en P1 y 109 NMP/100 mL en P2 (Figura 32A), mientras que los coliformes totales (CT) fueron de 1440 NMP/100 mL en P1 y 1350 NMP/100 mL en P2 (Figura 32B). Para los CTE, solo P2 cumple con el límite para contacto primario (<200 NMP/100 mL), aunque el valor en P1 es cercano a ese límite y ambos puntos cumplen el criterio para uso agrícola (<1000 NMP/100 mL) estipulados en el Decreto 1076 de 2015 del MADs. Para los CT, ninguno de los puntos cumple el criterio para el uso primario (<1000 NMP/100 mL), pero sí para el agrícola y por contacto secundario (<5000 NMP/100 mL).

Comparado con años anteriores, se observa una mejora con respecto a los valores más altos registrados en los últimos años (CTE de 13000 NMP/100 mL y CT de 160000 NMP/100 mL), lo que indica una reducción sustancial de la contaminación fecal, posiblemente por menor carga de vertimientos o mejora de condiciones hidrodinámicas. Sin embargo, los valores actuales aún indican presencia de contaminación microbiológica, lo que representa riesgos sanitarios si hay contacto directo con el agua (WHO, 2017; Yáñez et al., 2014).

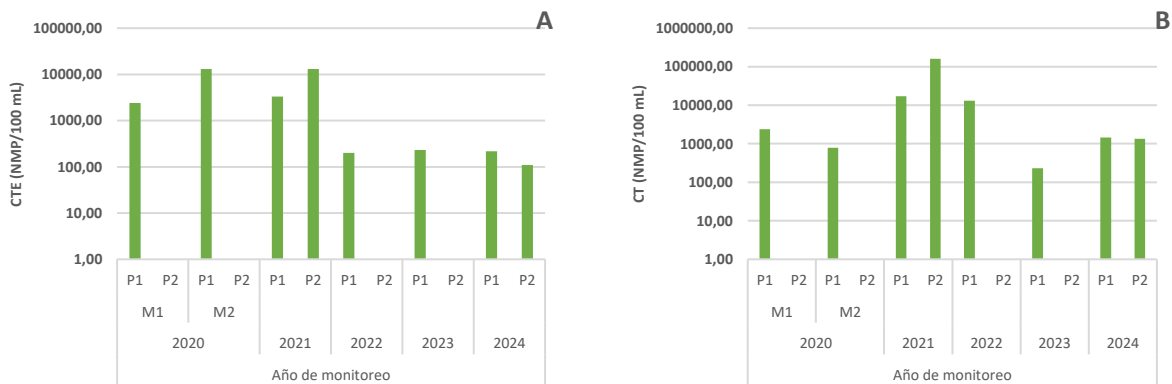


Figura 32. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga Luisa.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.8.3. Índices de calidad ambiental.

Los resultados de los índices de contaminación ambiental para la ciénaga Luisa (Tabla 10) reflejan una calidad del agua moderada según el Índice de Calidad del Agua (ICA) del IDEAM (2011). El punto P1 registró un ICA de 0.675, y el punto P2 de 0.626, ubicándose ambos dentro del rango de 0.5 a 0.8, que corresponde a una calidad regular. Este nivel indica que, si bien no se presentan condiciones críticas, existe una presión significativa sobre el ecosistema que requiere atención, especialmente en relación con la contaminación orgánica y la disponibilidad de oxígeno, aspectos que ya se habían identificado como problemáticos en los análisis fisicoquímicos.

Por su parte, los Índices de Contaminación (ICOs) permiten identificar con mayor precisión los tipos de impacto presentes. En ambos puntos, el ICOSUS fue de 0,00, lo que indica ausencia de contaminación por sólidos suspendidos. El ICOMO, relacionado con materia orgánica, presentó valores moderados a altos (0.57 en P1 y 0.62 en P2), lo cual evidencia una carga orgánica significativa, posiblemente vinculada a descargas antrópicas o acumulación de materia vegetal en descomposición. Finalmente, el ICOpH mostró valores muy bajos en ambos puntos (< 0,003), indicando una estabilidad adecuada del pH, sin evidencias de acidificación ni alcalinización severa. En conjunto, estos índices refuerzan el diagnóstico de un humedal con condiciones fisicoquímicas estables, pero con presiones orgánicas localizadas que podrían deteriorar su funcionalidad ecológica.

Tabla 11. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga Luisa en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,675	0,00	0,57	0,002
Punto 2	0,626	0,00	0,62	0,001

Fuente: Labormar (2025).

8.1.9. Ciénaga Paraíso.

8.1.9.1. Parámetros fisicoquímicos.

Durante el año 2024, la temperatura superficial del agua en la ciénaga Paraíso fue relativamente homogénea entre los dos puntos de monitoreo, con 29.67 °C en P1 y 29.80 °C en P2 (Figura 33A), valores que se ubican dentro del rango típico de humedales tropicales (Melo et al., 2021). Esta estabilidad térmica favorece la actividad metabólica de los organismos acuáticos, aunque en sistemas eutróficos puede intensificar los procesos de descomposición y el consumo de oxígeno. Por su parte, el pH osciló entre 6.37 y 6.42 Unidades, dentro del intervalo aceptable tanto para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces según el Decreto 1076 de 2015 del MADS, como para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico según la Resolución 00449 de 2021 de la CRA (4.5 a 9.0 Unidades) (Figura 33B). Estos valores ligeramente ácidos podrían estar asociados a la degradación de materia orgánica y no representan, por sí solos, un riesgo para la biota.

Los valores de temperatura en la ciénaga Paraíso han mostrado una ligera tendencia al alza, desde 27.5 °C en 2021 hasta casi 30 °C en 2024. Este incremento puede atribuirse a fenómenos como el cambio climático regional y la pérdida de vegetación ribereña, factores que reducen la capacidad del humedal para amortiguar fluctuaciones térmicas (Jiménez-Segura et al., 2015). En cuanto al pH, los datos reflejan una gradual acidificación del sistema, pasando de valores alcalinos en 2020 (hasta 8.28) a cifras próximas a la neutralidad en 2024. Esta evolución podría estar asociada al aumento de la descomposición anaerobia de materia orgánica y a procesos de eutrofización.

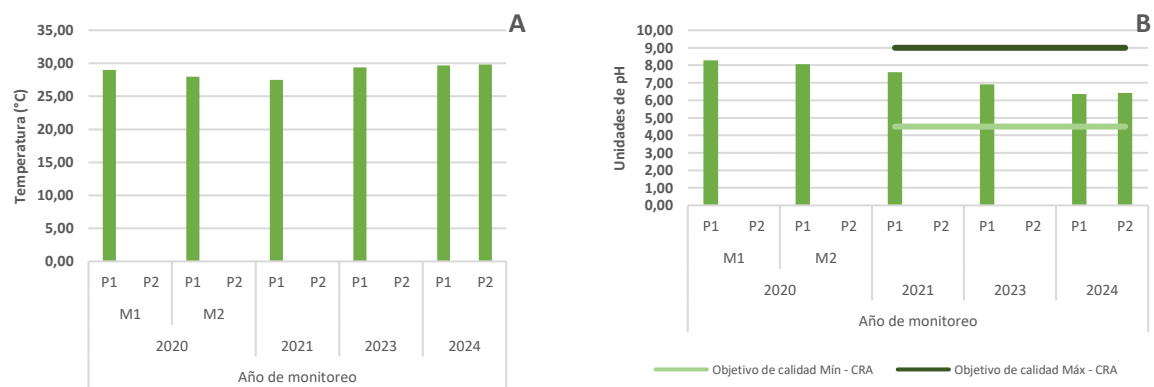


Figura 33. Temperatura y pH registrados en la ciénaga Paraíso.
 Fuente: Labormar (2025).

Se evidenció una condición crítica de oxigenación, con apenas 0.41 mg/L de oxígeno disuelto en ambos puntos (Figura 34A), muy por debajo del mínimo requerido de 4 mg/L para la preservación de comunidades acuáticas, según el Decreto 1076 de 2015 del MADS y la Resolución 0449 de 2021 de la

CRA. Esta hipoxia severa se acompaña de una carga orgánica alta, con valores de DBO₅ de 18.27 mg/L (P1) y 25.15 mg/L (P2) (Figura 34B) y de DQO de 91.45 y 128.77 mg/L(Figura 34C). Aunque los valores de DBO₅ están por debajo del límite de 70 mg/L establecido en la Resolución CRA 0449 de 2021 para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico, indican una presión ecológica significativa. La alta DQO respalda la presencia de compuestos orgánicos no biodegradables, lo que agrava el riesgo ecológico (Arias-González et al., 2020).

Comparando con años anteriores, los datos muestran una clara tendencia al deterioro. En 2021, el OD aún se encontraba cerca de 3 mg/L, mientras que en 2024 cae a niveles casi anóxicos. Asimismo, la DBO₅ ha pasado de 1,90 mg/L en 2021 a valores diez veces mayores en P2 en 2024. El incremento sostenido de la DQO entre 2021 y 2024 refuerza la hipótesis de acumulación de contaminantes orgánicos persistentes, probablemente de origen doméstico o agroindustrial, que afectan la capacidad de autodepuración del ecosistema (Fernández et al., 2019)

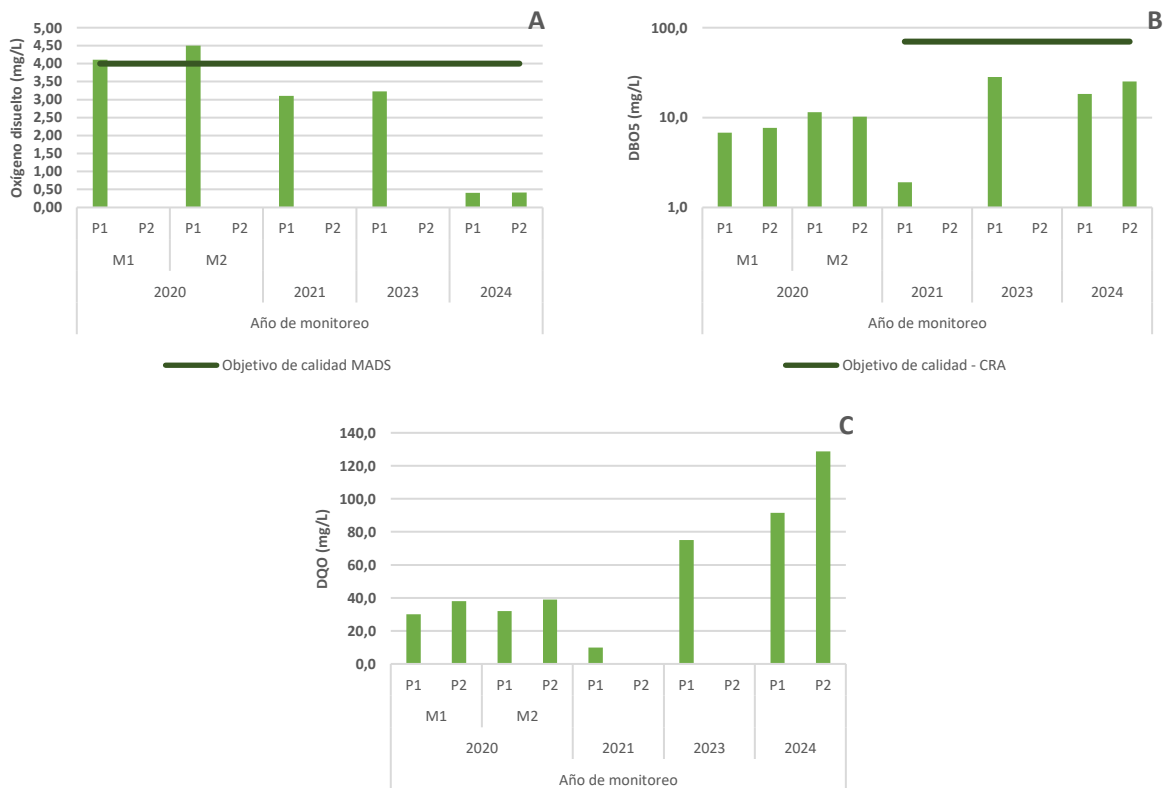


Figura 34. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga Paraíso.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad registró valores de 407.66 µS/cm en P1 y 410 µS/cm en P2 (Figura 35A), lo que indica una elevada concentración de sales disueltas. Aunque estos valores aún no alcanzan niveles de

salinización crítica (>1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), podrían afectar organismos menos tolerantes a cambios iónicos, especialmente en humedales de agua dulce (Martínez-Torres y Restrepo, 2021). Contrario a lo anterior, los sólidos suspendidos totales registraron valores bajos (8.3 mg/L en P1 y 10 mg/L en P2) (Figura 35B), cumpliendo el criterio de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (máximo 50 mg/L) y favoreciendo la penetración de luz y la actividad primaria.

Desde 2020 se observa una variabilidad moderada en la conductividad, con un pico en 2020 (512 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y descenso en 2021 (129.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$), seguido de un repunte sostenido. Esta oscilación podría responder a patrones hidrológicos estacionales o a descargas externas esporádicas. En cuanto a los SST, los niveles se han mantenido generalmente bajos, lo que sugiere que los sólidos no son el principal problema de calidad en la ciénaga.

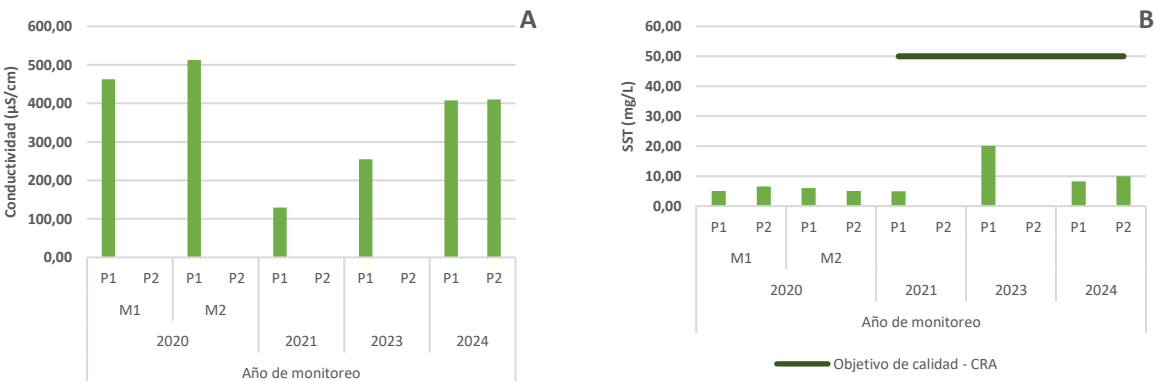


Figura 35. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la ciénaga Paraíso.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.9.2. Parámetros microbiológicos.

Los contaminantes microbiológicos muestran una presencia elevada de coliformes termotolerantes (CTE), con 12003 NMP/100 mL en P1 y 2098 NMP/100 mL en P2 (Figura 36A), muy por encima de los límites establecidos para usos recreativos o agrícolas según el Decreto 1076 de 2015. Para uso agrícola, el máximo permitido de CTE es 1000 NMP/100 mL, mientras que para contacto primario no debe superar 200 NMP/100 mL. Por tanto, la ciénaga no es apta para estos usos. En relación a los coliformes totales (CT), se registraron 19350 NMP/100 mL en P1 y 5540 NMP/100 mL en P2 (Figura 36B), superando ampliamente el umbral de 5000 NMP/100 mL para uso agrícola. Estos datos evidencian una fuerte contaminación fecal, probablemente asociada a vertimientos domésticos o ganaderos no tratados (González et al., 2022).

El análisis de los registros anteriores muestra que la contaminación microbiológica ha sido una constante. Ya en 2020 se observaban niveles alarmantes, con hasta 92000 NMP/100 mL de CT, lo que evidencia una situación crónica. Aunque en 2023 se reportaron descensos puntuales, en 2024 los niveles vuelven a

aumentar.

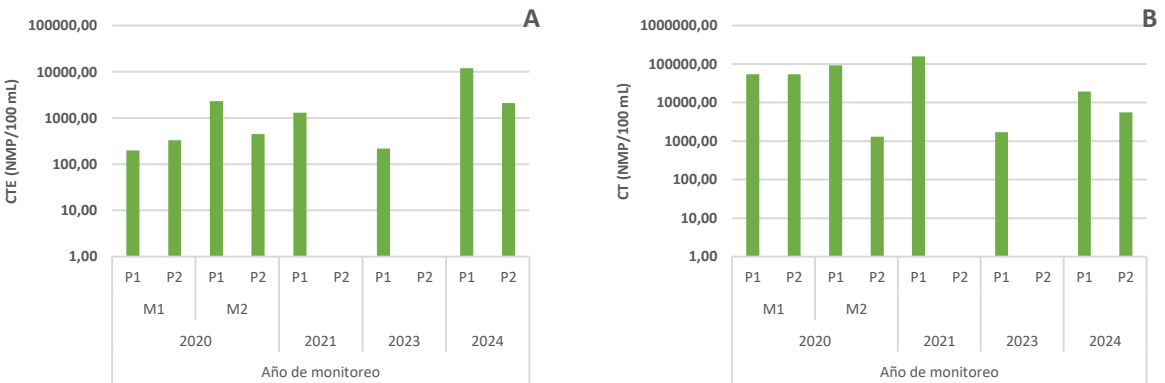


Figura 36. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga Paraíso.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.9.3. Índices de calidad ambiental.
 A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de diferentes índices de calidad del agua a los datos obtenidos en la ciénaga Paraíso (Tabla 12). Los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA) del IDEAM fueron 0.549 en el punto P1 y 0.559 en el punto P2, lo que indica una calidad del agua calificada como "regular" según la clasificación oficial (IDEAM, 2011).

Por su parte, los índices específicos de contaminación (ICO) (Ramírez et al., 1997; 1999), evidencian que el componente de sólidos suspendidos (ICOSUS) es prácticamente nulo (0.00 en P1 y 0.01 en P2), lo cual confirma que la carga sedimentaria no representa un problema significativo en este cuerpo de agua. Sin embargo, el índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) refleja una situación preocupante, con valores de 0.90 en P1 y 0.84 en P2, lo que indica una contaminación orgánica alta a muy alta, asociada a vertimientos sin tratamiento y posible eutrofización. En contraste, el ICOpH fue muy bajo en ambos puntos (0.00011 en P1 y 0.00013 en P2), lo que sugiere que la acidez o alcalinidad del agua no representa un factor de riesgo ecológico en la actualidad.

Estos resultados refuerzan lo evidenciado en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos: la principal amenaza para la ciénaga Paraíso no son los sólidos, ni el pH, sino la elevada carga orgánica biodegradable, que agota el oxígeno disuelto e impacta negativamente a la biota acuática. El valor alto del ICOMO también respalda la necesidad urgente de controlar fuentes de contaminación difusa y puntual, especialmente en temporadas de bajo caudal.

Tabla 12. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la
 ciénaga Paraíso en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,549	0,00	0,90	0,00011
Punto 2	0,559	0,01	0,84	0,00013

Fuente: Labormar (2025).

8.1.10. Ciénaga Manatí.

8.1.10.1. Parámetros fisicoquímicos.

La temperatura en la ciénaga Manatí alcanzó valores de 30.36 °C en el punto P1 y 30.13 °C en el punto P2 (Figura 37A). Estos niveles son característicos de ecosistemas lénticos tropicales, especialmente en cuerpos de agua someros y expuestos a alta radiación solar, como es típico en la región Caribe colombiana (Ramos-Scharroth et al., 2018). Aunque no existen límites normativos específicos para temperatura en la legislación ambiental colombiana para este tipo de cuerpos de agua, se reconoce que temperaturas superiores a 30 °C pueden afectar la solubilidad del oxígeno, acelerar procesos biológicos como la descomposición orgánica y alterar la estructura de las comunidades acuáticas (Pérez-Ruzafa et al., 2011; Wetzel, 2001). En este sentido, los valores registrados en 2024 podrían representar una condición de estrés térmico moderado para especies sensibles, especialmente si se combina con bajos niveles de oxígeno disuelto.

En esta ciénaga se ha observado una tendencia de incremento térmico. En 2020, las temperaturas se mantuvieron en 29 °C, mientras que en 2023 se registró un valor de 31.3 °C en P1, el cual representa el pico más alto. Aunque los valores de 2024 son levemente menores que los del año anterior, se mantiene una tendencia de temperaturas superiores a 30 °C. Este comportamiento podría estar asociado tanto a fenómenos climáticos, como a la pérdida de cobertura vegetal en la zona circundante, lo cual incrementa la exposición solar sobre el espejo de agua (Ramos-Scharroth et al., 2018) y puede, a largo plazo, favorecer la proliferación de cianobacterias y afectar procesos biogeoquímicos claves del ecosistema (Tundisi & Tundisi, 2012).

En cuanto al pH, se mantuvo dentro del rango entre 7.03 Unidades en P1 y 6.95 Unidades en P2 (Figura 37B), lo que indica una condición levemente ácida a neutra, compatible con ecosistemas tropicales de aguas cálidas. Estos valores cumplen con los criterios tanto de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociadas al río Magdalena en el departamento del Atlántico, como del Decreto 1076 de 2015 para la preservación de flora y fauna en cuerpos de agua cálida dulce (4.5 a 9.0 Unidades). La evolución histórica del pH muestra que es una variable relativamente estable, con valores ligeramente alcalinos en 2020 (8.20 y 7.85 Unidades) y una tendencia decreciente hacia la

sugiere un empeoramiento progresivo de la calidad del agua, probablemente asociado a la acumulación de materia orgánica y falta de tratamiento adecuado de vertimientos. De forma paralela, la DQO se ha duplicado desde 2020, lo que refuerza la hipótesis de un deterioro sistemático de las condiciones del ecosistema por aporte de compuestos difíciles de oxidar.

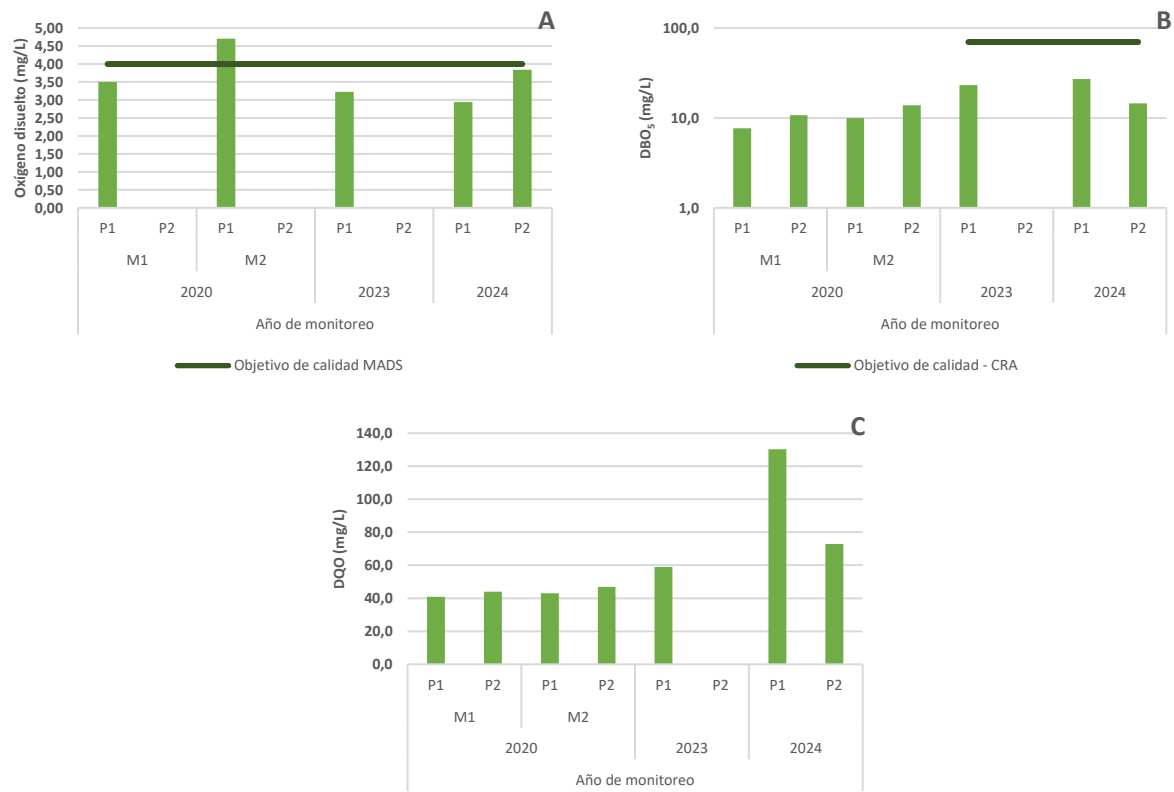


Figura 38. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga Manatí.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad eléctrica registrada alcanzó 1017.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 1009.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 (Figura 39A), lo cual refleja un aumento sustancial en la concentración de sales disueltas respecto a años previos (443 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2020 y 317 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2023). Estos valores, aunque no están regulados por norma nacional, indican evaporación elevada o arrastre de fertilizantes y lixiviados del entorno agrícola (Cañedo-Argüelles et al., 2013). Esta condición puede comprometer la biodiversidad acuática, ya que muchos macroinvertebrados y peces tropicales son sensibles a cambios abruptos en la salinidad (Rico et al., 2016).

Por el contrario, los valores de sólidos suspendidos totales (SST) fueron bajos: 3,0 mg/L (P1) y 2,9 mg/L (P2) (Figura 39B), cumpliendo holgadamente el criterio de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (<50 mg/L). Esta baja concentración de sólidos puede estar asociada a una escasa resuspensión de

sedimentos, o a una sedimentación acelerada en condiciones de baja corriente. Históricamente, los SST en esta ciénaga han oscilado entre 5 y 77 mg/L, siendo el pico máximo en 2023 (77.10 mg/L), probablemente por eventos de escorrentía o dragados.

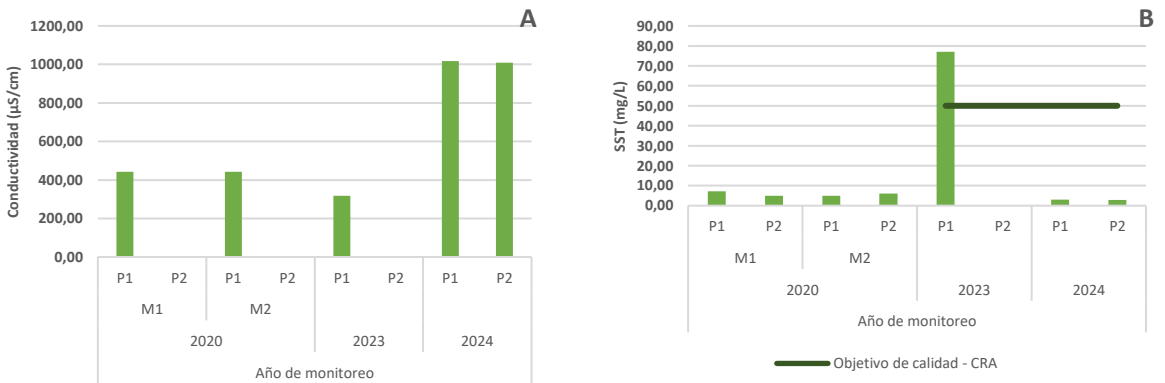


Figura 39. Conductividad y Sólidos Suspendedos Totales (SST) en la ciénaga Manatí.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.10.2. Parámetros microbiológicos.

Las concentraciones de coliformes termotolerantes (CTE) fueron de 15531 NMP/100 mL en P1 y 20 NMP/100 mL en P2 (Figura 40A), mientras que los coliformes totales (CT) alcanzaron 17230 y 100 NMP/100 mL, respectivamente en P1 y P2 (Figura 40B). En el punto P1, estos valores exceden ampliamente los límites del Decreto 1076 de 2015 para todos los usos: agrícola (CTE < 1000; CT < 5000), recreación primaria (CTE < 200; CT < 1000) y secundaria (CT < 5000). Por el contrario, en el punto P2, ambos parámetros cumplen con los criterios incluso para uso recreativo primario, lo que indica una posible heterogeneidad en las fuentes de contaminación.

En comparación histórica, se observa que los valores de CTE y CT en P1 han aumentado de forma alarmante: en 2020, los niveles eran de 230 a 490 NMP/100 mL, y en 2023 se registró un aumento a 490 (CTE) y 1700 (CT). El incremento súbito en 2024 podría estar asociado a vertimientos recientes o a escasa dilución por baja recarga hídrica. Esta condición representa un riesgo sanitario importante, tanto para el ecosistema como para posibles actividades humanas en la zona.

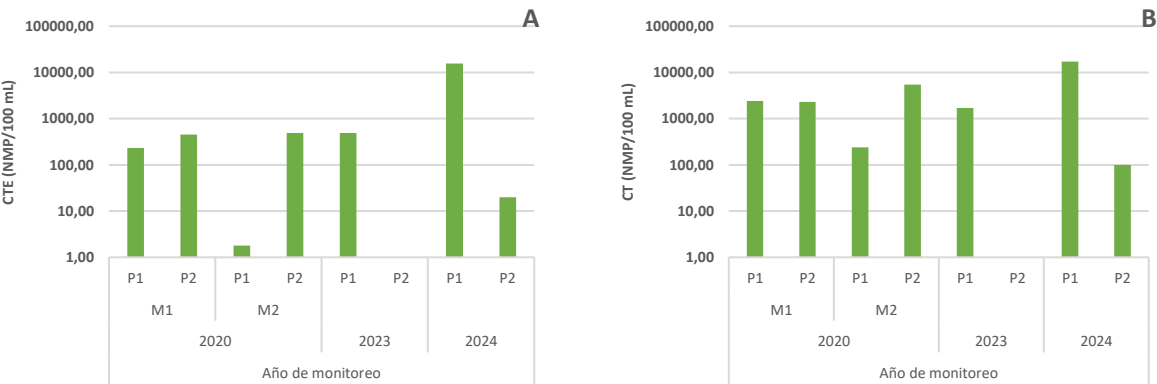


Figura 40. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga Manatí.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.10.3. Índices de calidad ambiental.

Los valores del Índice de Calidad del Agua (ICA) para la ciénaga Manatí fueron de 0.580 en el punto P1 y 0.635 en el punto P2, lo que de acuerdo con la clasificación del IDEAM (2011) indica una calidad regular en ambos sitios. Este resultado sugiere la presencia de condiciones ambientales que, aunque no críticas, limitan el uso del recurso hídrico y reflejan alteraciones en la integridad ecológica del ecosistema. En particular, la diferencia entre puntos resalta una ligera mejora en el punto 2, posiblemente asociada a menor presión antrópica o mayor capacidad de autodepuración.

El análisis complementario mediante los Índices de Contaminación ICOs permite una visión más específica. El ICOSUS (Sólidos Suspendidos) es 0.00 en ambos puntos, lo que indica ausencia de impacto significativo por sólidos, coherente con los valores bajos de SST registrados en el monitoreo. Sin embargo, el ICOMO (Materia Orgánica) muestra niveles elevados, especialmente en P1 (0.89), lo que denota una alta carga orgánica biodegradable, consistente con las concentraciones de DBO₅ observadas en el análisis fisicoquímico. El ICOpH, por su parte, presenta valores muy bajos (0.0011 y 0.0008), indicando que el pH no representa un factor de alteración. En conjunto, estos resultados apuntan a la materia orgánica como principal vector de contaminación, sugiriendo la necesidad de controlar fuentes de vertimiento orgánico como aguas residuales domésticas o actividades ganaderas cercanas.

Tabla 13. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga Manatí en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,580	0,00	0,89	0,0011
Punto 2	0,635	0,00	0,57	0,0008

Fuente: Labormar (2025).

8.1.11. Ciénaga El Uvero.

8.1.11.1. Parámetros fisicoquímicos.

La temperatura en la ciénaga El Uvero osciló entre 30.23 °C en P2 y 31.86 °C en P2 (Figura 41A), valores que confirman una condición típica de cuerpos de agua lénticos tropicales. Aunque no existen umbrales críticos específicos para este parámetro en la normativa nacional, temperaturas elevadas pueden afectar la solubilidad del oxígeno y la fisiología de organismos acuáticos (Talling y Lemoalle, 1998). A lo largo del periodo 2020–2024, se observa un incremento paulatino de la temperatura superficial, con un aumento de más de 2 °C respecto a 2020, lo que podría estar relacionado con procesos de eutrofización o modificación en la cobertura vegetal (Chapra, 2014).

Respecto al pH, los valores estuvieron entre 7.15 Unidades en P1 y 7.39 Unidades en P2(Figura 41B), dentro del rango permitido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico y el Decreto 1076 de 2015 del MADS para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces (4.5 a 9.0 Unidades). En los últimos años, el pH se ha mantenido relativamente estable, con ligeras oscilaciones hacia valores neutros o ligeramente alcalinos, lo que es compatible con una actividad biológica activa y procesos de fotosíntesis (Esteves, 2011).

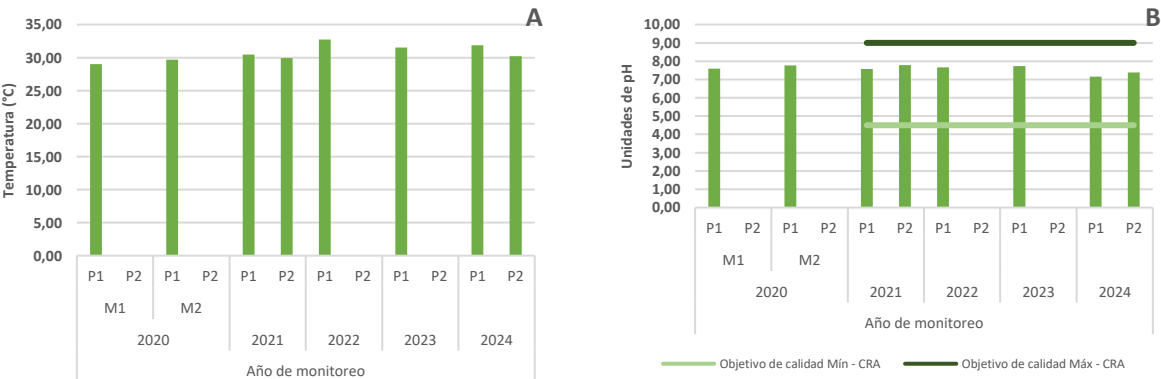


Figura 41. Temperatura y pH registrados en la ciénaga El Uvero.
Fuente: Labormar (2025).

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en la ciénaga El Uvero variaron entre 6.19 mg/L (P1) y 6.38 mg/L (P2) (Figura 42A), valores que superan el umbral mínimo de 4 mg/L recomendado por el Decreto 1076 de 2015 para la preservación de fauna y flora acuática en aguas cálidas dulces y la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico. Este comportamiento indica una buena oxigenación de la columna de agua en el periodo evaluado. Comparado con años anteriores, se evidencia una recuperación importante, ya que entre 2021 y 2023 se registraron concentraciones incluso por debajo de 3 mg/L, reflejo de

condiciones hipóxicas que podrían haber afectado la biota (Wetzel, 2001).

En cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), se reportaron 9.9 mg/L (P1) y 7.85 mg/L (P2) (Figura 42B). Ambos valores cumplen con los criterios de la Resolución CRA 0449 de 2021 para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico, que establece un límite de 70 mg/L. Estos valores, aunque dentro de la normativa, sugieren una presión antrópica persistente, aunque baja, probablemente derivada de descargas domésticas o actividades agrícolas circundantes (Restrepo et al., 2015).

Respecto a la demanda química de oxígeno (DQO), los valores oscilaron entre 35.83 mg/L (P1) y 38.99 mg/L (P2) (Figura 42C). Aunque no existe un umbral definido por la normativa nacional para este parámetro, estos niveles son coherentes con sistemas lénticos con materia orgánica en descomposición, sin alcanzar estados críticos. A lo largo del periodo 2020–2024, se observa una disminución respecto a picos anteriores como los 61.0 mg/L registrados en 2020 (P2), lo que sugiere una ligera mejora en la eficiencia del proceso de autodepuración del ecosistema.

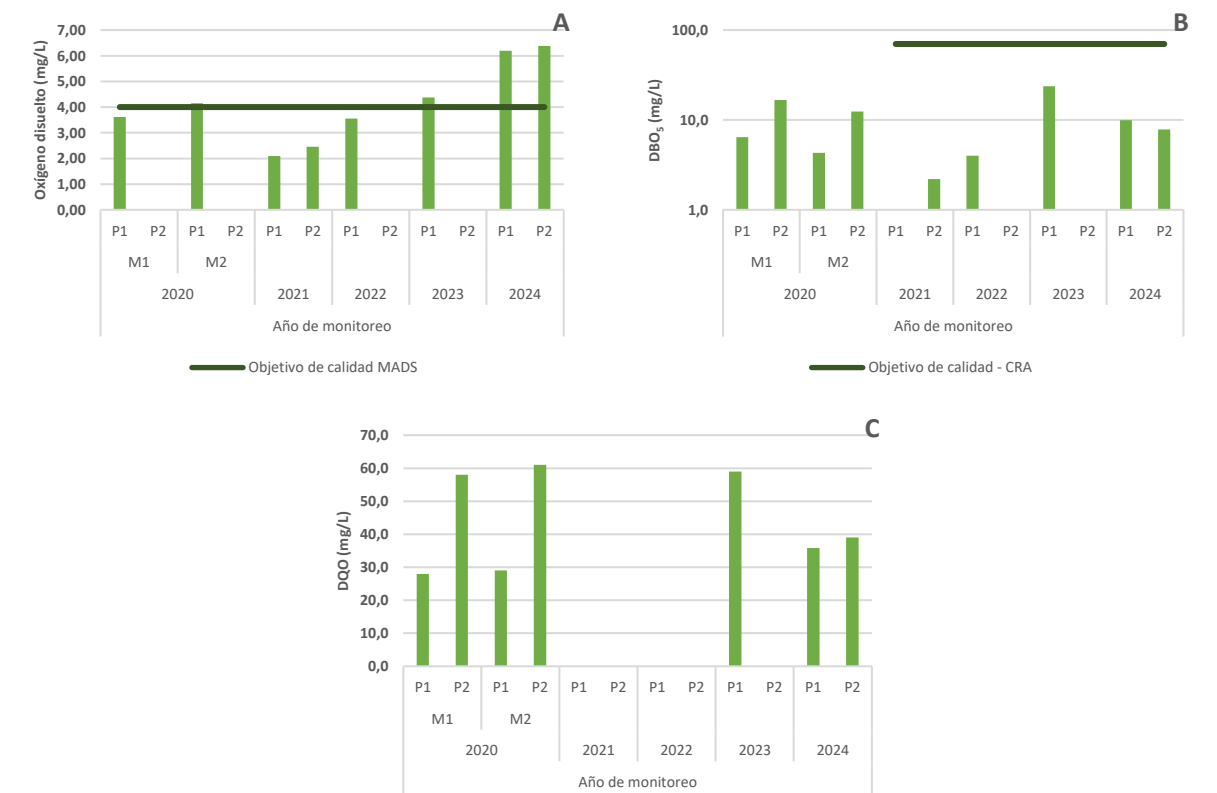


Figura 42. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga El Uvero.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad eléctrica en la ciénaga El Uvero se ubicó en 180.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P1) y 196.76 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (P2) (Figura 43A), indicando un nivel bajo de sales disueltas, característico de cuerpos de agua dulce con mínima intrusión salina o mineralización superficial. Estos valores contrastan marcadamente con las concentraciones extremadamente elevadas registradas en 2021, que superaron los 18000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, posiblemente como resultado de eventos puntuales de contaminación o errores de medición. La tendencia descendente sostenida desde 2022 sugiere una recuperación del sistema hacia condiciones más naturales, lo cual es favorable para la fauna acuática, que suele ser sensible a cambios drásticos en la salinidad (Ramos-Scharroth et al., 2018).

En relación con los sólidos suspendidos totales (SST), se registraron valores de 3.1 mg/L (P1) y 13 mg/L (P2) (Figura 43B), ambos muy por debajo del límite de 50 mg/L establecido por la Resolución 0449 de 2021 para el complejo de humedales y ciénagas asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico. Esta baja carga de sólidos en suspensión denota condiciones de sólidos mínima y favorece la penetración de luz en la columna de agua, aspecto clave para la fotosíntesis del fitoplancton (Torres et al., 2011). En comparación con años anteriores, se confirma una disminución significativa respecto a los 159 mg/L observados en 2021 (P1), lo cual refuerza la percepción de una mejora en la calidad física del agua y en la estabilidad del sedimento en el cuerpo de agua.



Figura 43. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la ciénaga El Uvero.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.11.2. Parámetros microbiológicos.

Los niveles de coliformes termotolerantes (CTE) en la ciénaga El Uvero alcanzaron los 752 NMP/100 mL (P1) y <1 NMP/100 mL (P2) (Figura 44A), mientras que los coliformes totales (CT) fueron de 2310 NMP/100 mL (P1) y <1 NMP/100 mL (P2) (Figura 44B). Aunque P2 muestra una notable mejora en la calidad microbiológica del agua, los resultados en P1 superan el umbral establecido en el Decreto 1076 de 2015 para uso por contacto primario (CTE <200 NMP/100 mL; CT <1000 NMP/100 mL), aunque cumplen para uso por contacto secundario (CT <5000 NMP/100 mL), así como para riego agrícola (CTE <1000 NMP/100 mL; CT <5000 NMP/100 mL).

Históricamente, el comportamiento de los indicadores bacteriológicos ha sido muy variable en El Uvero. Por ejemplo, en 2020 se reportaron niveles elevados en ambos puntos (CTE hasta de 780 NMP/100 mL y CT hasta de 22000 NMP/100 mL), y en 2021 incluso se presentaron picos extremos, como 160000 NMP/100 mL de CT. La reducción paulatina desde 2022 sugiere una posible mejora en el control de fuentes de contaminación, como vertimientos domésticos sin tratamiento o escorrentía agrícola con carga orgánica (Güereño et al., 2022). Sin embargo, el repunte puntual de CTE en P1 durante 2024 evidencia que aún existen presiones sanitarias en sectores específicos que comprometen los usos del ecosistema.

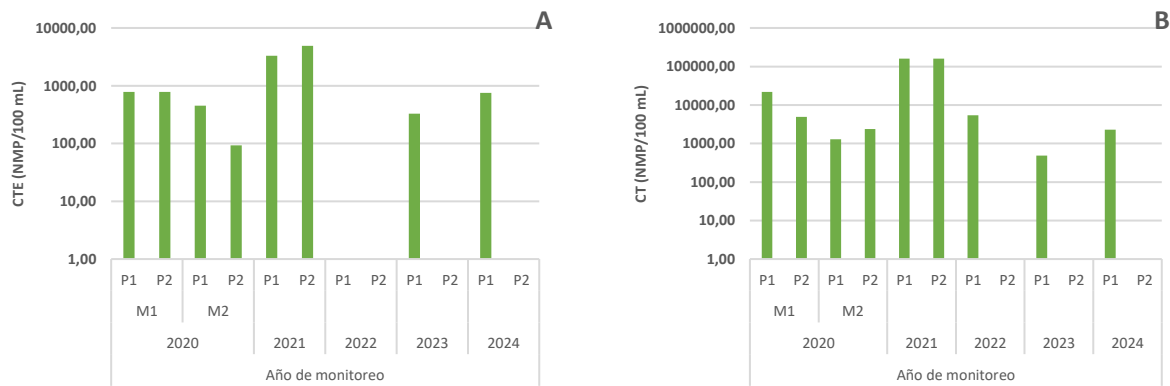


Figura 44. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga El Uvero.
 Fuente: Labormar (2025).

8.1.11.3. Índices de calidad ambiental.

El análisis del Índice de Calidad del Agua (ICA) propuesto por el IDEAM (2011) revela una condición aceptable en ambos puntos de monitoreo de la ciénaga El Uvero, con valores de 0.779 en P1 y 0.768 en P2. Estas cifras reflejan una calidad general del agua favorable en términos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos considerados por el índice, lo que respalda la posibilidad de mantener funciones ecológicas básicas.

En cuanto a los Índices de Contaminación (ICO) propuestos por Ramírez et al. (1997, 1999), los resultados muestran contrastes relevantes entre puntos. El ICOpH fue bajo en ambos sitios (0.0016 en P1 y 0.0037 en P2), lo cual es coherente con los valores de pH registrados en el rango neutro y compatibles con sistemas acuáticos saludables. El ICOSUS, indicador de contaminación por sólidos suspendidos, fue nulo en P1 y muy bajo en P2 (0.02), lo que confirma las bajas concentraciones de sólidos durante el periodo. Sin embargo, el ICOMO, que mide la carga orgánica, mostró una diferencia significativa entre los puntos: mientras que en P2 fue moderado (0.33), en P1 alcanzó un valor de 0.87, que refleja una contaminación orgánica alta y localizada.

Tabla 14. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la
 ciénaga El Uvero en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de Contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,779	0,00	0,87	0,0016
Punto 2	0,768	0,02	0,33	0,0037

Fuente: Labormar (2025).

8.2.ZONA HIDROGRÁFICA: CIÉNAGA DE MALLORQUÍN Y LOS ARROYOS GRANDE Y LEÓN

8.2.1. Ciénaga de Mallorcaín.

8.2.1.1. Parámetros fisicoquímicos.

La ciénaga de Mallorcaín es un ecosistema ubicado en zona tropical, en la cual la temperatura del agua está influida por la radiación solar, la profundidad, los vientos y las entradas de agua al ecosistema. En el año 2024, se presentaron valores desde 29.63°C (en el punto P4) hasta 33.70°C (en el punto P5), similares a los registros reportados en las caracterizaciones realizadas por la CRA en los últimos cinco años, donde se han obtenido valores desde 28.5°C hasta 33.2°C (Figura 45A).

En los ecosistemas acuáticos estuarinos, como es el caso de la ciénaga de Mallorcaín, los niveles de pH promedio están entre 7 y 7.5 Unidades en las secciones más dulces, y entre 8 y 8.6 Unidades en las zonas más salinas. Además, cabe mencionar, que algunas especies, a pH por debajo de 5 o por encima de 9 pueden presentar problemas para sobrevivir (EPA, 2006).

Para el monitoreo del año 2024 se registraron valores de pH entre 7.83 Unidades en P5 y 8.43 Unidades en P1(Figura 45B), que cumplen con el criterio de calidad para preservación de flora y fauna en aguas marinas y estuarinas (6.5 a 8.5 Unidades) del Decreto 1076 de 2015, Artículo 2.2.3.3.9.10 (Transitorio) del MADS, y el objetivo de calidad (clase V – corto y mediano plazo) estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (entre 4.5 y 9 Unidades).

En los monitoreos de calidad de aguas, realizados por la CRA, se pudo determinar que la ciénaga de Mallorcaín registró pH, en siete puntos de monitoreo, entre 7.47 y 8.23 Unidades en el primer monitoreo del año 2020 y entre 7.37 y 8.19 Unidades en el segundo monitoreo del mismo año. Para el año 2021, los resultados estuvieron en el orden de las 7.24 y 7.88 Unidades y en 2022 entre 8.44 y 9.5 Unidades, siendo este año en el que se reportaron los valores más altos, aunque solo en dos de los puntos se presentaron valores superiores a las 9 Unidades. Por su parte, en 2023 los valores estuvieron entre 7.05 y 8.28 Unidades.

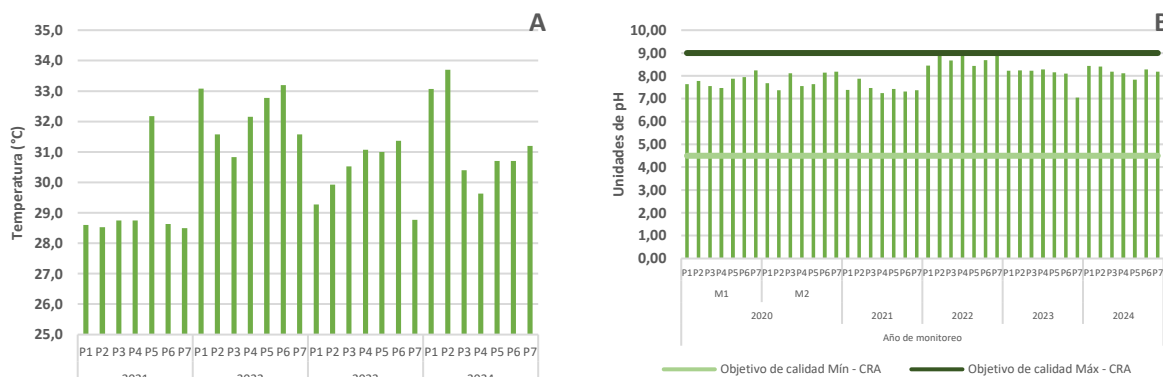


Figura 45. Temperatura y pH registrados en la ciénaga de Mallorcaín.

Fuente: Labormar (2025).

En cuanto a los niveles de oxígeno disuelto, la ciénaga registró valores entre 5.89 y 9.52 mg/L, que cumplen con el límite mínimo de control establecido en el Decreto 1076 de 2015 del MADs para aguas marinas y estuarinas, así como lo especificado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (4 mg/L) (Figura 46A).

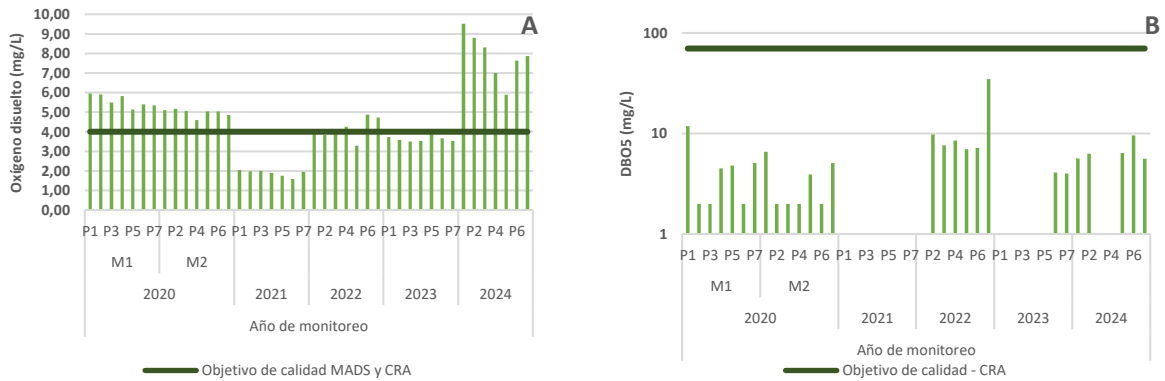
La ciénaga registro valores entre 5.39 y 5.95 mg/L de oxígeno disuelto (monitoreo 1) y entre 4.6 y 5.16 mg/L (monitoreo 2) en 2020. Sin embargo, en 2021, 2022 y 2023 se caracterizó por valores bajos, en su mayoría, <4 mg/L que no cumplían con los límites mínimos de control. Es importante aclarar que, los valores de oxígeno disuelto pueden ser muy variables ya que estos dependen de muchos factores, tanto naturales (fotosíntesis, respiración, nitrificación, difusión...), como de factores antrópicos (eutrofización y vertidos con alto contenido en materia orgánica).

La variabilidad temporal de la concentración del oxígeno en el agua depende tanto de factores naturales (meteorológicos), como de factores antrópicos. Un factor importante es la descarga fluvial. Con lluvias fuertes las aguas difícilmente presentarán un déficit de oxígeno. Por el contrario, en condiciones de sequía hay una menor renovación del agua del estuario y, por ello, los procesos de consumo de oxígeno pueden causar descensos marcados. Esto último ocurre generalmente en la época de sequía, cuando también las tasas biológicas dependientes de la temperatura (como la respiración, el crecimiento bacteriano, etc.) son más altas.

Aunque las entradas de aguas con altas cargas orgánicas favorecen al consumo de oxígeno en el cuerpo de agua, su falta puede generar la misma consecuencia por la falta de corrientes que ayuden a la movilización, oxigenación y renovación de las aguas, quizá es por esto, que en los monitoreos de los años 2022 y 2023 las concentraciones estuvieron por debajo de lo habitual, debido a que la comunidad bloqueó una de las entradas principales de agua a través del arroyo León.

Con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) (Figura 46B), que indica la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el agua y cuyo incremento provoca la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, creando condiciones de “anoxia” que dañan a las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos, se registraron concentraciones características de buena calidad del agua en P1 con 5.65 mg/L y P7 con 5.6 mg/L (>3 y ≤6mg/L), de excelente calidad en P3 y P4, donde las concentraciones estuvieron por debajo del límite de detección del método empleado (≤3mg/L) y de calidad aceptable en P6 con 9.54 mg/L (>3 y ≤30mg/L) según los criterios de Conagua-Semarnat (2014). Así mismo, en los últimos monitoreos de caracterización realizados por la CRA, se han registrado valores, con excepción de P7 en 2022, donde se reportaron 34.7 mg/L, concentraciones por debajo de 12 mg/L que pueden considerarse de calidad aceptable, que cumplen con el objetivo de calidad estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (70 mg/L).

Por otra parte, la DQO (Figura 46C), que cuantifica la cantidad de materia orgánica total susceptible de oxidación química (biodegradable y no biodegradable) que hay en una muestra líquida y se utiliza para establecer un nivel de contaminación (Banach et al.2009), registró valores no detectables en P3, P4 y P7, valores que rondan los 32 mg/L en P1, P2 y P5, indicativos de aguas de calidad aceptable (>20 y ≤40mg/L) y un valor de aguas contaminadas 47.87 mg/L en P6 (>40 y ≤200mg/L). Este último punto se encuentra cercano a barrio Las Flores, donde probablemente se hacen vertimientos de aguas residuales domésticas que contienen restos de alimentos, detergentes, excretas humanas, grasas y jabones que aumentan la DQO.



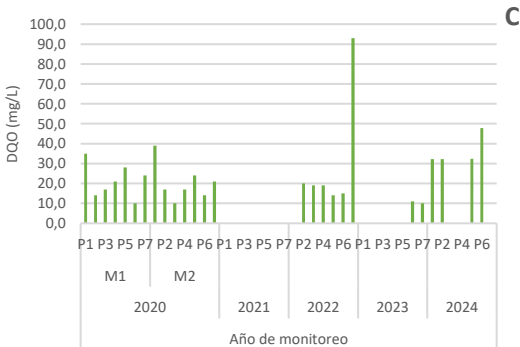


Figura 46. Oxígeno disuelto, DBOs y DQO en la ciénaga de Mallorquín.
 Fuente: Labormar (2025).

Los valores de salinidad registrados en la ciénaga de Mallorquín durante el año 2024 oscilan entre 26.1 UPS en P6 y 32 UPS en P2. Según la clasificación hidrológica estándar, las aguas con salinidad entre 0.5 UPS y 30 UPS se consideran salobres, mientras que aquellas entre 30 UPS y 50 UPS se clasifican como aguas salinas o marinas (Wetzel, 2001; Chapman, 1996). En este contexto, los puntos P1, P2 y P4, con valores de 31.8, 32 y 30.2 UPS respectivamente, se ubican en el límite inferior del rango marino, lo cual indica una mayor influencia marina en estos sectores. Los puntos restantes (P3, P5, P6 y P7), con salinidades entre 26.1 y 29.5 UPS, corresponden a aguas salobres, típicas de zonas estuarinas (Figura 47A). Esta distribución confirma el carácter transicional de la ciénaga de Mallorquín, donde la interacción entre el agua dulce y marina genera un ecosistema de salinidad variable.

En tanto, el contenido de sólidos suspendidos totales (SST) en los cuerpos de agua provoca su turbidez y reduce la penetración de la luz solar, impidiendo el desarrollo de la vegetación acuática, afectando al resto de su biodiversidad, además, representa un parámetro importante para la calidad del agua porque la excesiva materia orgánica en suspensión tiene efectos adversos dentro de la vida acuática como la obstrucción de las branquias de los peces, que impide el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, reduce la resistencia de los peces a enfermedades, reduce las tasas de crecimiento, y la capacidad de los depredadores acuáticos a detectar sus presas (EPA, 2006).

Para este monitoreo, se registraron las concentraciones más bajas en P2, P3, P4 y P5, con valores que cumplen con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (<50 mg/L), mientras que en P1, P6 y P7 se obtuvieron concentraciones entre 51 y 76 mg/L.

Como se observa en la Figura 47B, en los monitoreos de caracterización realizados por la CRA en la ciénaga de Mallorquín en los últimos 5 años, se ha observado una mejoría en los valores promedio de SST, cumpliéndose paulatinamente con el objetivo de calidad.

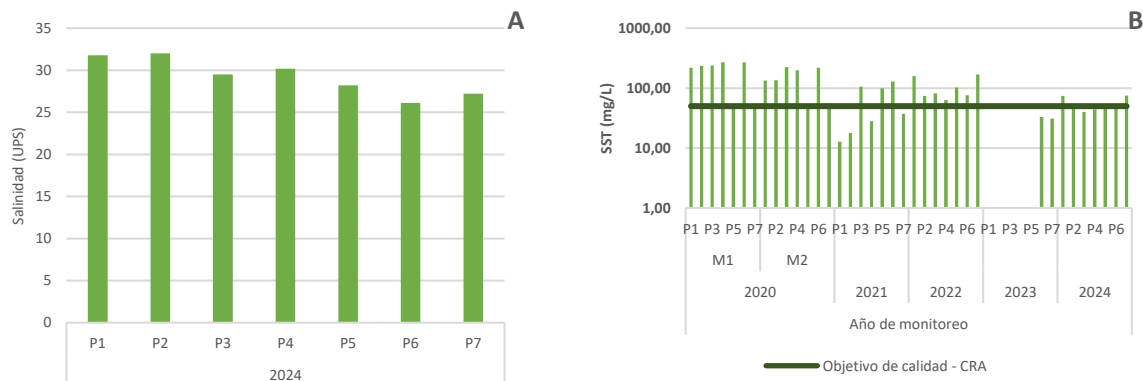


Figura 47. Conductividad y Sólidos Suspendedos Totales (SST) en la ciénaga de Mallorquín.
 Fuente: Labormar (2025).

8.2.1.2. Parámetros microbiológicos.

En lo relacionado a la contaminación microbiológica en la ciénaga de Mallorquín, se registraron concentraciones no detectables de coliformes termotolerantes (CTE) en la mayoría de puntos, exceptuando P1 donde se obtuvieron 10 NMP/100 mL (Figura 48A), de igual manera, en los puntos P3, P4, P6 y P7 no se detectaron coliformes totales (CT); en P1 se obtuvieron 200 NMP/100 mL y en P2 y P5 100 NMP/100 mL (Figura 48B).

Para aguas superficiales naturales, los valores permisibles de coliformes termotolerantes y totales no están establecidos de manera general y única, sino que varían según el uso que se le asigne al recurso hídrico conforme a la clasificación establecida en el Decreto 1076 de 2015 del MADS (artículos 2.2.3.3.1 y siguientes).

En todo caso, los valores de CT registrados, son aptos teniendo en cuenta que el criterio para recreación con contacto primario del Decreto mencionado es ≤1000 NMP/100 mL.

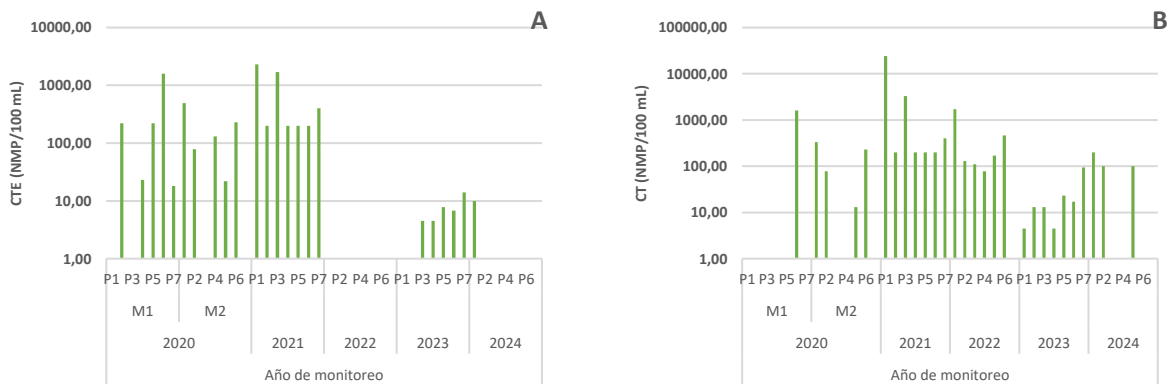


Figura 48. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Mallorquín.
 Fuente: Labormar (2025).

8.2.1.3. Índices de calidad ambiental.

De la aplicación de los índices de calidad ambiental, el índice de calidad de aguas-ICA (IDEAM, 2011), muestra que en general las aguas de la ciénaga de Mallorquín tienen una Calidad Regular en los siete puntos monitoreados, debido a las concentraciones de DQO en algunos puntos y las altas conductividades y salinidades. En cuanto a los índices de contaminación – ICOs (Ramírez et al. 1997), de manera más específica, no manifiestan preocupación por contaminación por pH (ICOpH), ni por sólidos suspendidos totales (ICOSUS) de P1 a P6, aunque demuestra que hay un grado de contaminación Bajo en P7. En tanto, se evidencia contaminación media por materia orgánica (ICOMO) en los puntos P1, P2, P5, P6 y P7, y contaminación Baja en P3 y P4 (Tabla 15).

Tabla 15. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga de Mallorquín en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,64	0,00	0,49	0,1196
Punto 2	0,65	0,00	0,50	0,1125
Punto 3	0,70	0,00	0,32	0,0542
Punto 4	0,69	0,11	0,33	0,0445
Punto 5	0,67	0,12	0,50	0,0168
Punto 6	0,58	0,14	0,54	0,0749
Punto 7	0,68	0,21	0,49	0,0560

Fuente: Labormar (2025).

8.2.2. Ciénaga El Rincón (Lago del Cisne).

8.2.2.1. Parámetros fisicoquímicos.

Las temperaturas registradas en los distintos puntos de muestreo de la ciénaga El Rincón oscilaron entre 26.1°C y 32°C. El valor más alto se presentó en el punto P2 (32°C), mientras que el más bajo se registró en P6 (26.1°C) (Figura 49A). En general, los datos se mantuvieron dentro del rango esperado para ecosistemas acuáticos en zonas tropicales (26°C – 32°C) (Roldán y Ramírez, 2008; Wetzel, 2001), lo que sugiere condiciones térmicas adecuadas para el desarrollo de los procesos ecológicos.

Con respecto a monitoreos anteriores, durante el periodo 2021–2024, se observaron temperaturas que oscilan entre 29.37 °C y 34.7 °C, con valores puntuales destacados como los registrados en el punto P5 del año 2021 (34.7°C) y en P1 del mismo año (33.8°C). Estos valores están por encima del rango típico, lo que podría estar asociado a baja profundidad, escasa cobertura vegetal o alta radiación solar, condiciones comunes en cuerpos de agua someros con poca renovación (Wetzel, 2001).

De otro lado, los valores de pH oscilaron entre 8.40 y 8.48 Unidades en los puntos monitoreados (P1, P2 y P3) (Figura 49B). Estos datos indican condiciones ligeramente alcalinas, lo cual es típico en cuerpos de agua con alta actividad fotosintética y baja carga ácida. Estos valores están dentro del rango aceptable para la vida acuática, que según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) y Roldán & Ramírez (2008) debe encontrarse entre 6.5 y 9.0 Unidades para mantener condiciones saludables. Además, cumplen los criterios de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico y el Decreto 1076 de 2015 del MADS para aguas cálidas dulces.

Durante monitoreos anteriores, en el año 2020, se observaron valores elevados de pH, con un rango entre 8.20 y 9.10 Unidades, indicando condiciones alcalinas pronunciadas. Estos niveles pueden estar asociados a procesos fotosintéticos intensos por parte de las algas, que consumen CO₂ y elevan el pH (Esteves, 2011). En especial, el valor de 9.10 Unidades en el punto P4 podría reflejar un exceso de actividad biológica o baja renovación hídrica.

En 2021 y 2022, los valores se mantuvieron dentro del rango óptimo para la vida acuática (6.5–9.0 Unidades según la OMS, 2017), con una ligera disminución en la dispersión y un rango más estable, entre 8.02 y 8.83. Estos valores se consideran normales para sistemas lénticos tropicales y no representan riesgo significativo para las comunidades acuáticas.

No obstante, en 2023, se observó un descenso importante del pH en todos los puntos, con valores entre 6.93 y 7.07 Unidades, cercanos a la neutralidad. Esta disminución podría deberse a un incremento de la materia orgánica en descomposición o una menor actividad fotosintética, lo cual eleva la concentración de CO₂ disuelto y baja el pH (Wetzel, 2001). Finalmente, en el año 2024, se reportaron nuevamente valores en el rango alcalino.

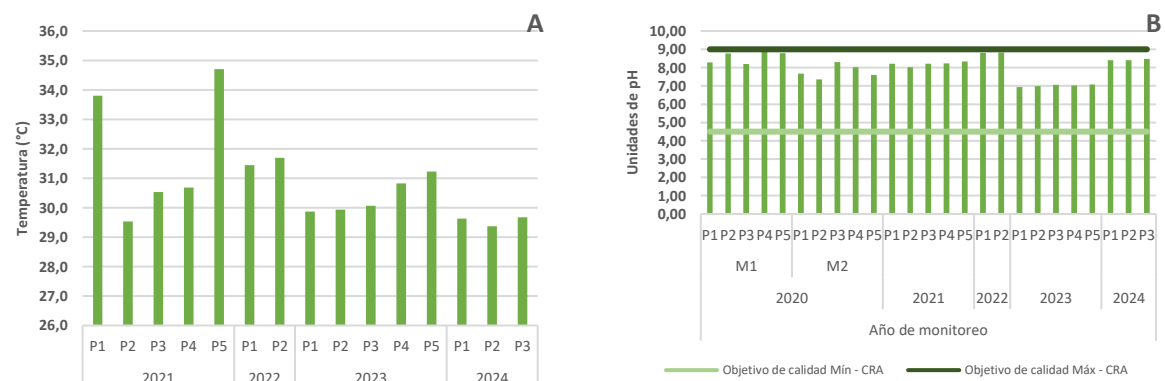
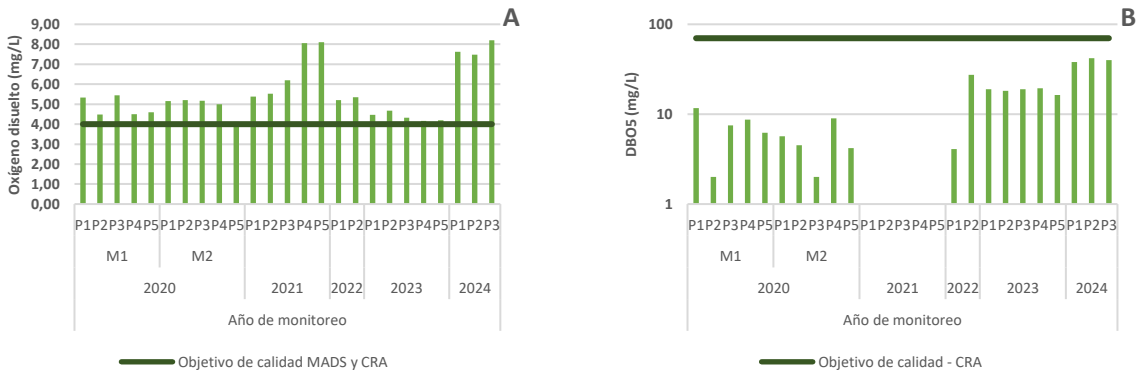


Figura 49. Temperatura y pH registrados en la ciénaga El Rincón (Lago del Cisne).
 Fuente: Labormar (2025).

En 2024, los valores de oxígeno disuelto oscilaron entre 7.48 mg/L y 8.20 mg/L, lo cual indica condiciones oxigenadas favorables para la vida acuática y cumplen con los criterios de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico y el Decreto 1076 de 2015 del MADS para aguas cálidas dulces. De acuerdo con Roldán y Ramírez (2008), niveles superiores a 5 mg/L son indicativos de aguas con buena calidad desde el punto de vista del oxígeno, esenciales para sostener comunidades biológicas equilibradas. Estos niveles son superiores a los observados en años anteriores (por ejemplo, entre 4.17 y 5.53 mg/L en 2023), lo que puede reflejar una mejora en la aireación natural o menor carga orgánica biodegradable (Figura 50A).

De otro lado, los valores de DBO₅ en 2024 fueron considerablemente altos, con registros de 38.18 mg/L en P1, 41.9 mg/L en P2 y 40.11 mg/L en P3 (Figura 50B). Estos niveles de DBO₅, aunque cumplen con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe (<70 mg/L), indican una carga orgánica excesiva, muy por encima del umbral de 10 mg/L que, según el IDEAM (2010), y señala una calidad del agua mala o contaminada por posible presencia de vertimientos domésticos o residuos orgánicos no tratados.

En cuanto a los valores de DQO, estos fueron igualmente elevados: 73.27 mg/L en P1, 80.71 mg/L en P2 y 78.53 mg/L en P3 (Figura 50C)., ubicándose dentro del rango de aguas contaminadas (40–200 mg/L) según la clasificación de Banach et al. (2009). La DQO mide la materia orgánica total (biodegradable y no biodegradable) presente en el agua y su alta concentración puede afectar la autodepuración del cuerpo de agua, contribuyendo a procesos como la eutrofización.



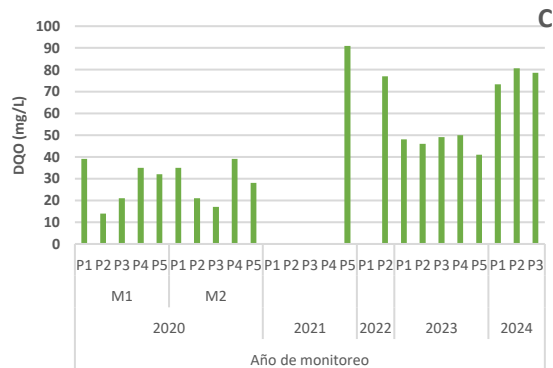


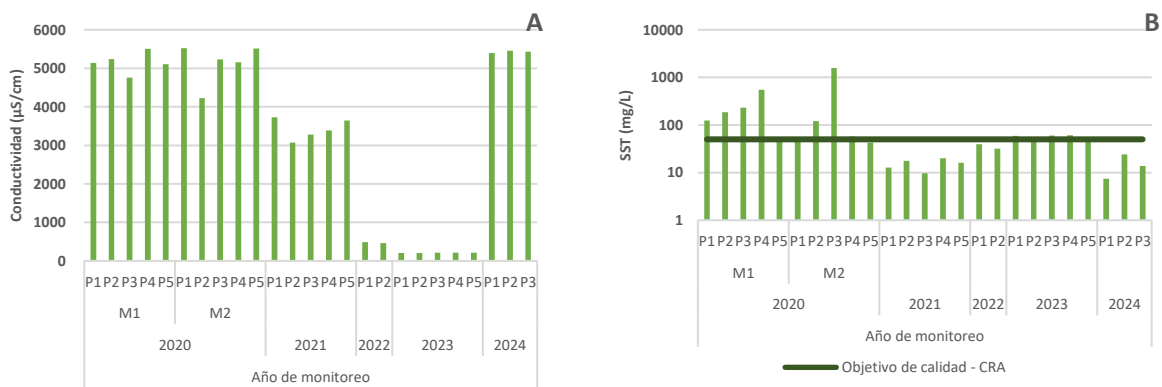
Figura 50. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga El Rincón (Lago del Cisne).
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad eléctrica en la ciénaga El Rincón presentó valores significativamente elevados, con registros de 5401.67 $\mu\text{S/cm}$ en P1, 5456 $\mu\text{S/cm}$ en P2 y 5428.67 $\mu\text{S/cm}$ en P3 (Figura 51A). Estos valores son indicativos de una alta concentración de sales disueltas en el agua, lo cual podría estar relacionado con procesos naturales como la evaporación intensa o con la intrusión salina, pero también con posibles aportes antrópicos (García et al., 2009). Según la clasificación del IDEAM (2018), conductividades mayores a 5000 $\mu\text{S/cm}$ en sistemas lénticos pueden asociarse a cuerpos de agua hipersalinos, lo que implica una alteración importante de las condiciones naturales y una posible afectación a la biota acuática sensible.

Al comparar los valores con los años anteriores, se observa que la conductividad en 2024 se asemeja a los niveles de 2020 y 2021, cuando se registraron valores igualmente altos, como 5523 $\mu\text{S/cm}$ en P1 (2020) y 5510 $\mu\text{S/cm}$ en P5 (2021). Sin embargo, entre 2022 y 2023, los valores descendieron drásticamente, llegando a niveles tan bajos como 207.67 $\mu\text{S/cm}$ en P1 y 210.67 $\mu\text{S/cm}$ en P3 (2023). Esta variación sugiere una posible influencia de factores climáticos, como lluvias intensas que diluyen las sales, o cambios en el régimen hidrológico y en las fuentes de aporte al sistema (Márquez & Mancera, 2014). El retorno a niveles altos en 2024 podría estar indicando una fase de concentración salina producto de procesos de evaporación acentuada o menor recarga hídrica.

Por su parte, los valores de Sólidos Suspendidos Totales (SST) fueron relativamente bajos: 7.4 mg/L en P1, 24 mg/L en P2 y 13.7 mg/L en P3(Figura 51B), cumpliendo con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe (<50 mg/L), lo que sugiere baja turbidez y menor presencia de partículas en suspensión, en comparación con años anteriores. Esta reducción en la carga de sólidos podría deberse a menores aportes de arrastre superficial o a condiciones hidrológicas más estables. SST bajos suelen estar asociados a una mejor calidad visual y físico-química del agua, lo cual favorece los procesos de fotosíntesis y visibilidad en el ecosistema (Rodríguez et al., 2016).

Los registros entre 2020 y 2023 de SST fueron significativamente más altos. En 2020, se alcanzaron valores extremos como 552.5 mg/L en P4 y 229.5 mg/L en P3, lo cual refleja altas cargas de sedimentos o materia orgánica en suspensión, probablemente derivadas de escorrentía, erosión de suelos y actividades antrópicas en la cuenca (IDEAM, 2010). Si bien en 2021 y 2022 los niveles comenzaron a disminuir (por ejemplo, 16 mg/L en P5 en 2021 y 32 mg/L en P2 en 2022), en 2023 se registraron de nuevo valores elevados en todos los puntos, como 59.9 mg/L en P4. La marcada reducción de SST en 2024 podría reflejar una recuperación parcial de las condiciones hidrosedimentológicas.



8.2.2.2. Parámetros microbiológicos.
 Los valores registrados de coliformes termotolerantes (CTE) en la ciénaga El Rincón estuvieron por debajo del límite de detección en P1 y P2 (<1 NMP/100 mL) y registraron 20 NMP/100 mL en P3 (Figura 52A). Estos valores reflejan una mejoría notable respecto a años anteriores, particularmente en P1 y P2, con concentraciones inferiores al límite de detección, lo que indica mínima o nula contaminación fecal reciente en estos puntos.

En el caso de las coliformes totales (CT), se registraron valores de 100 NMP/100 mL en P1, 410 NMP/100 mL en P2 y 860 NMP/100 mL en P3 (Figura 52B). Aunque superiores a los termotolerantes, estos valores se encuentran aún dentro de rangos aceptables para aguas naturales superficiales, si se considera que valores por debajo de 1000 NMP/100 mL indican condiciones de calidad aceptable para ciertos usos como riego, recreación sin contacto directo, o vida acuática (EPA, 2012; IDEAM, 2010).

En años anteriores (2020–2023), en el caso de los CTE, se observaron valores muy variables y en muchos casos excesivos, por ejemplo, en 2020, se registraron concentraciones de 1300 NMP/100 mL en P1, 1600 NMP/100 mL en P2 y 920 NMP/100 mL en P5; en 2021, hasta 2300 NMP/100 mL en P y 1700 NMP/100 mL en P4; en 2022, se alcanzó un pico de 3500 en P2; y en 2023, los valores fueron menores, pero aún

presentes (hasta 11 NMP/100 mL).

La reducción en las condiciones de esta variable según Mancera y Álvarez-León (2020), puede estar asociada a mejoras en el manejo de vertimientos domésticos o una menor carga de residuos orgánicos durante el periodo de monitoreo, lo cual concuerda con la disminución también observada en DBO₅ y SST para este año.

Para los CT, los valores más altos se registraron en 2022, con hasta 16.000 NMP/100 mL en P2, lo que representa un estado altamente contaminado, muy superior al umbral de alerta sanitaria.

En 2021 también se observaron valores elevados, especialmente en P3 y P4. En 2023 hubo una mejora parcial, aunque los valores seguían indicando contaminación orgánica de origen fecal. La disminución marcada en 2024 puede deberse a cambios hidrológicos, reducción de aportes domésticos o una mayor dilución, pero aún se deben considerar fuentes puntuales como P3, donde persiste una carga microbiana considerable (860 NMP/100 mL).

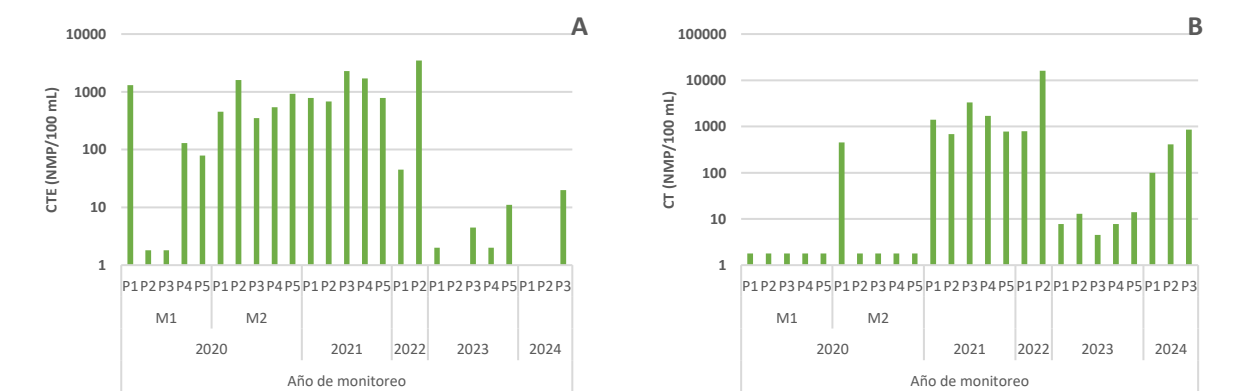


Figura 52. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga El Rincón (Lago del Cisne).
 Fuente: Labormar (2025).

8.2.2.3. Índices de calidad ambiental.

De los índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos al monitoreo de la ciénaga El Rincón, el índice de calidad de aguas-ICA (IDEAM, 2011), muestra que en general sus aguas presentan una Calidad Regular, debido a las concentraciones de DQO y las altas conductividades. En cuanto a los índices de contaminación – ICOs (Ramírez et al. 1997), de manera más específica, no manifiestan preocupación por contaminación por pH (ICOpH), ni por sólidos suspendidos totales (ICOSUS). Contrario a esto, se evidencia contaminación alta por materia orgánica (ICOMO) en todos los puntos como consecuencia de las altas concentraciones de DBO₅ (Tabla 16).

Tabla 16. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga El Rincón (Lago del Cisne) en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,63	0,00	0,66	0,1091
Punto 2	0,59	0,05	0,67	0,1091
Punto 3	0,64	0,02	0,73	0,1390

Fuente: Labormar (2025).

8.2.3. Ciénaga Los Manatíes.

8.2.3.1. Parámetros fisicoquímicos.

La ciénaga Los Manatíes registró temperaturas de 31.33°C en P1 y 30.96°C en P2, características de sistemas acuáticos tropicales (Figura 53A). Como lo menciona Gray (1993), el Caribe presenta un clima de carácter tropical, en el cual los altos valores de radiación total incidente y las altas temperaturas de sus aguas superficiales (>27°C) determinan la prevalencia de los mismos valores durante la mayor parte del año.

Se registraron concentraciones de pH de 8.57 Unidades en P1 y 8.54 Unidades en P2, similares a los registros de años anteriores (Figura 53B), propias de una laguna costera sometida a la influencia de las aguas marinas (Brenes et al., 2009). Estos valores cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0449 de 2021 (4.5 y 9.0 Unidades) y con el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas marinas y estuarinas (6.5 a 8.5 Unidades) del Decreto 1076 de 2015 del MADS.

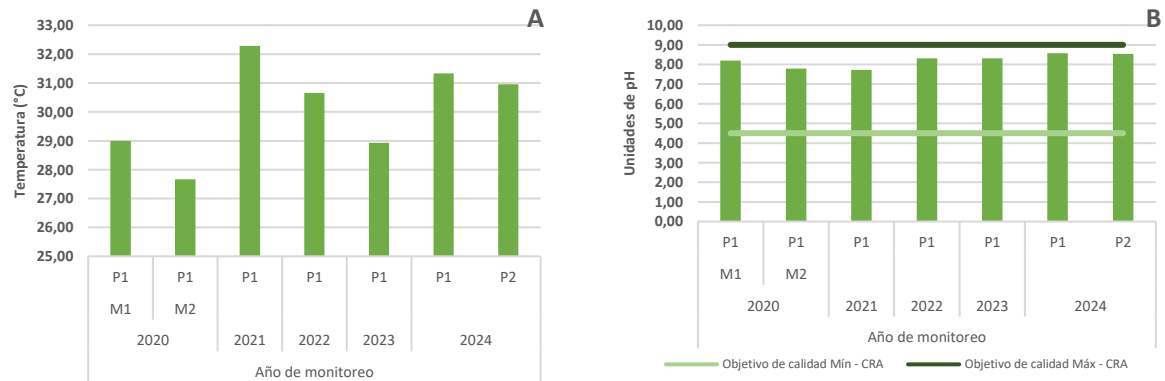


Figura 53. Temperatura y pH registrados en la ciénaga Los Manatíes

Fuente: Labormar (2025).

El oxígeno disuelto presentó valores de 8.03 mg/L en P1 y 7.67 mg/L en P2 (Figura 54A), que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0449 de 2021 para el complejo de ciénagas

y humedales del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico y el criterio de calidad para aguas marinas y estuarinas de la Res 1076 de 2015 del MADS (>4 mg/L) y son aptos para la sobrevivencia de la vida acuática.

Por su parte, la DBO₅ registró valores de 9.4 mg/L en P1 y 11.36 mg/L en P2 (Figura 54B), que cumplen con el objetivo de calidad estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (<70 mg/L), propios de aguas de calidad aceptable, es decir, con indicio de contaminación, pero con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas (Conagua- Semarnat, 2014). De otro lado, la DQO registró valores de 49.12 mg/L en P1 y 57.05 mg/L en P2 (Figura 54C), que indican contaminación por materia orgánica.

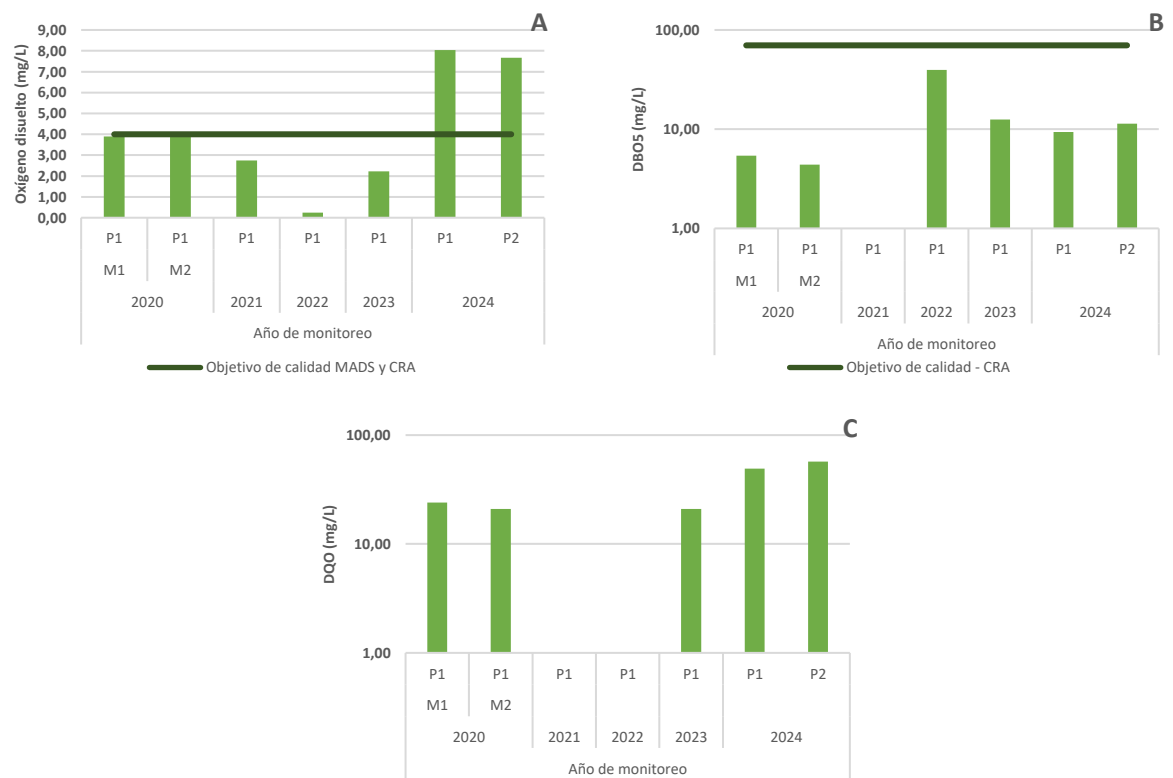


Figura 54. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga Los Manatíes
 Fuente: Labormar (2025).

En el monitoreo de 2024, los valores de conductividad (18943.33 µS/cm en P1 y 19796.66 µS/cm en P2), (Figura 55A) indican que el agua de la ciénaga Los Manatíes presenta una conductividad eléctrica muy elevada, lo que está directamente relacionado con una alta concentración de sales disueltas. En este cuerpo de agua se registraron concentraciones de salinidad de 11.86 UPS en P1 y 12.48 UPS en P2, característicos de aguas salobres (entre 0.5 y 30 UPS). Los valores de estos dos parámetros, son comunes en lagunas costeras o humedales semicerrados que reciben agua de mar, pero tienen poca renovación

hídrica, lo que favorece la acumulación de sales (Basset et al., 2013).

Por otra parte, los SST, con 57.5 mg/L en P1 y 44 mg/L en P2, superaron en P1 el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico (<50 mg/L) (Figura 55B), no obstante, según Conagua-Semarnat (2014), son valores de calidad aceptable.



Figura 55. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la ciénaga Los Manatíes
 Fuente: Labormar (2025).

8.2.3.2. Parámetros microbiológicos.
 La contaminación microbiológica, estuvo representada en 122 NMP/100 mL en P1 y 464 NMP/100 mL en P2 de coliformes termotolerantes (CTE), mientras que de coliformes totales (CT) se obtuvieron 19350 NMP/100 mL en P1 y 72700 NMP/100 mL en P2 (Figura 56).

Al comparar los resultados con algunos criterios transitorios establecidos en el Decreto 1076 de 2015 del MADs, se observa que en el punto P2 se superan los valores permitidos de CTE y en P1 y P2 los valores permitidos de CT para actividades recreativas con contacto primario, los cuales no deben exceder los 200 NMP/100 mL de CTE y 1000 NMP/100 mL de CT. Del mismo modo, en ambos puntos se supera el valor adecuado para actividades recreativas con contacto secundario, donde el límite permitido es de hasta 5000 NMP/100 mL de CT.



Figura 56. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga Los Manatíes
 Fuente: Labormar (2025).

8.2.3.3. Índices de calidad ambiental.

El análisis de los resultados utilizando el Índice de Calidad del Agua (IDEAM, 2011) muestra que las aguas en ambos puntos de la ciénaga Los Manatíes presentan calidad Regular, debido principalmente a las concentraciones de demanda química de oxígeno (DQO), que alteran las propiedades naturales del agua y las altas conductividades. Asimismo, los Índices de Contaminación (ICO) propuestos por Ramírez et al. (1997) revelan una contaminación muy alta por materia orgánica (ICOMO) en ambos puntos, ocasionada especialmente por los altos valores de coliformes totales obtenidos. En cuanto al índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), y el índice de contaminación por pH (ICOpH), manifiestan que estas variables no representan motivo de preocupación en este cuerpo de agua (Tabla 17).

Tabla 17. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga Los Manatíes en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,629	0,15	0,86	0,18
Punto 2	0,625	0,11	0,88	0,17

Fuente: Labormar (2025).

8.2.4. Arroyo León.

8.2.4.1. Parámetros fisicoquímicos.

Los valores de temperatura en el Arroyo León oscilaron entre 28.73°C en P2 y 32.83°C en P1 (Figura 57A). Las altas temperaturas pueden reducir la solubilidad del oxígeno y favorecer procesos de descomposición orgánica, afectando la calidad del agua y la vida acuática (Mancera y Álvarez-León, 2020; Wetzel, 2001). Además, temperaturas superiores a 30°C pueden inducir estrés térmico en organismos acuáticos

sensibles (Roldán, 2003).

En cuanto a los valores de pH, estuvieron entre 7.70 en P3 y 8.06 en P1 (Figura 57B)., ubicándose dentro del rango óptimo para aguas cálidas dulces, según la Resolución 0631 de 2015 del MADS, y el criterio de calidad de la Resolución 0449 de la CRA (4.5-9.0 Unidades). Esto indica condiciones levemente alcalinas, típicas de cuerpos de agua con actividad fotosintética activa o con presencia de bicarbonatos y carbonatos (Esteves, 2011).

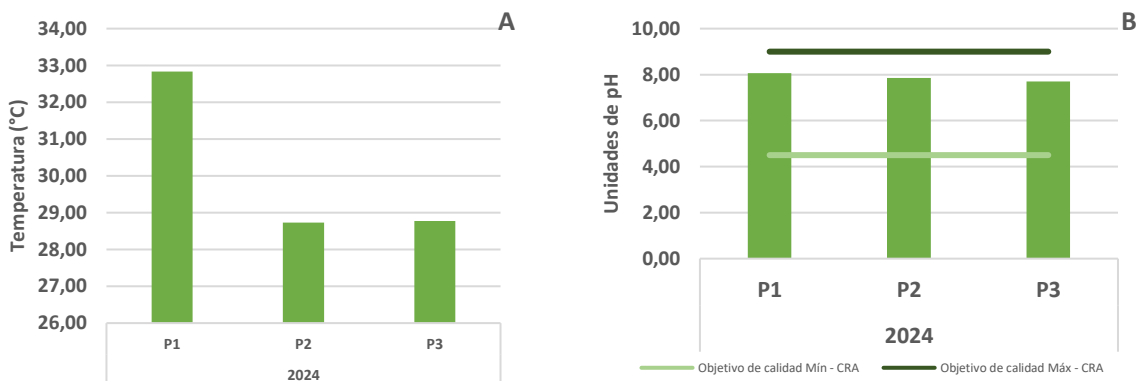


Figura 57. Temperatura y pH registrados en el Arroyo León.

Fuente: Labormar (2025).

Por su parte, el oxígeno disuelto presentó valores de 7.34 mg/L en P1 (valor saludable), pero bajísimos valores en P2 (0.51 mg/L) y P3 (0.47 mg/L), muy por debajo del objetivo mínimo de 4 mg/L establecido por el MADS (Decreto 1076 de 2015) y la CRA (Resolución CRA 0449 de 2021) (Figura 58A). Este déficit crítico de oxígeno sugiere una fuerte demanda bioquímica, probablemente derivada de materia orgánica en descomposición o vertimientos orgánicos no tratados (IDEAM, 2010; Roldán, 2003). Niveles de oxígeno disuelto inferiores a 2 mg/L pueden generar condiciones anóxicas que afectan negativamente la biodiversidad acuática (USEPA, 2006).

En lo relacionado a la DBO₅, en P1 (7.23 mg/L) y P2 (9.64 mg/L) (Figura 58B), los valores registrados están por encima del umbral de 5 mg/L, considerado el límite superior para aguas de buena calidad (Roldán, 2003). Esto indica carga orgánica significativa, especialmente en P2, donde se registra la mayor DBO₅ y también el menor oxígeno disuelto, reflejando una relación directa entre alta demanda bioquímica y deficiencia de oxígeno disuelto (Chapman, 1996; Mancera y Álvarez-León, 2020). Así mismo, la DQO, en ambos puntos, especialmente en P2 (48.63 mg/L) (Figura 58C)., superan el umbral típico de referencia para aguas naturales (<30 mg/L según la OMS y Roldán, 2003), lo cual refleja una presencia importante de contaminantes orgánicos.

Resulta extraño que no se reporten valores detectables de DBO₅ y DQO, pero dada la baja concentración

de oxígeno disuelto (0.47 mg/L), es razonable inferir que la DBO₅ y la DQO serían altas en ese punto.

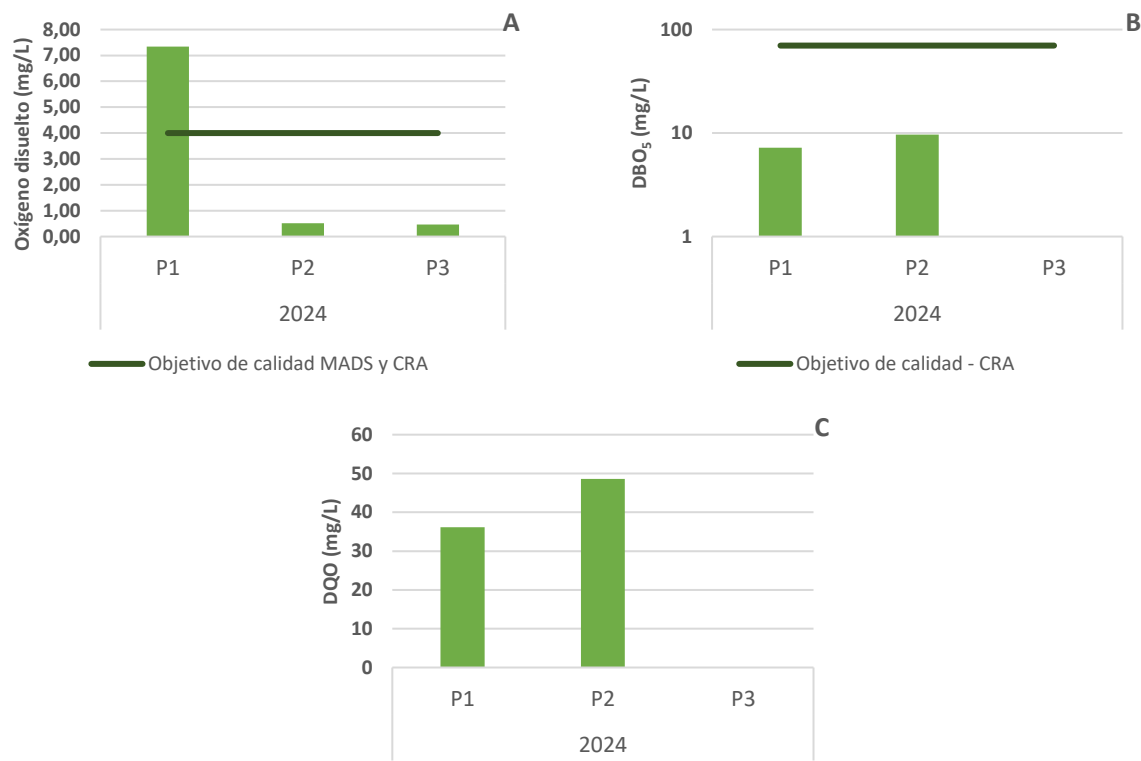


Figura 58. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en el Arroyo León.
 Fuente: Labormar (2025).

Los valores de conductividad fueron elevados en los tres puntos monitoreados, entre 1804.67 y 1855 μ S/cm (Figura 59A). Estos niveles indican una alta concentración de sólidos disueltos, posiblemente por aporte de sales, nutrientes o descargas residuales (Márquez y Mancera, 2014). En sistemas tropicales, valores mayores a 1000 μ S/cm son indicativos de procesos de salinización, contaminación difusa o urbana (Roldán, 2003).

En tanto, los valores obtenidos de SST en el Arroyo León indican niveles moderadamente bajos de carga de sólidos suspendidos, que cumplen con el objetivo de calidad estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (<50 mg/L) (Figura 59B). Según Roldán (2003), las aguas superficiales naturales en buen estado presentan SST por debajo de 30 mg/L. En este sentido, los resultados en los tres puntos de muestreo se encuentran dentro de los rangos aceptables para ecosistemas lóticos tropicales.

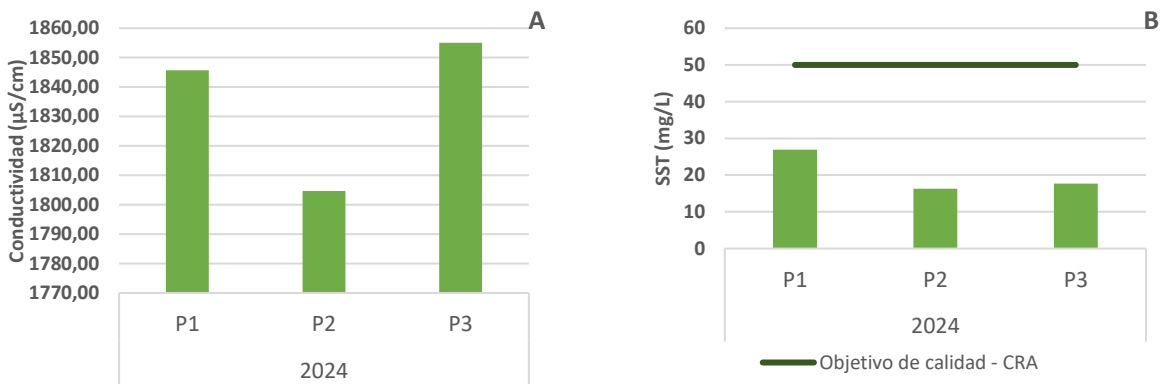


Figura 59. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en el Arroyo León.
 Fuente: Labormar (2025).

8.2.4.2. Parámetros microbiológicos.

Los valores de coliformes termotolerantes (CTE), en los puntos P2 y P3 superan los límites establecidos para usos recreativos o de contacto indirecto con el agua (Figura 60A). Según la EPA (2012) y la OMS (2008), concentraciones superiores a 1.000 NMP/100 mL de CTE indican riesgo sanitario elevado para usos recreativos sin contacto directo, y son inadecuadas para riego de cultivos consumidos crudos. El valor más alto en el punto P3 (2318 NMP/100 mL) sugiere una fuente puntual de contaminación orgánica de origen humano o animal.

En relación a los valores de coliformes totales en todos los puntos son altos, en especial en P2 con 65.860 NMP/100 mL (Figura 60B), lo cual representa una situación crítica de contaminación bacteriana. Aunque los CT incluyen organismos de origen no necesariamente fecal, su alta proporción en conjunto con los CTE refuerza que las descargas de aguas residuales al arroyo León son de aguas no tratadas o mal gestionadas.

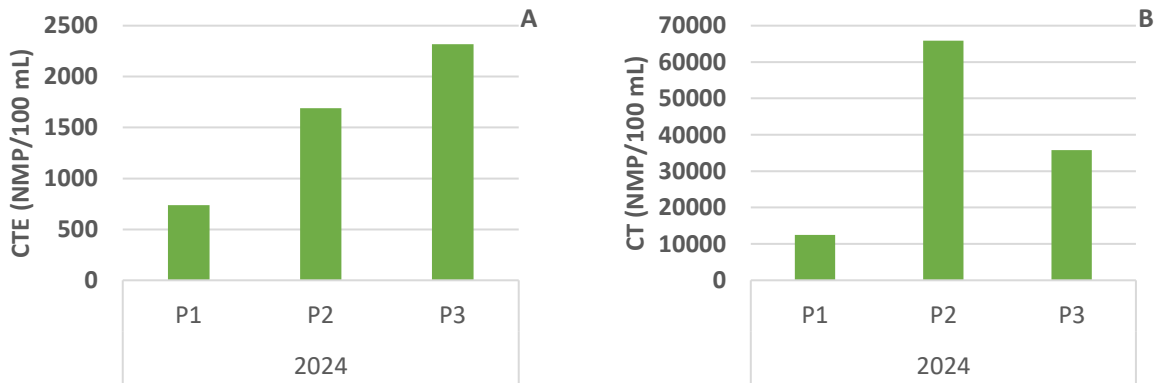


Figura 60. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en el Arroyo León.
 Fuente: Labormar (2025).

8.3.ZONA HIDROGRÁFICA: CANAL DEL DIQUE

8.3.1. Embalse del Guájaro.

8.3.1.1. Parámetros fisicoquímicos.

El crecimiento de la temperatura del agua alterará los equilibrios biogeoquímicos en los ecosistemas de agua dulce, lo que puede conducir al deterioro de la calidad del agua, por ejemplo, debido a las floraciones de algas más frecuentes, y el crecimiento más rápido de los patógenos (Chapra, et al., 2017). Sin embargo, este no es el caso del embalse del Guájaro, donde en el último periodo monitoreado, se registraron temperaturas entre los 29.53 y los 33.13 °C, sin muchas diferencias a periodos anteriores donde se obtuvieron promedios de 29.04 °C en 2020-1, 28.41 °C en 2020-2, 31.88 °C en la época seca de 2021, 30.76 °C en le época lluviosa de 2021, 30.88 °C en 2022 y 30.50 °C en 2023 (Figura 61A).

En el caso del pH durante este monitoreo los valores estuvieron alrededor de las 7.5 Unidades de P1 a P5 y tuvieron una tendencia más alcalina, de los puntos P6 a P9, con valores superiores a las 8.5 Unidades, encontrándose todos dentro del rango objetivo de calidad, estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas en la cuenca del Canal de Dique y cuya destinación es la preservación de flora y fauna (Figura 61B).

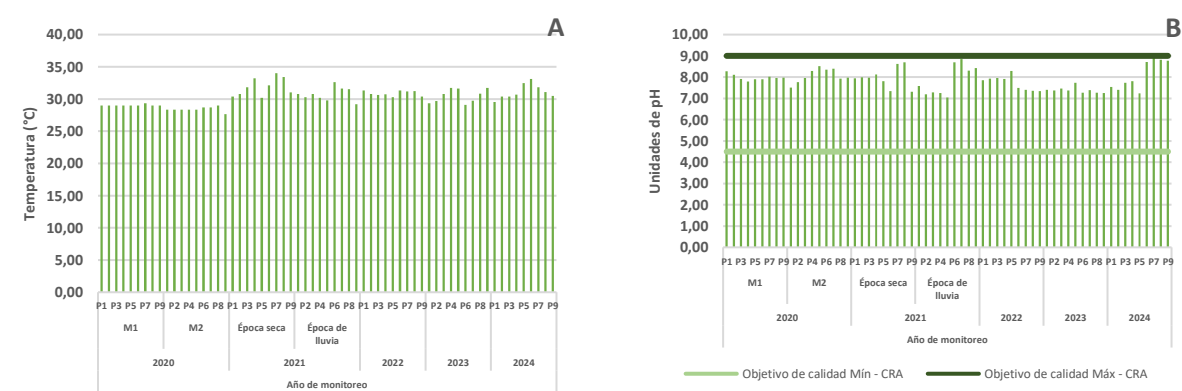


Figura 61. Temperatura y pH registrados en el Embalse del Guájaro.
 Fuente: Labormar (2025).

En cuanto a las concentraciones de oxígeno disuelto, no representan peligro para la flora y fauna presentes en el embalse, con valores superiores a 4 mg/L en todos los puntos, siendo este el mínimo estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas en la cuenca del Canal de Dique, y el Decreto 1076 de 2015 del MADS para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulces, mejorando su estado con respecto a los dos monitoreos inmediatamente anteriores (2022 y 2023), donde las concentraciones se registraron en torno a los 3.5 mg/L (Figura 62A).

Por su parte, la DBO₅ registró valores inferiores al límite de detección del método empleado, desde P1 hasta P6 y valores aceptables desde P7, cercano al corregimiento de Aguada de Pablo y P8, cercano al corregimiento de la Peña, hasta P9, cercano al corregimiento de Arroyo de Piedra (entre 4.77 y 7.05 mg/L), teniendo en cuenta que concentraciones de la DBO₅ por encima de 10 mg/L son característicos de aguas muy contaminadas, y por debajo de 3 mg/L pueden considerarse de contaminación débil (MMAE, 2000). Así mismo, cumplen con el objetivo de calidad definido para el complejo de humedales y ciénagas en la cuenca del Canal de Dique en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (Figura 62B).

De igual manera, los resultados de la DQO permiten inferir que hay baja presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas en la muestra de agua de los puntos P1 a P7, con valores inferiores al límite de detección del método empleado y los valores de P8 (35.29 mg/L) y P9 (30.55 mg/L) son propios de aguas de calidad aceptable, es decir, aguas que poseen indicio de contaminación pero que tienen capacidad de autodepuración (Conagua, 2014) (Figura 62C). Con respecto a monitoreos anteriores, se aprecia una mejoría en las condiciones de calidad por DQO, no obstante, también se observa la misma tendencia, aunque baja, de presencia de contaminación de este tipo en puntos cercanos a los centros poblados al norte del embalse, probablemente ocasionado por descargas de aguas residuales.

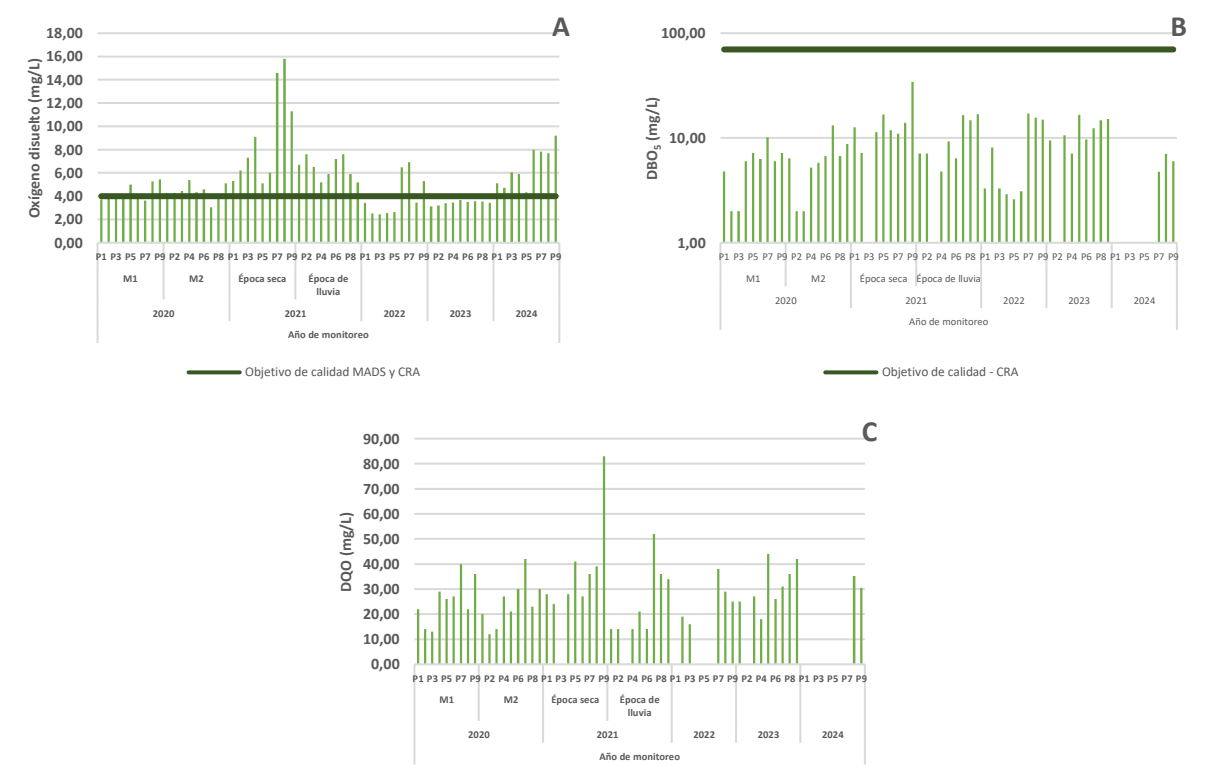


Figura 62. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en el Embalse del Guájaro.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad de la mayoría de las aguas dulces naturales se encuentra entre los 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a los 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$; aunque, este valor depende principalmente del tipo de geología. En zonas con influencia marino costera los valores pueden ir desde los 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta los 2200 $\mu\text{S}/\text{cm}$; mientras que en lagos y reservorios las conductividades son por lo general más bajas (ANZECC 2000). Para el embalse del Guájaro, se observa un gradiente en las concentraciones de esta variable, siendo más bajas (de 200 a 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$) hacia el sur (P1 a P5), aumentando a medida que se acerca al extremo más al norte (P6 a P9) (de 800 a 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en todo caso, los registros indican altas concentraciones de sales y minerales en la mayor parte del cuerpo de agua, ocasionado principalmente por la composición geológica del suelo (Figura 63A).

De otro lado, los SST registraron concentraciones bajas entre <5.0 en P1 y 18.7 mg/L en P8 (Figura 63B), que cumplen con el objetivo de calidad Clase V estipulado en la Resolución 0449 de 2021 (50 mg/L). Estos valores, según la escala de CONAGUA- SEMARNAT (2014) se encuentran dentro de los señalados para aguas de excelente calidad (≤ 25 mg/L).

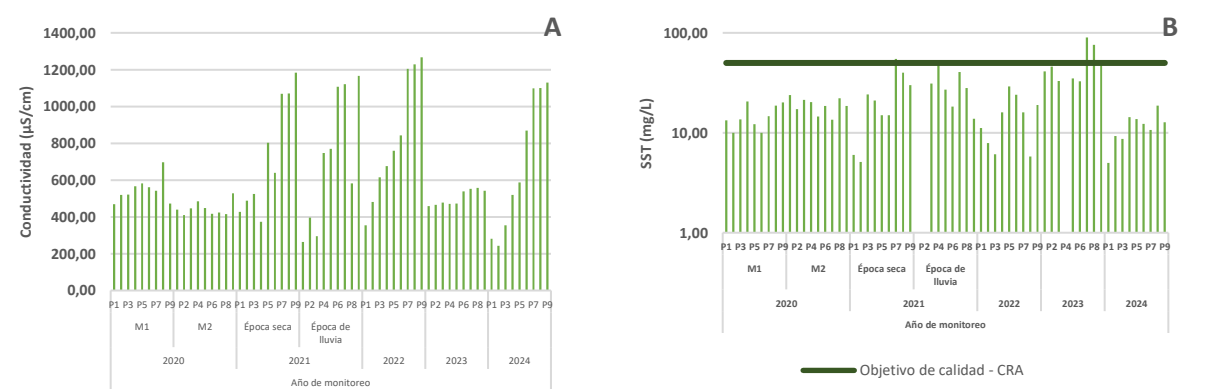


Figura 63. Conductividad y Sólidos Suspended Totales (SST) en el Embalse del Guájaro.
 Fuente: Labormar (2025).

8.3.1.2. Parámetros microbiológicos.

La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo (Munn, 2004). La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana (Marín et al., 2004).

Para el embalse del Guájaro, los registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la mayor parte de los puntos monitoreados estuvieron por debajo del límite de detección del método empleado y en los puntos donde hubo presencia de estas bacterias, las concentraciones fueron bajas, P3 con 20 NMP/100

mL, P6 con 231 NMP/100 mL y P8 con 336 NMP/10 mL (Figura 64A). Igualmente, las coliformes totales (CT) registraron concentraciones por debajo del límite de detección en los puntos P1, P2 y P4, y concentraciones muy bajas en P3, P5 y P8. En P6 y P7 se registraron concentraciones considerables, pero no alarmantes, mientras que en P9 se obtuvo el mayor valor (24890 NMP/100 mL) (Figura 64B).

Quando se analiza el contenido de coliformes totales es importante considerar que estos organismos no son todos indicadores de contaminación fecal y, por lo tanto, no reflejan ciertamente la calidad sanitaria del cuerpo de agua. Los coliformes totales pueden tener como origen el aporte de materia orgánica a través del suelo o la vegetación hacia el cuerpo de agua, donde algunos de ellos incluso pueden encontrar condiciones adecuadas y reproducirse (Goyal et al., 1997).

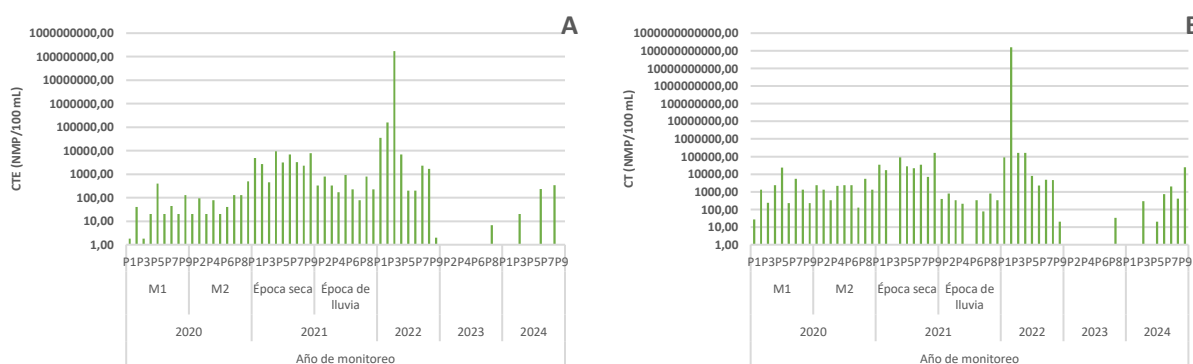


Figura 64. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en el Embalse del Guájaro.

Fuente: Labormar (2025).

8.3.1.3. Índices de calidad ambiental.

La evaluación de la calidad del agua del embalse del Guájaro a través del cálculo del índice de calidad de aguas – ICA del IDEAM (2011), muestra que en general la calidad de este ecosistema es Aceptable. Un análisis más específico, mediante la aplicación de los índices de contaminación – ICOs de Ramírez et al. (1997), indica que no existe contaminación por sólidos suspendidos, ni existe preocupación por el pH, donde únicamente en P7 hay contaminación media. De igual manera, la contaminación por materia orgánica es Baja de P1 a P6 y Media en P8, sin embargo, es Alta en P7 y Muy Alta en P9, afirmado lo observado en los resultados de variables como la DBO₅ y los coliformes totales (Tabla 19).

Tabla 19. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en el Embalse del Guájaró en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,78	0,00	0,33	0,00626
Punto 2	0,77	0,00	0,32	0,00387

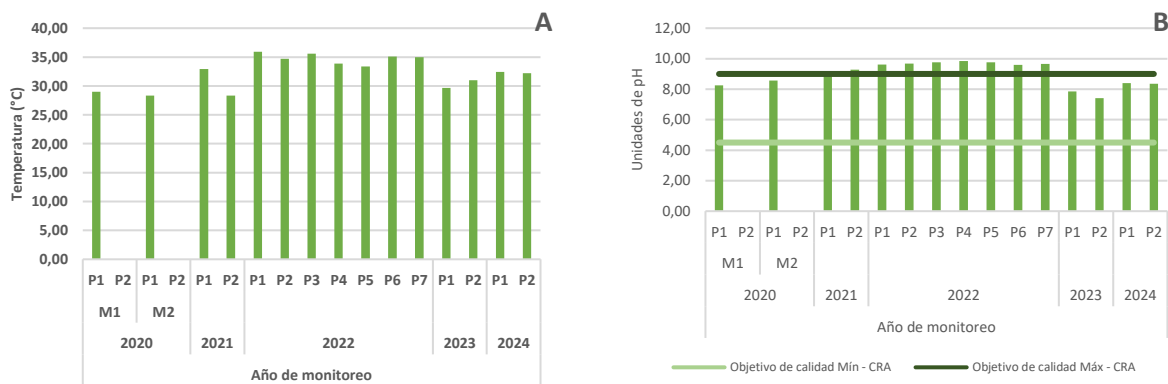


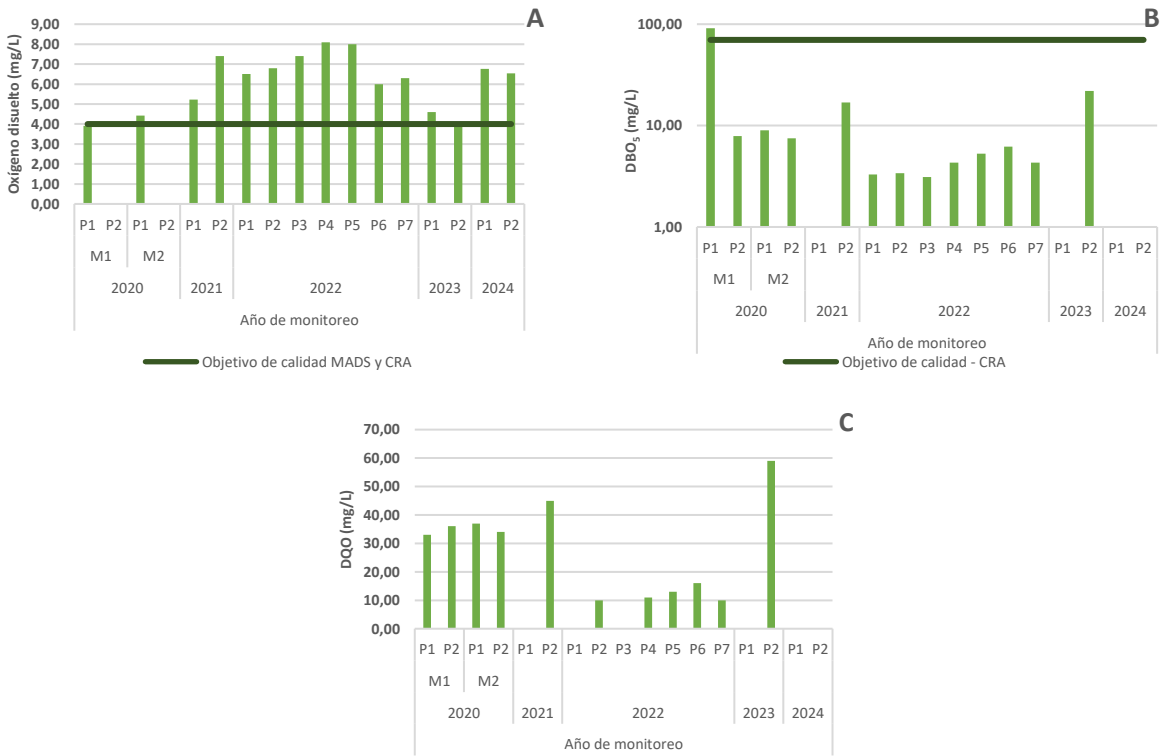
Figura 65. Temperatura y pH registrados en la ciénaga de Luruaco.
 Fuente: Labormar (2025).

Los registros obtenidos de oxígeno disuelto muestran valores aptos para la sobrevivencia de especies acuáticas (Figura 66A). Estos valores cumplen con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Se presentaron concentraciones de DBO₅ por debajo del límite de detección del método empleado para el análisis, es decir, cumplen con el criterio de calidad a corto y mediano plazo (70 mg/L) estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA. Las concentraciones registradas en los últimos años, a excepción de P1 en el primer monitoreo de 2020 (Figura 66B), demuestran que la calidad del agua de esta ciénaga, con respecto a este parámetro, es de aceptable a buena, sugiriendo que son aguas superficiales con bajo contenido de material orgánico biodegradable.

Igualmente, la DQO mostró valores por debajo del límite de detección del método empleado para el análisis. Los resultados de monitoreos anteriores muestran que en general, la calidad con respecto a esta variable es aceptable, con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable, aunque en algunos monitoreos como en el 2021 y 2023 en P2, los valores sugieren contaminación puntual, quizá por descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal (Figura 66C).

**REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES— CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024**



La conductividad registró concentraciones propias de aguas continentales dulces pero que podrían considerarse significativamente altas. Estas no suelen superar valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Cirujano, 1995), no obstante, en esta ciénaga, en el periodo analizado se obtuvieron concentraciones de 573 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 609 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 (Figura 67A). Otros estudios indican que, en promedio, los cuerpos de agua dulce poseen menos de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Roldan, 1992) y que en aguas continentales fuertemente mineralizadas se pueden presentar valores entre 500 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Roldán y Ramírez (2008).

En tanto, los sólidos suspendidos totales (SST) registraron valores bajos, 23.6 mg/L en P1 y 12.3 mg/L en P2, muy similar a lo registrados en los años inmediatamente anteriores (Figura 67B), es decir, estas aguas poseen bajo contenido de SST, que favorece la conservación de comunidades acuáticas y que cumplen con el objetivo de calidad estipulado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (50 mg/L). Al respecto, Ramírez y Viña (1998) establecen un valor límite de 150 mg/L de SST, que al ser sobrepasado se consideraría un cuerpo de agua contaminado. Del mismo modo, comparándolos con escalas establecidas en otros países como la de CONAGUA- SEMARNAT (2014), se encuentran dentro de los señalados para aguas de buena calidad (>25 y ≤ 75 mg/L) y excelente calidad (≤ 25 mg/L).

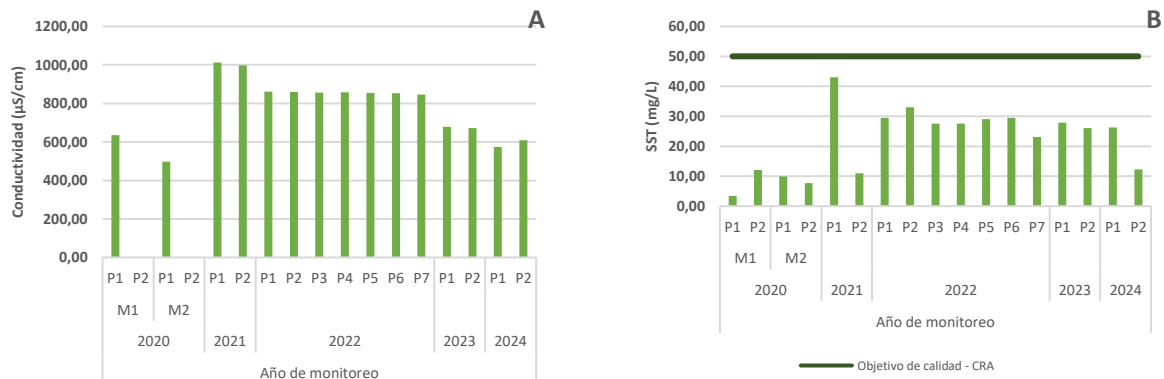


Figura 67. Conductividad y Sólidos Suspensos Totales (SST) en la ciénaga de Luruaco.

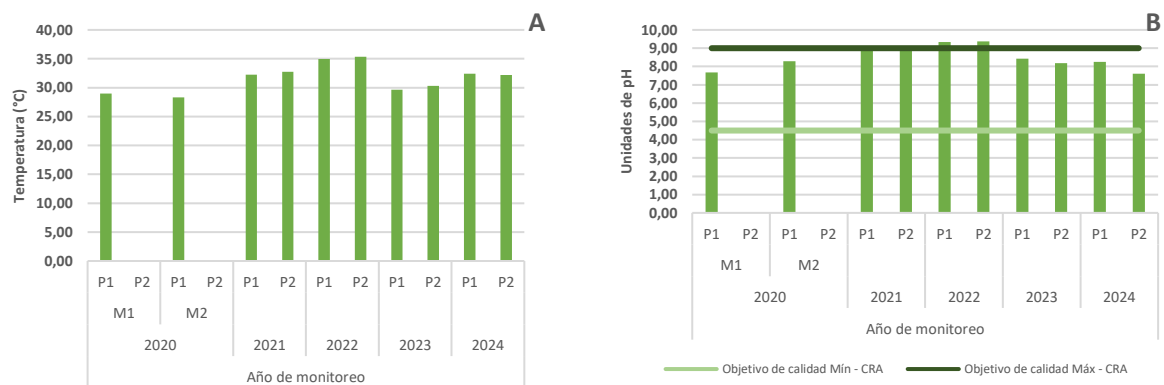
Fuente: Labormar (2025).

8.3.2.2. Parámetros microbiológicos.

Los registros de coliformes termotolerantes (CTE) y totales (CT), para este monitoreo, estuvieron por debajo del límite de detección del método empleado (<1 NMP/100 mL) (Figura 68).

Con respecto a monitoreos anteriores, para las CT, exceptuando los valores obtenidos en el segundo monitoreo de 2020 y en 2021, donde las concentraciones fueron extremadamente altas, en general los registros fueron muy bajos (Figura 6A), indicando que en este cuerpo de agua la contaminación microbiológica puede darse de manera esporádica, quizá por la entrada de vertimientos municipales. Los registros obtenidos en 2022 y 2023, se encuentran por debajo del límite máximo establecido por la CRA en la Resolución 0449 de 2021 a largo plazo, que se debe cumplir a 10 años de expedida dicha resolución. Del mismo modo, las CTE presentaron concentraciones altas en 2021 y muy bajas en el resto de monitoreos, inclusive, en algunos puntos, por debajo del límite de detección del método empleado. Aunque los últimos registros suponen una calidad microbiológica aceptable, la presencia de estas bacterias en el agua de la ciénaga es un indicio que en algunas ocasiones puede estar contaminada con residuos fecales provenientes de aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (entre 4 y 9 Unidades) (Figura 69B). La mayoría de los ambientes naturales tienen un pH entre 4 y 9. En agua dulce, un pH con un valor de 6.5 a 8.5 Unidades es adecuada a la mayoría de los organismos.



El oxígeno disuelto, que define en gran parte la biodiversidad y la supervivencia de la comunidad biótica (Pérez y Rodríguez, 2008), presentó concentraciones de 7.23 y 7.14 mg/L en P1 y P2 respectivamente, cumpliendo con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas en la cuenca del Canal de Dique y la Res 1076 de 2015 del MADs para aguas cálidas dulces. De la misma manera, la DBO₅, obtuvo valores que rondan los 11 mg/L en ambos puntos monitoreados, cumpliendo con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Res 0449 de 2021 (70 mg/L). Contrario a lo anterior, la DQO registró valores de 55.6 mg/L en P1 y 59.15 mg/L en P2 que demuestran mala calidad teniendo en cuenta el criterio de Pérez y Rodríguez (2008), quienes mencionan que una DQO máxima de 25 mg/L caracteriza el agua como excelente, el intervalo de 26 a 40 mg/L, corresponde a una DQO apta para el desarrollo de la piscicultura, de 41 a 60 mg/L, condiciona las aguas de calidad regular a mala, de 61 a 150 mg/L, pésima y >150 mg/L no apta (Figura 70).





Figura 70. Oxígeno disuelto, DBOs y DQO en la ciénaga de Tocagua.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad registró concentraciones de 612.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 y 620 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 que indican alta mineralización (Figura 71A). De acuerdo a Roldán y Ramírez (2008), los valores habituales de conductividad son menores de 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas continentales de bajo contenido iónico, mientras que aguas fuertemente mineralizadas pueden presentar valores entre 500 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Al comparar estos resultados con los de años anteriores, se aprecia que es habitual estos altos valores, que pueden ser causados por diversas fuentes, incluyendo la escorrentía de aguas superficiales con alta salinidad, descargas de aguas residuales, o la intrusión de agua salada.

Con respecto a los SST, aunque en el monitoreo de 2023 se registraron concentraciones que superaron el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0449 de para el complejo de humedales y ciénagas en la cuenca del Canal de Dique, en 2024 los valores estuvieron más acordes con registros anteriores (2020 a 2022) con 12.5 mg/L en P1 y 27 mg/L en P2 (Figura 71B), en todo caso, estas concentraciones están relacionadas con aguas de buena calidad según Conagua-Semarnat (2014).

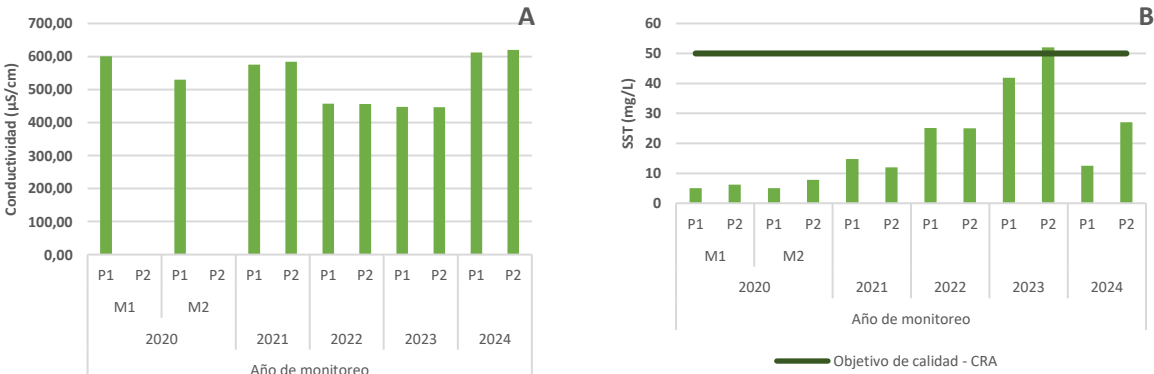


Figura 71. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la ciénaga de Tocagua.
 Fuente: Labormar (2025).

8.3.3.2. Parámetros microbiológicos.

Para la ciénaga de Tocagua los CTE registraron valores de 10 NMP/100 mL en P1 y 166 NMP/100 mL en P2, mientras que los CT obtuvieron valores de 100 NMP/100 mL en P1 y 750 NMP/100 en P2 (Figura 72).

Aunque no existe un criterio local de calidad para estas variables, se puede afirmar que los resultados obtenidos en este monitoreo son bajos, comparándolos con algunos criterios transitorios plasmados en el Decreto 1076 de 2025 del MADS, por ejemplo, para tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico se requieren 20000 NMP/100 mL de CT y 2000 NMP/100 mL de CTE; para desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico, se requieren 1000 NMP/100 mL de CT; para uso agrícola se requiere que el NMP de CT no exceda de 5000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto, y para CTE no debe exceder de 1000 cuando se use el recurso para el mismo fin; para fines recreativos mediante contacto primario se requiere que no sobrepase 200 NMP/100 mL de CTE y 1000 NMP/100 mL de CT; y, para fines recreativos mediante contacto secundario se requiere que no sobrepase 5000 NMP/100 mL de CT.

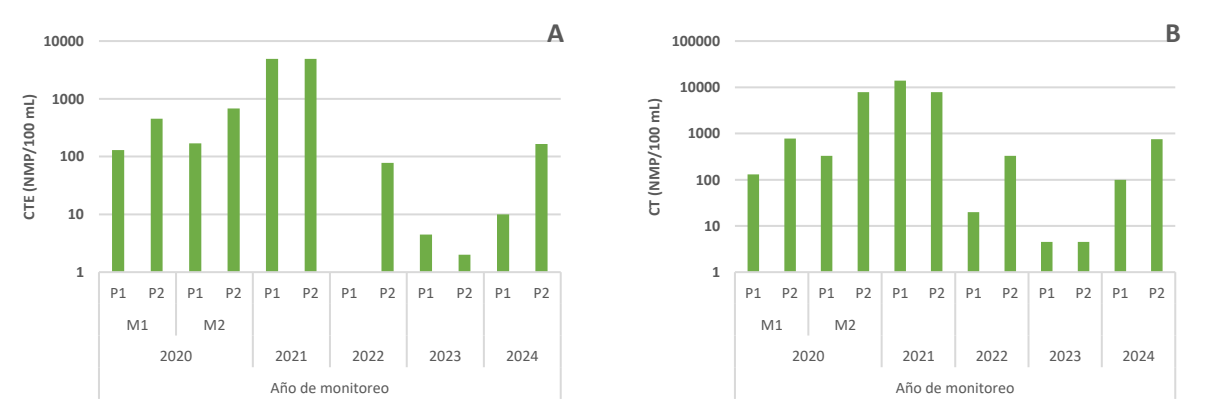


Figura 72. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Tocagua.
 Fuente: Labormar (2025).

8.3.3.3. Índices de calidad ambiental.

La ciénaga de Tocagua, vista a través del cálculo del índice de calidad de aguas – ICA del IDEAM (2011), muestra que en general la calidad de este ecosistema es Regular. Un análisis más específico, mediante la aplicación de los índices de contaminación – ICOs de Ramírez et al. (1997), indica que no existe contaminación por sólidos suspendidos, ni existe preocupación por el pH. Por otro lado, aunque la DBO₅ y las coliformes totales de forma individual parecen no indicar contaminación excesiva, el calculo del índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), que promedia los resultados de la DBO₅, coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno, muestra que estas aguas poseen contaminación Media (Tabla 21).

Tabla 21. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la
 ciénaga de Tocagua en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,58	0,02	0,53	0,0702
Punto 2	0,62	0,06	0,58	0,0077

Fuente: Labormar (2025).

8.4.ZONA HIDROGRÁFICA: ARROYOS DIRECTOS AL MAR CARIBE

8.4.1. Ciénaga de Balboa.

8.4.1.1. Parámetros fisicoquímicos.

La ciénaga de Balboa registró temperaturas de 29.77°C en P2 y 30.57°C en P3, características de sistemas acuáticos tropicales, similares a las registradas en monitoreos anteriores (Figura 73. Temperatura y pH registrados en la ciénaga de Balboa. Figura 73A). Como lo menciona Gray (1993), el Caribe presenta un clima de carácter tropical, en el cual los altos valores de radiación total incidente y las altas temperaturas de sus aguas superficiales (>27°C) determinan la prevalencia de los mismos valores durante la mayor parte del año.

Se registraron concentraciones de pH de 8.19 Unidades en P2 y 7.93 Unidades en P3 (Figura 73B), propias de una laguna costera sometida a la influencia de las aguas marinas (Brenes et al., 2009). Estos valores cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0449 de 2021 (4.5 y 9.0 Unidades) y con el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas marinas y estuarinas (6.5 a 8.5 Unidades) del Decreto 1076 de 2015 del MADS.

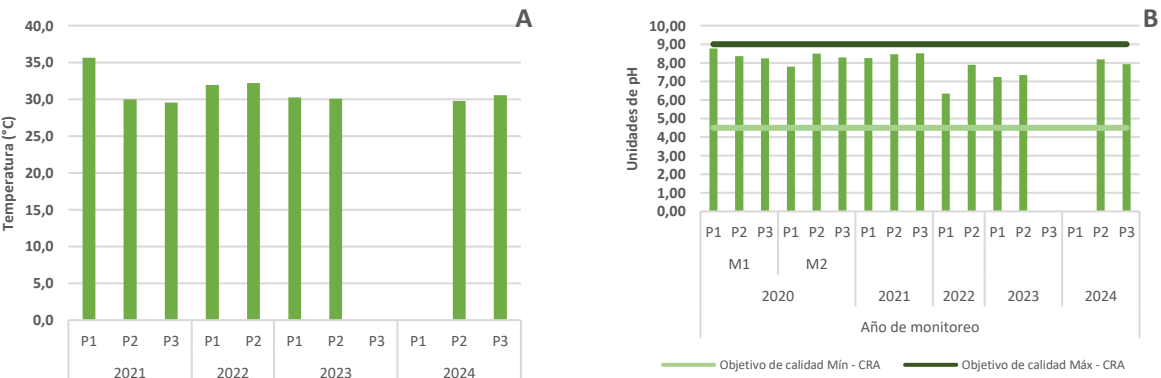


Figura 73. Temperatura y pH registrados en la ciénaga de Balboa.

Fuente: Labormar (2025).

El oxígeno disuelto presentó valores de 10.10 mg/L en P2 y 4.16 mg/L en P3 (Figura 74A), que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0449 de 2021 para el complejo de

ciénagas y humedales del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico y el criterio de calidad para aguas marinas y estuarinas de la Res 1076 de 2015 del MADS (>4 mg/L).

De otro lado, la DBO₅ registró valores de 38.98 mg/L en P2 y 17.2 mg/L en P3 (Figura 74B), que, aunque cumplen con el objetivo de calidad plasmado en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (<70 mg/L) representan aguas de contaminadas (P2), que podrían presentar descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal; y aguas de calidad aceptable (P3), es decir, con indicio de contaminación, pero con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas (Conagua- Semarnat, 2014). De la misma manera, la DQO registró valores altos, 85.31 mg/L en P2 y 48.63 mg/L en P3 (Figura 74C), indicando contaminación por materia orgánica.

Los valores de DBO₅ y DQO en este cuerpo de agua presentan características particulares, ya que los puntos de monitoreo se encuentran alejados de zonas pobladas y no se observa, a simple vista, la presencia de vertimientos de aguas residuales. Esto sugiere que el aumento de estas variables podría deberse a un aporte significativo de materia orgánica natural, como hojas en descomposición, restos de plantas y animales. Adicionalmente, ciertas condiciones geológicas pueden contribuir a la liberación de compuestos orgánicos en el agua, lo que también puede influir en el incremento de los niveles de DBO₅ y DQO.

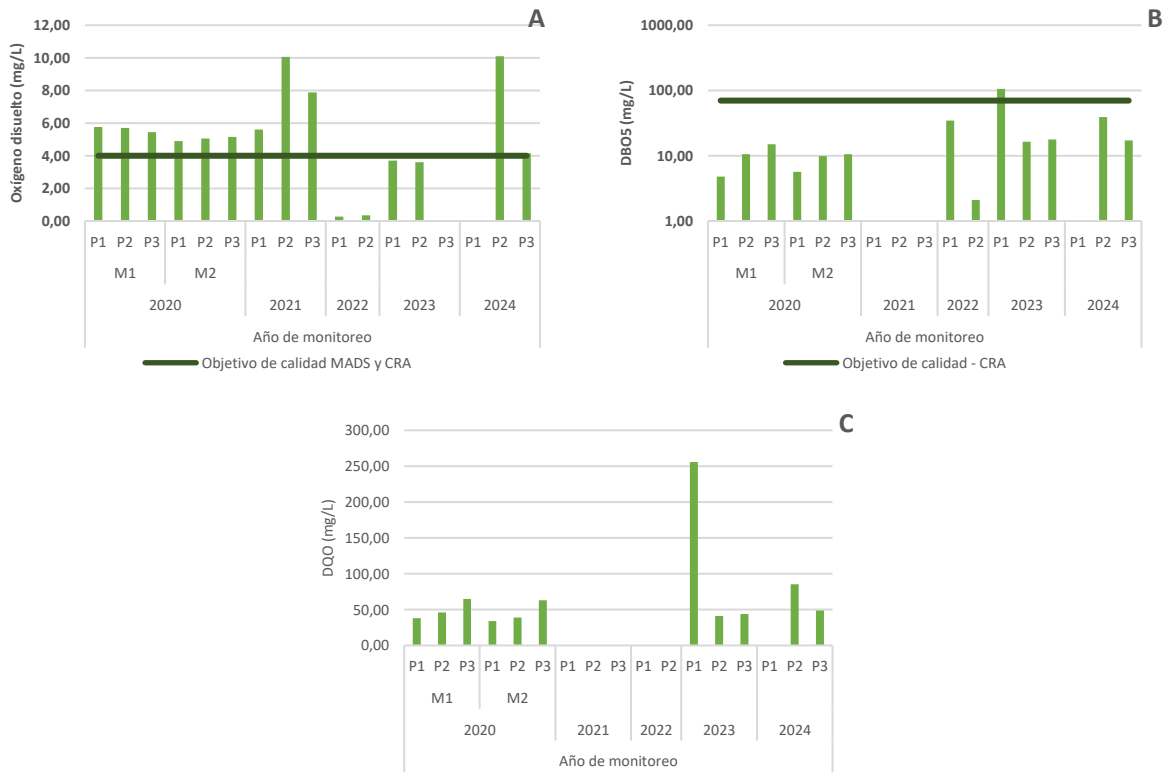


Figura 74. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga de Balboa.
 Fuente: Labormar (2025).

Con respecto a la conductividad, se registraron valores de 3976 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P2 y 7.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P3 (Figura 75A). Esta diferencia en los valores entre puntos de monitoreo demuestra que al momento del muestreo no existía conexión entre las aguas de un punto y otro, y que en P3 las aguas proceden principalmente de escorrentías locales, debido a que este es un valor característico de aguas dulces. Así mismo, se registraron bajas concentraciones de salinidad (2.31 UPS en P2 y 4.26 UPS en P3), diferentes a los registros obtenidos en 2021 donde se obtuvieron concentraciones de 38.56 UPS en P1, 41.73 UPS en P2 y 40.71 en P3

La ciénaga de Balboa es un cuerpo de agua que se ha ido secando, quedando los puntos de muestreo separados en pequeñas masas de agua, quizá aislados del contacto con el mar, conectándose con este en determinados momentos del año, por lo cual se pueden registrar eventos de bajas salinidades como en este muestreo.

Aunque generalmente se asocia la conductividad con la salinidad, es probable que el valor registrado en P2, se deba más a la combinación de la temperatura elevada que se da en estos ecosistemas someros tropicales y la presencia de contaminantes, ya sean orgánicos o inorgánicos, que aumentan la conductividad del agua.

Por otra parte, los SST, con 280 mg/L en P2 y 66.1 mg/L en P3, superaron el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico (<50 mg/L) (Figura 75B), no obstante, según Conagua-Semarnat (2014), son valores de calidad aceptable.

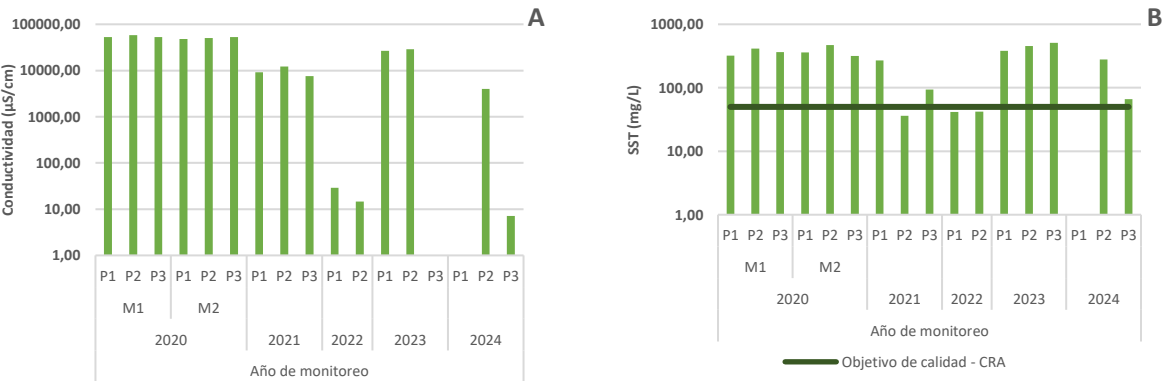


Figura 75. Conductividad y Sólidos Suspendedos Totales (SST) en la ciénaga de Balboa.
 Fuente: Labormar (2025).

8.4.1.2. Parámetros microbiológicos.

En lo relacionado a la contaminación microbiológica, se registraron 256 NMP/100 mL en P2 y 193 NMP/100 mL en P3 de CTE, mientras que de CT se obtuvieron 310 NMP/100 mL en ambos puntos de

monitoreo (Figura 76).

Al comparar los resultados con algunos criterios transitorios establecidos en el Decreto 1076 de 2015 del MADs, se observa que en el punto P2 se superan los valores permitidos de CTE para actividades recreativas con contacto primario, los cuales no deben exceder los 200 NMP/100 mL de CTE y 1000 NMP/100 mL de CT. Sin embargo, los valores obtenidos sí son adecuados para actividades recreativas con contacto secundario, donde el límite permitido es de hasta 5000 NMP/100 mL de CT.

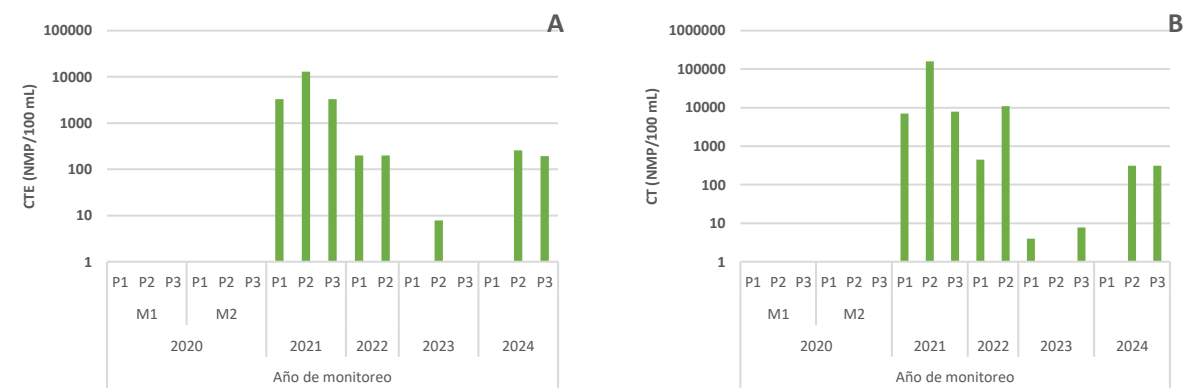


Figura 76. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Balboa.

Fuente: Labormar (2025).

8.4.1.3. Índices de calidad ambiental.

El análisis de los resultados utilizando el Índice de Calidad del Agua (IDEAM, 2011) indica que las aguas del punto P2 presentan una mala calidad, mientras que las del punto P3 corresponden a una calidad regular, debido principalmente a la alta concentración de sólidos suspendidos totales (SST) y demanda química de oxígeno (DQO), que alteran las propiedades naturales del agua. Asimismo, los Índices de Contaminación (ICO) propuestos por Ramírez et al. (1997) revelan una contaminación media por materia orgánica (ICOMO) en ambos puntos. En cuanto al índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), se reporta una contaminación muy alta en P2 y baja en P3. Por otro lado, las concentraciones de pH en los puntos monitoreados no representan motivo de preocupación (Tabla 22).

Tabla 22. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga de Balboa en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	Índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	-	-	-	-
Punto 2	0,405	0,82	0,69	0,06
Punto 3	0,615	0,18	0,60	0,02

Fuente: Labormar (2025).

8.4.2. Ciénaga del Totumo.

8.4.2.1. Parámetros fisicoquímicos.

En la ciénaga del Totumo se registraron temperaturas del agua entre 30.77 y 32.73°C respectivamente en los puntos P6 y P2 (Figura 77A). Comparando los resultados con los últimos monitoreos, se aprecia un aumento paulatino de la media de temperatura que en 2020-1 fue de 28.5°C, en 2020-2 de 28.7°C, en 2021 de 30.5°C y en 2022 y 2023 de 31°C. Factores como la radiación solar, la disminución de la profundidad, las entradas de agua y el cambio climático pueden aumentar la temperatura del agua, trayendo consigo la disminución del oxígeno disuelto, la proliferación de algas nocivas y pérdida de la biodiversidad.

En tanto, el pH obtuvo registros netamente alcalinos que van desde las 7.54 Unidades en P1, hasta las 8.28 Unidades en P3(Figura 77B). Estos valores cumplen con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico y el criterio de calidad para aguas cálidas dulces del Decreto 1076 de 2015 del MAD (4.5 a 9.0 Unidades).

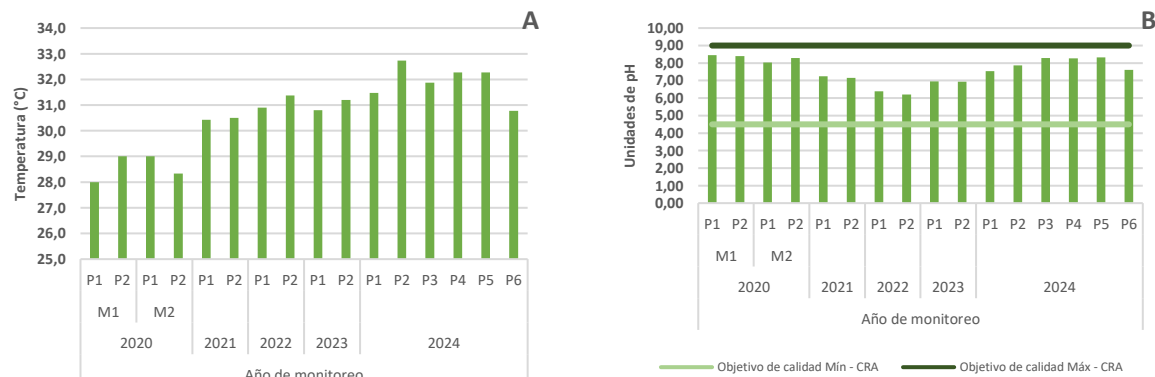


Figura 77. Temperatura y pH registrados en la ciénaga del Totumo.
 Fuente: Labormar (2025).

El oxígeno disuelto registró concentraciones que oscilaron entre 5,33 mg/L en el punto P1 y 7,81 mg/L en el punto P4 (Figura 78A). Estos valores cumplen con los criterios de calidad establecidos en la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico, así como con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015 del MADS para aguas cálidas dulces, cuyo valor mínimo es de 4 mg/L. En comparación con monitoreos anteriores, se observa una mejoría en este parámetro, ya que durante los años 2022 y 2023 se registraron concentraciones inferiores a 3 mg/L, las cuales probablemente ejercieron una fuerte presión sobre la vida acuática, llegando incluso a causar la desaparición de diversas especies.

Coincidiendo con los adecuados valores de oxígeno disuelto, se registraron bajas concentraciones de

DBO₅, entre 4.28 mg/L en P1 y 6.53 mg/L en P2 (Figura 78B), características de cuerpos de agua de buena o aceptable calidad, y concentraciones de DQO inferiores al límite de detección del método empleado de los puntos P1, P3, P4 y P5. Únicamente se reportó DQO en P2 y P6 con 31.23 mg/L y 30.62 mg/L respectivamente (Figura 78C), que se ajustan a los valores de aguas con calidad aceptable (>20 y ≤40 mg/L) según Conagua -Semarnat (2014).

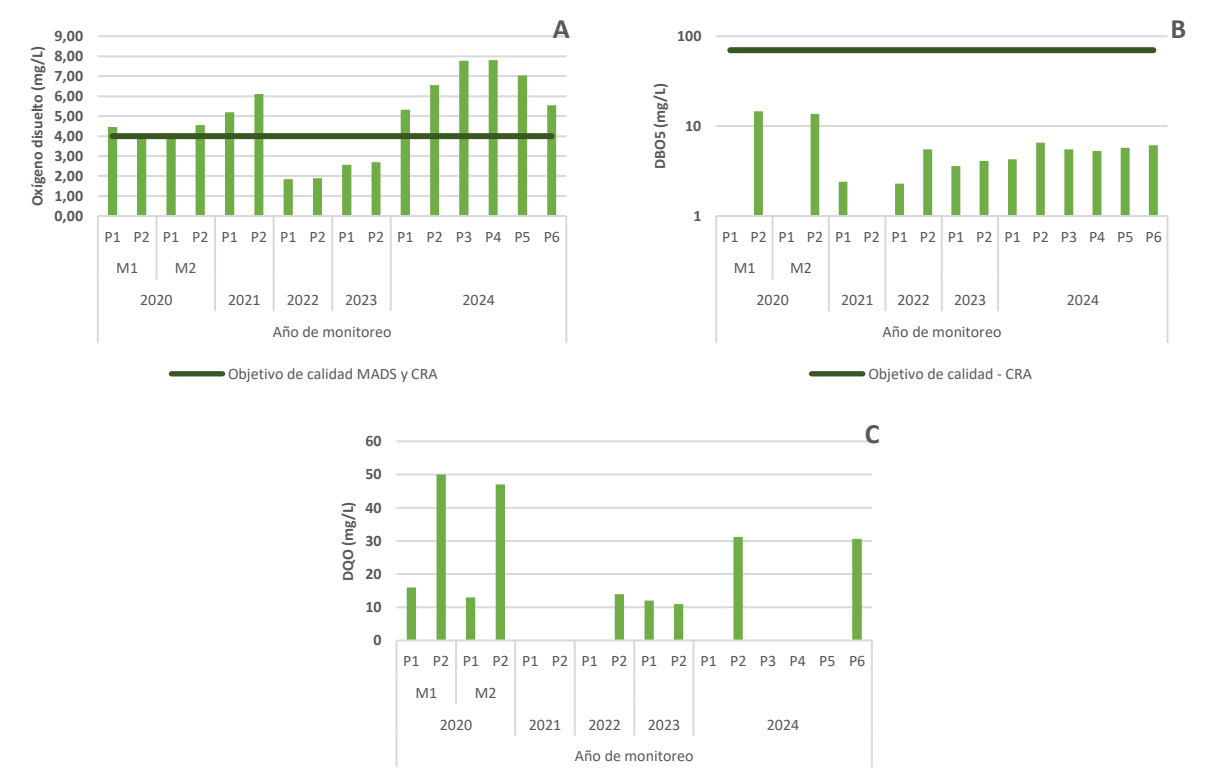


Figura 78. Oxígeno disuelto, DBO₅ y DQO en la ciénaga del Totumo.
 Fuente: Labormar (2025).

La conductividad en la ciénaga del Totumo es relativamente alta, considerando que se trata de un ecosistema dulceacuícola, con valores que oscilan entre 648 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto P4 y 762 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto P6 (Figura 79A).

En sistemas de agua dulce, la conductividad suele situarse entre 50 y 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo valores inferiores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicativos de aguas dulces de buena calidad (Chapman, 1996; Wetzel, 2001). Diversos factores pueden influir en este parámetro, como la geología del área, ya que las aguas que atraviesan suelos ricos en minerales tienden a presentar una mayor conductividad. Asimismo, en climas cálidos, la evaporación puede concentrar los iones presentes y elevar la conductividad. A esto se suman los aportes

antrópicos, como descargas de aguas residuales, fertilizantes y lixiviados, que también incrementan la concentración de sales disueltas en el agua.

Por su parte, los sólidos suspendidos totales (SST), registraron concentraciones menores a 6 mg/L en todos los puntos de monitoreo (Figura 79B), que no representan peligro para la estabilidad del ecosistema, ni los organismos que en él viven, cumpliendo con el objetivo de calidad de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas del Litoral Caribe en el departamento del Atlántico (50 mg/L).

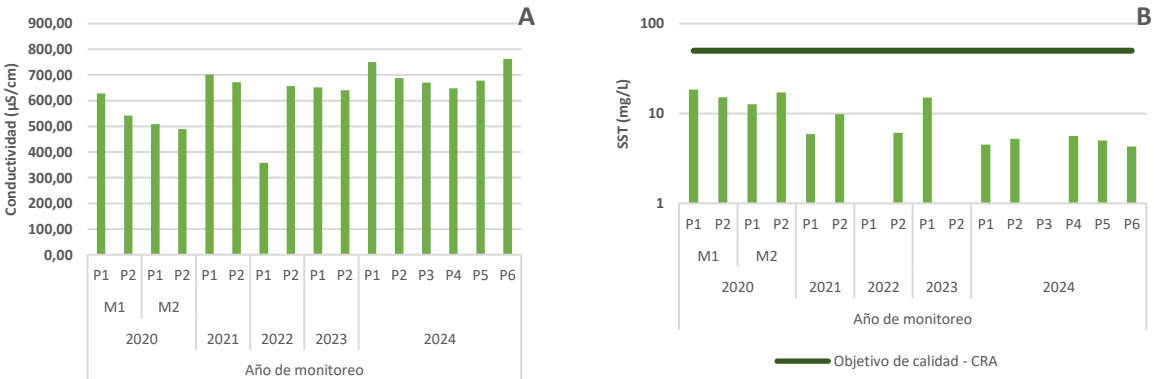


Figura 79. Conductividad y Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la ciénaga del Totumo.

Fuente: Labormar (2025).

8.4.2.2. Parámetros microbiológicos.

Los resultados de agentes microbiológicos en el agua de la ciénaga del Totumo muestran valores inferiores a 1000 NMP/100 de CTE y menores a 4000 NMP/100 mL de CT en todos los puntos muestreados (Figura 80).

Para aguas superficiales naturales, los valores permisibles de coliformes termotolerantes y totales no están establecidos de manera general y única, sino que varían según el uso que se le asigne al recurso hídrico conforme a la clasificación establecida en el Decreto 1076 de 2015 del MADS (artículos 2.2.3.3.3.1 y siguientes).

Los valores de coliformes termotolerantes registrados, en el caso de P4, P5 y P6, superan el criterio para recreación con contacto primario (≤ 200 NMP/100 mL). Estas condiciones indican que el recurso no es apto para uno de los usos más sensibles y evidencia la necesidad de medidas correctivas.

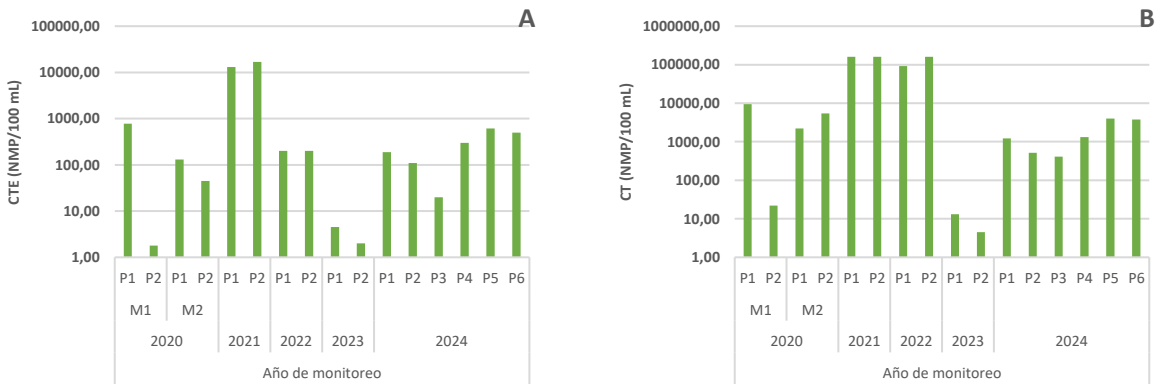


Figura 80. Coliformes termotolerantes (CTE) y Coliformes totales (CT) en la ciénaga del Totumo.
 Fuente: Labormar (2025).

8.4.2.3. Índices de calidad ambiental.

De la aplicación de los índices de calidad ambiental, el índice de calidad de aguas-ICA (IDEAM, 2011), muestra que en general las aguas de la ciénaga del Totumo tienen una Calidad Aceptable, tornándose Regular hacia los puntos P2 y P6 que fueron los únicos puntos donde se reportaron concentraciones detectables de DQO. En cuanto a los índices de contaminación – ICOs (Ramírez et al. 1997), no manifiestan preocupación por contaminación por sólidos suspendidos totales, ni pH (ICOSUS e ICOpH), pero evidencian contaminación media por materia orgánica de los puntos P1 a P4 y alta en P5 y P6, relacionadas con la presencia de coliformes totales (Tabla 23).

Tabla 23. Índices de calidad ambiental aplicados a los resultados obtenidos en el monitoreo realizado en la ciénaga del Totumo en 2024.

Punto de monitoreo	ICA IDEAM	índices de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
Punto 1	0,777	0,00	0,55	0,01
Punto 2	0,689	0,00	0,51	0,02
Punto 3	0,727	0,00	0,47	0,07
Punto 4	0,727	0,00	0,57	0,07
Punto 5	0,742	0,00	0,68	0,09
Punto 6	0,694	0,00	0,67	0,01

Fuente: Labormar (2025).

9. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

En el río Magdalena se evidencian altas concentraciones de sólidos suspendidos (SST) asociadas posiblemente a la escorrentía, erosión o vertimientos sin tratamiento adecuado, superando ampliamente el valor guía de 10 mg/L de la Resolución 0449 de 2021 de la CRA, registrándose concentraciones entre 118 y 403 mg/L.

En este mismo cuerpo de agua hay contaminación fecal localizada (coliformes termotolerantes) en P9 (15531 NMP/100 mL) y P7 (9208 NMP/100 mL) que superan los límites permitidos para contacto primario e incluso secundario, lo que indica la presencia de fuentes fecales activas y riesgo para la salud humana. Además, en P9, también se presentan altas cargas de coliformes totales con 38730 NMP/100 mL, lo que representa un incumplimiento para los mínimos requeridos en la Res 0449 de 2021 de la CRA para el eje principal del río Magdalena sin bocatomas de abastecimiento colectivo.

La ciénaga La Bahía presenta una mejora progresiva en la calidad del agua con una evolución favorable de parámetros clave como DBO5, SST, oxígeno disuelto y coliformes, aunque siguen registrándose concentración de coliformes termotolerantes y totales, principalmente en el punto P3, que aún exceden el límite permitido para contacto primario (según el Decreto 1076 de 2015 del MADS). Esto sugiere que aún existen fuentes intermitentes de contaminación fecal que podrían representar riesgos para la salud.

La ciénaga de Malambo revela una mejoría gradual en varios parámetros clave de calidad del agua, especialmente en la reducción de la carga orgánica (DBO5) y de sólidos suspendidos (SST). Asimismo, se observa una recuperación significativa del oxígeno disuelto, indicador de mejor equilibrio ecológico, y una disminución paulatina en las concentraciones de coliformes totales y termotolerantes, aunque persisten valores críticos en algunos puntos (P1 y P5). No obstante, el aumento en la conductividad en ciertos sectores refleja procesos de degradación ambiental localizados, posiblemente por escorrentías, vertimientos o cambios en el uso del suelo, lo cual sugiere que, aunque hay señales de recuperación, la calidad del agua sigue siendo vulnerable y requiere acciones sostenidas de control de fuentes contaminantes y manejo ecológico para preservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del humedal.

La ciénaga El Convento presenta una mejora notable en su calidad fisicoquímica, evidenciada por el cumplimiento de los límites normativos para oxígeno disuelto, DBO5, sólidos suspendidos y pH, lo que sugiere una recuperación parcial del ecosistema y condiciones más favorables para la vida acuática. No obstante, persisten problemáticas críticas como la elevada salinidad y la contaminación microbiológica, que superan los estándares para usos por contacto y agrícolas establecidos en el Decreto 1076 de 2015 en P1, lo que representa un riesgo sanitario y ecológico.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 154 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

La mayoría de los parámetros evaluados en la ciénaga de Sabanagrande —temperatura, pH, sólidos suspendidos (SST), demanda biológica de oxígeno (DBO5), coliformes termotolerantes (CTE) y coliformes totales (CT)— cumplieron con los criterios establecidos por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA y el Decreto 1076 de 2015 para la preservación de la flora y fauna, así como para usos agrícolas y recreativos. Sin embargo, el oxígeno disuelto (OD) en el punto P1 se mantuvo por debajo del límite crítico ecológico de 4 mg/L, lo cual representa una amenaza para organismos acuáticos sensibles y refleja procesos de descomposición orgánica activa o estratificación térmica.

La ciénaga de Santo Tomás mostró una mejora significativa respecto a años anteriores, cumpliendo con los objetivos establecidos por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA para humedales asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico y los criterios del Decreto 1076 de 2015 para la preservación de flora y fauna y usos agrícolas y recreativos. Los niveles de DBO₅, SST, pH y oxígeno disuelto indicaron condiciones fisicoquímicas favorables para la biota acuática, mientras que las concentraciones de coliformes termotolerantes y totales estuvieron por debajo de los límites exigidos incluso para contacto primario. Aunque la conductividad superó los valores típicos de aguas dulces, sugiriendo posible salinización, el resto de los parámetros reflejaron un ecosistema con baja carga contaminante y adecuada capacidad de autorregulación.

La ciénaga Larga posee deterioro ambiental significativo que se ve reflejado en un bajo nivel de oxígeno disuelto y altos valores de coliformes en el punto P1, así como un incremento abrupto de la conductividad, que podría indicar procesos de salinización o acumulación de sales asociadas a presiones antrópicas.

La ciénaga Luisa mostró una dualidad en su estado ecológico: por un lado, presentó valores excepcionalmente bajos de sólidos suspendidos totales (2.5 mg/L en P1 y no detectables en P2), lo que indica una alta transparencia del agua, favoreciendo procesos fotosintéticos y la estabilidad de comunidades acuáticas. Por otro lado, los valores de conductividad eléctrica superaron los 900 µS/cm en ambos puntos, reflejando un proceso de acumulación de sales, posiblemente relacionado con procesos de evaporación intensiva, uso agropecuario del entorno o menor recarga hídrica, lo que podría comprometer la tolerancia de especies sensibles a salinidad.

La calidad del agua en la ciénaga Paraíso es altamente presionada por cargas orgánicas y microbiológicas, con condiciones críticas de oxigenación y una contaminación fecal que impide usos agrícolas y recreativos. El incremento sostenido de la DQO, la hipoxia extrema y las altas concentraciones de coliformes indican que la ciénaga se encuentra en un estado de deterioro ecológico severo.

El análisis de la calidad del agua en la ciénaga Manatí revela una condición ambiental comprometida, especialmente en lo relacionado con la presencia de materia orgánica biodegradable, como lo evidencian los altos valores de DBO5 y DQO. Además de una alta conductividad que sugiere posibles procesos de

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 155 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

salinización o acumulación de sales por actividades antrópicas. Además, los niveles extremos de coliformes en el punto 1 representan un riesgo sanitario significativo.

Se destaca la recuperación del oxígeno disuelto y la disminución en la carga de sólidos suspendidos respecto a años anteriores en la ciénaga El Uvero, lo que sugiere una mejora en la calidad físico-química del sistema y mayor estabilidad ambiental. Sin embargo, persisten signos de presión antrópica en algunos puntos del cuerpo de agua, evidenciados por la variabilidad en los niveles de coliformes y la carga orgánica, especialmente en términos de DBO5.

Los resultados de DQO en la ciénaga de Mallorquín indican, en general, una buena calidad del agua en la mayoría de los puntos muestreados, con valores no detectables en P3, P4 y P7, y concentraciones moderadas en P1, P2 y P5 (alrededor de 32 mg/L), que corresponden a aguas de calidad aceptable. Sin embargo, el punto P6 el registro de 47.87 mg/L, lo clasifica como contaminado. Esta condición podría estar relacionada con descargas de aguas residuales domésticas provenientes del barrio Las Flores, que aportan materia orgánica como restos de alimentos, excretas, detergentes y grasas, aumentando significativamente la carga orgánica del cuerpo de agua en ese sector.

Los resultados de contaminación microbiológica en la ciénaga de Mallorquín indican una baja presencia de coliformes termotolerantes (CTE) y coliformes totales (CT), con concentraciones no detectables en la mayoría de los puntos muestreados. El valor más alto registrado fue de 200 NMP/100 mL de CT en P1, lo cual se mantiene muy por debajo del límite establecido para actividades recreativas con contacto primario (≤ 1000 NMP/100 mL), según el Decreto 1076 de 2015 del MADS. Estos resultados sugieren que, desde el punto de vista microbiológico, la calidad del agua en la ciénaga es adecuada para usos recreativos sensibles.

En la ciénaga El Rincón se evidencian una preocupante carga orgánica en el ecosistema. Los valores elevados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), que alcanzaron hasta 41.9 mg/L, aunque se encuentran por debajo del límite establecido por la Resolución 0449 de 2021 de la CRA (<70 mg/L), pueden considerarse como indicativos de contaminación orgánica. Este comportamiento sugiere la probable influencia de aguas provenientes de vertimientos domésticos o residuos orgánicos no tratados.

Los valores de demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga El Rincón son significativamente altos, con registros entre 73.27 y 80.71 mg/L, lo que ubica al sistema dentro del rango característico de aguas contaminadas (40–200 mg/L), de acuerdo con la clasificación propuesta por Banach et al. (2009). Estos niveles reflejan una alta presencia de materia orgánica tanto biodegradable como no biodegradable, lo que compromete los procesos naturales de autodepuración y favorece fenómenos de eutrofización, afectando el equilibrio ecológico del humedal.

Los resultados microbiológicos en la ciénaga El Rincón evidencian una mejora significativa en la calidad del agua en comparación con años anteriores, especialmente en los puntos P1 y P2, donde las concentraciones de coliformes termotolerantes se mantuvieron por debajo del límite de detección, lo que sugiere una disminución notable en la contaminación fecal reciente. Aunque en P3 se registraron 20 NMP/100 mL, este valor sigue siendo bajo en relación con los niveles históricos, lo que reafirma una tendencia positiva. En cuanto a los coliformes totales, aunque sus valores fueron más altos, todos se ubicaron por debajo del umbral de 1000 NMP/100 mL, manteniéndose dentro de un rango considerado aceptable para ciertos usos como recreación pasiva, riego o protección de la vida acuática (EPA, 2012; IDEAM, 2010).

Los resultados de contaminación microbiológica en la ciénaga Los Manatíes evidencian una alta carga bacteriológica, particularmente en el punto P2, donde se registraron 464 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes (CTE) y 72.700 NMP/100 mL de coliformes totales (CT). Estos valores, al igual que los obtenidos de CT en P1, exceden ampliamente los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015 del MADS tanto para actividades recreativas con contacto primario (≤ 200 NMP/100 mL de CTE y ≤ 1.000 NMP/100 mL de CT), como para aquellas con contacto secundario (≤ 5.000 NMP/100 mL de CT). Esta situación sugiere un riesgo significativo para la salud humana, en especial para quienes hacen uso recreativo del cuerpo de agua.

En el arroyo León se evidencia una alta contaminación orgánica y microbiológica, especialmente en los puntos P2 y P3, donde se registraron valores críticos de coliformes fecales y totales, así como déficits severos de oxígeno disuelto, lo cual compromete la calidad ecológica del cuerpo de agua. La presencia de altos niveles de DBO₅ y SST corrobora que hay aportes significativos de vertimientos domésticos sin tratamiento.

Las descargas de aguas residuales en puntos de monitoreo cercanos a centros poblados al norte del embalse del Guájaro como Aguada de Pablo, La Peña y Arroyo de Piedra, son probablemente la causa que se registre presencia, aunque baja, de contaminación por DQO.

La composición geológica del terreno, es quizá la principal causante que en el embalse del Guájaro se registren altas conductividades, con un gradiente de sur a norte.

Es probable que la descarga de aguas crudas a la ciénaga de Luruaco, es seguramente la causante que se presenten eventos de contaminación por DBO₅, DQO y Coliformes, en algunos monitoreos.

El cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por la CRA no siempre implica la ausencia de contaminación. Un ejemplo de esto es la ciénaga de Balboa, donde en el punto P2 se cumple con el objetivo de calidad para la DBO₅; sin embargo, los valores registrados aún indican la presencia de contaminación. Esto se debe a que dichos objetivos están planteados para alcanzarse en un periodo de diez años, con metas a corto, mediano y largo plazo. Las metas a corto y mediano plazo suelen ser

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 157 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

relativamente permisivas, ya que buscan identificar problemáticas y permitir la implementación progresiva de acciones orientadas a la recuperación de los cuerpos de agua.

Los valores elevados de DBO5 y DQO en la ciénaga de Balboa parecen estar asociados principalmente a aportes naturales de materia orgánica y a condiciones geológicas particulares, más que a fuentes de contaminación antrópica. Esto se explica por la ubicación aislada de los puntos de monitoreo y la ausencia visible de vertimientos de aguas residuales en P2 y P3.

Los análisis microbiológicos del agua en la ciénaga del Totumo muestran que, aunque los niveles de coliformes totales y termotolerantes no son altos, en los puntos P4, P5 y P6 los valores de coliformes termotolerantes superan el límite permitido para actividades recreativas por contacto primario (≤ 200 NMP/100 mL), según el Decreto 1076 de 2015. Esto indica que el agua en esos puntos no es segura para este tipo de uso, lo que hace necesario aplicar medidas correctivas que mejoren la calidad del recurso hídrico y reduzcan el riesgo para la salud humana.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 158 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

10.BIBLIOGRAFÍA

Alabaster, J. S. y Lloyd, R. 1982. Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Butterworths, Londres, Inglaterra.

American Public Health Association (APHA). 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd ed.). APHA, AWWA, WEF.

ANZECC (Australian and New Zealand Environment Conservation Council). 2000. An introduction to the Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. National Water Quality Management Strategy, Camberra, Australia.

Arias-González, A., Vásquez, L. A., y Morales, C. 2020. Indicadores de deterioro ambiental en humedales tropicales. Revista Colombiana de Ciencias Ambientales, 51(1), 23–38.

Baek, J., Choi, J., y Lee, S. 2021. Impacts of suspended solids on riverine ecosystems: A review on turbidity and sedimentation. Water, 13(16), 2231.

Banach, A. M., Banach, K., Gałczyńska, M., & Pawlik, M. 2009. Water chemistry and the functioning of aquatic ecosystems. Polish Journal of Environmental Studies.

Basset, A., Elliott, M., y West, R. J. 2013. Estuarine and Lagoon Biodiversity and Productivity. Marine and Freshwater Research, 64(5), 349–356.

Bilotta, G. S., y Brazier, R. E. 2008. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. Water Research, 42(12), 2849–2861.

Boyd, C. E. 2015. Water Quality: An Introduction (2nd ed.). Springer.

Boyero, L., Pearson, R. G., Gessner, M. O., Boulton, A. J., Chauvet, E., Ferreira, V., Graça, M. A. S., ... y Yule, C. M. 2012. Global patterns of stream detritivore distribution: implications for ecosystem functioning. Ecological Letters, 15(8), 913–920.

Brenes, C., Benavidez, R. y Ballesteros, D. 2009. Características hidrográficas del sistema lagunar Los Micos- Quemada en el caribe hondureño. Rev. Mar. y Cost. ISSN 1659-455X. Vol. 1. 215-229, Diciembre 2009.

Camargo, J. A., y Alonso, Á. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. Environment International, 32(6), 831–849.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 159 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

Cañedo-Argüelles, M., Hawkins, C.P., Kefford, B.J., Schäfer, R.B., Buchwalter, D., et al. 2013. Salinization of rivers: an urgent ecological issue. *Environmental Pollution*, 173, 157–167.

Carvajal, A., Guevara, A., y Rodríguez, N. 2018. Evaluación microbiológica de cuerpos de agua dulce en zonas rurales del Caribe colombiano. *Revista MVZ Córdoba*, 23(1), 6490–6500.

Carvajal-Yepes, M., Torres, A. V., Páez, M., y Galvis, A. 2020. Water pollution in Latin America: Impact on human health and ecosystems. *Environmental Science and Policy*, 114, 229–238.

Cervantes, D., Giraldo, J., y Arango, C. 2019. Evaluación microbiológica de aguas superficiales en ecosistemas tropicales urbanos. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1), 57–66.

Chapman, D. (Ed.). 1996. *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. 2nd ed. UNESCO/WHO/UNEP.

Chapra, S. C. 2014. *Surface Water-Quality Modeling*. Waveland Press.

Chapra, S. C., Boehlert, B., Fant, C., Bierman, V. J., Henderson, J., Mills, D., Mas, D. M. L., Rennels, L., Jantarasami, L., Martinich, J., Strzepek, K. M. y Paerl, H. W. 2017. Climate change impacts on harmful algal blooms in U.S. freshwaters: A screening-level assessment. *Environmental Science & Technology (Ciencia y Tecnología Ambiental)*, Vol. 51, No. 16, pág. 8933–8943.

Cirujano, S. 1995. *Flora y vegetación de las lagunas y humedales de la provincia de Cuenca*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. CSIC. Real Jardín Botánico de Madrid. 224 pp.

CONAGUA- SEMARNAT. 2014. *Estadísticas del Agua en México*. Edición 2013. México.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA). (2021). Resolución 0449 de 2021: Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad del recurso hídrico superficial en la jurisdicción de la CRA. Barranquilla, Colombia.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico C.R.A. 2019. Monitoreo fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico sobre la calidad y estado actual de los cuerpos de agua y las fuentes hídricas del departamento del Atlántico y la caracterización de los humedales Sabanagrande, Santo Tomás y Palmar de Varela en cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2016-2019. Tomo II. Barranquilla.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 160 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

Corporación Autónoma Regional del Atlántico C.R.A. 2020. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial. Informe técnico de estudio de caracterización de agua superficial. Barranquilla.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico C.R.A. 2021. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial. Informe técnico de estudio de caracterización de agua superficial. Barranquilla.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico C.R.A. 2022. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial, realizada los días 27, 29 y 30 de septiembre y 2, 3, 4, 12, 13 y 14 de octubre de 2022. Barranquilla.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico C.R.A. 2023. Estudio de caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial realizada los días 24, 27, 28, 31 de julio y 01, 02 de agosto de 2023. Barranquilla.

Daufresne, M., Roger, M. C., Capra, H., y Lamouroux, N. 2019. Temperature increase and variability in a large river: Effects on thermal habitats and fish assemblages. *Journal of Fish Biology*, 94(4), 552–562.

Delpla, I., Jung, A. V., Baures, E., Clement, M., y Thomas, O. 2019. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International*, 131, 104984.

EPA - Environmental Protection Agency. 2006. Volunteer Estuary Monitoring a Methods Manual (second edition). Wetlands: [s.n.].

EPA - Environmental Protection Agency. 2012. Recreational Water Quality Criteria. U.S. Environmental Protection Agency.

Espinosa, R., López, J., y Díaz, M. 2020. Evaluación de la calidad del agua en humedales de Colombia: Caso Ciénaga de Zapatos. *Ingeniería y Región*, 18(1), 79–95.

Espinosa, R., López, J., y Díaz, M. 2020. Evaluación de la calidad del agua en humedales de Colombia: Caso Ciénaga de Zapatos. *Ingeniería y Región*, 18(1), 79–95.

Esteves, F. A. 2011. Fundamentos de limnología (3ª ed.). Río de Janeiro: Editora Interciência. ISBN: 9788571932172

Esteves, F. A. 2011. Fundamentos de Limnología. 3ª ed. Interciência.

Esteves, F. A., y Suzuki, M. S. 2011. Características limnológicas de ecosistemas acuáticos brasileiros. In: Esteves, F. A. (Ed.), Fundamentos de Limnologia. 3ª ed., Rio de Janeiro: Interciência, pp. 923–1005.

Informe válido solo para la(s) muestra(s) analizada(s). Queda prohibida la reproducción parcial de este informe; la reproducción total de este informe no puede hacerse sin la aprobación por escrito del laboratorio.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 161 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

Fernández, M., Suárez, J., y Duarte, A. 2019. Evaluación de la carga orgánica en cuerpos de agua dulce mediante DBO y DQO. *Ingeniería Ambiental y Desarrollo*, 29(3), 45–59.

García, C., Suárez, Á., & Lizarazo, L. 2009. "Conductividad eléctrica y salinidad en humedales: implicaciones ecológicas y de gestión ambiental". *Revista de Ciencias Ambientales*, 39(2), 45–60.

García-Ávila, F., Patiño, D., y Vásconez, F. 2018. Assessment of water quality in the Machángara River Basin: Application of water quality indices. *Applied Water Science*, 8(7), 191.

García-Ruiz, R., Pattinson, W., Smith, H., y Cañedo-Argüelles, M. 2018. The influence of temperature and flow regulation on stream metabolism. *Science of the Total Environment*, 612, 482–493.

García-Ruiz, R., Pattinson, W., Smith, H., y Cañedo-Argüelles, M. 2018. The influence of temperature and flow regulation on stream metabolism. *Science of the Total Environment*, 612, 482–493.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.187>

Ghaly, A. E., Ramakrishnan, V. V., Brooks, M. S., Budge, S. M., y Dave, D. 2019. Biological treatment of wastewater: a review. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 9(1), 1–19.

González, A. et al. 2021. Conductividad y su efecto sobre peces dulceacuícolas. *Ecología Aplicada*, 20(1), 49–61.

González-Trujillo, M. C., Martínez-Carrillo, M. A., y López-López, E. 2020. Temporal variations in physicochemical parameters and phytoplankton in tropical reservoirs. *Limnetica*, 39(1), 59–74.

González, R., Ramírez, F., y Patiño, J. 2022. Contaminación fecal en humedales urbanos: implicaciones ecológicas y sanitarias. *Revista de Salud Ambiental*, 22(2), 90–105.

Gray, K. 1993. Regional Meteorology and Hurricanes. In: Edited by George A. Maul. *Climatic Change in the Intra-Americas Sea* (pp. 87-99). United Nations of Environmental Program.

Güereñu, R., Patiño, J., y Ramírez, F. 2022. Colonización y remoción de coliformes en humedales artificiales de tratamiento de aguas residuales. *Revista de Salud Ambiental*, 22(3), 145–158.

Gunkel, G., Kosmol, J., Sobral, M., Rohn, H., Montenegro, S., y Aureliano, J. 2015. Sugar cane industry as a source of water pollution – Case study on the situation in Ipojuca River, Pernambuco, Brazil. *Water, Air, & Soil Pollution*, 170, 229–238.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 162 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

Hernández, J., Perdomo, L., y Guzmán, D. 2019. Influencia de la DBO5 en cuerpos lénticos tropicales del Caribe colombiano. Revista Colombiana de Ciencias Ambientales, 50(2), 81–90. [ISSN: 0123-9509]

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2010. Guía para el monitoreo y evaluación de la calidad del agua superficial continental.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 2018. Informe del estado del recurso hídrico en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., et al.). Cambridge University Press.

Jiang, S. C., Chu, W., He, J. W., y An, W. 2020. Microbial contamination and health risk assessment in urban rivers: A critical review. Environmental Pollution, 265, 114867.

Jiménez-Segura, L. F., Palacio, J., y Restrepo, J. D. 2015. Variabilidad hidrológica y térmica en humedales del bajo Magdalena: implicaciones ecológicas y de conservación. Revista de Biología Tropical, 63(4), 1003–1016.

Kefford, B.J., Schäfer, R.B., Liess, M., Goonan, P., Metzeling, L., Nuggeoda, D., & Dunlop, J. 2016. Salinity thresholds for macroinvertebrates: A meta-analysis of field and laboratory studies. Science of the Total Environment, 566–567, 196–206.

Li, M., Zhang, D., Yang, Y., Li, H., Li, W., y Du, Y. 2020. Effects of pH on freshwater aquatic organisms: A meta-analysis. Environmental Toxicology and Chemistry, 39(7), 1325–1334.

Li, Y., Zhang, C., y Li, Y. 2019. Dissolved oxygen as a key indicator of water quality and its monitoring using remote sensing. Environmental Science and Pollution Research, 26(25), 25685–25705.

López-Rojo, N., Guareschi, S., Millán, A. y Velasco, J. 2021. Effects of water temperature on the structure and function of aquatic macroinvertebrate communities in Mediterranean streams. Science of The Total Environment, 782, 146892.

López-Ruiz, A., Bolaños, M., y Rojas, M. 2021. Dynamics of water quality in tropical wetlands: A case study of Ciénaga de Mallorquín, Colombia. Wetlands Ecology and Management, 29(3), 369–384.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 163 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

Mancera, J.E., y Álvarez-León, R. 2020. Ecología y manejo de humedales en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Marín, B., Vivas, LJ., Troncoso, W., Acosta, JA, Vélez, AM., Betancourt. J., et al. 2004. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Diagnóstico Nacional y Regional 2003. INVEMAR.

Márquez, E. y Mancera, J.E. 2014. Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua en el complejo cenagoso del Bajo Sinú, Caribe colombiano. Revista de Biología Tropical, 62(3), 1245–1257.

Martínez-Carrillo, M. A., López-López, E., y Peña-Mendoza, B. 2022. Salinity and ionic composition patterns in tropical wetlands under anthropogenic stress. Environmental Monitoring and Assessment, 194 (3), 1–13.

Martínez-Torres, J., y Restrepo, M. 2021. Conductividad eléctrica como indicador de calidad de agua en humedales andinos. Ecohidrología, 18(2), 55–67.

Medeiros, Y. D. P., de Oliveira, R. M., y Cavalcante, A. C. 2015. Impact of organic pollution on aquatic communities in Brazilian tropical rivers. Environmental Monitoring and Assessment, 187, 616.

Melo, L., Cárdenas, H., y Soto, D. 2021. Variación térmica y dinámica limnológica de humedales tropicales en Colombia. LimnoCol, 14(1), 19–34.

Miller, R. L., Fram, M. S., y Fujii, R. 2015. Subsidence and turbidity in restored wetlands of the Sacramento–San Joaquin Delta, California. Wetlands Ecology and Management, 23(5), 869–884.

Mitsch, W. J., y Gosselink, J. G. 2015. Wetlands (5th ed.). Wiley.

MMAE (Ministerio de Medio Ambiente de España). 2000. Libro Blanco del Agua Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. 637 p. I.S.B.N.: 84-8320-128-3.

Moreno-Ostos, E., Becares, J. A., y Miranda, J. D. 2016. Influence of water level fluctuation on the dynamics of a floodplain wetland in Colombia. Ecohydrology & Hydrobiology, 16(2), 153–164.

Munn, CB. 2004. Marine Microbiology: ecology and applications. New York: BIOS Scientific Publisher.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2017. Guías para la calidad del agua potable, 4ª edición.

	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 164 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

O'Reilly, C.M., Sharma, S., Gray, D.K., Hampton, S.E., Read, J.S., Rowley, R.J., Schneider, P., Lenters, J.D., McIntyre, P.B., Kraemer, B.M., Weyhenmeyer, G.A., Straile, D., Dong, B., Adrian, R., Allan, M.G., et al. 2015. Rapid and highly variable warming of lake surface waters around the globe. *Geophysical Research Letters*, 42(24), 10,773–10,781.

Ortega, A., Rosales, M., y Tovar, A. 2014. Evaluación de la DQO como parámetro de calidad del agua en humedales tropicales. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 30(1), 47–54.

Palacio, M. C., Restrepo, I., y Salazar, M. 2021. Evaluación de la calidad de agua y carga contaminante en humedales del Magdalena Medio. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 50(2), 254–270.

Pérez, A. y Rodríguez, A. 2008. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. Costa Rica: B - Universidad de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (4): 1905-1918.

Pérez-Valbuena, G. J., Madera-Parra, C. A., y Peña, R. A. 2020. Evaluación de la calidad de agua en humedales tropicales mediante índices y análisis multivariado. *Revista Facultad de Ingeniería*, 29(55), e10448.

Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., y Pérez-Ruzafa, I. M. 2011. Coastal lagoons: “Transitional ecosystems” between transitional and coastal waters. *Journal of Coastal Conservation*, 15(3), 369–392.

Pérez-Valera, E., Solano-Silva, M., y Martínez-Pérez, C. 2022. La conductividad eléctrica como indicador de alteraciones fisicoquímicas en ecosistemas acuáticos tropicales. *Revista Ambiente & Água*, 17(1).

Ramírez, A., Paul, M. J., y Cañas, C. M. 2016. Freshwater quality and aquatic invertebrate assemblages in a tropical urban river. *Freshwater Science*, 35(1), 281–294.

Ramírez, A., Restrepo, R y Viña, G. 1997. Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulación y aplicación. En CT&F – Ciencia, tecnología y futuro. Vol 1 Num 3:135-153.

Ramírez, A., Restrepo, R., y Cardeñosa, M. 1999. Índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. Formulación. CT&F – Ciencia, Tecnología y Futuro, 1(5), 89–99.

Ramos-Scharroth, F. M., Ramos-Scharroth, R. M., González-Reyes, A., y Álvarez-Cruz, L. D. 2018. Diagnóstico de la calidad del agua en cuerpos lénticos para evaluar el impacto de fuentes de contaminación puntual y difusa en el Caribe colombiano. *Revista Facultad de Ingeniería*, 27(48), 53–62.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 165 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

Ratajczak, M., Kamińska, J., y Kot-Wasik, A. 2022. Fecal indicator bacteria in surface waters—Sources, fate, and human health risks: A review. *Science of the Total Environment*, 823, 153597.

República de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015. “Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.

Restrepo, A., Valderrama, J., & Botero, B. 2021. Fuentes de contaminación en humedales del Caribe colombiano. *Gestión y Ambiente*, 24(1), 71–87.

Restrepo, J. L., Bolaños, L. A., y Martínez, G. 2015. Evaluación de la calidad microbiológica y física del agua en humedales llaneros colombianos. *Ingeniería y Región*, 14(2), 45–59.

Restrepo, A., Valderrama, J., y Botero, B. 2021. Fuentes de contaminación en humedales del Caribe colombiano. *Gestión y Ambiente*, 24(1), 71–87.

Reyna, M., Cerón, J. G., y González, C. 2014. Relación de la temperatura y el oxígeno disuelto en cuerpos de agua del trópico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(3), 289–298.

Rezaei, M., Hassani, A. H., y Ahmadi, S. H. 2017. Salinity variation in wetlands due to evaporation and anthropogenic inputs: A case study of Shadegan Wetland, Iran. *Ecological Indicators*, 80, 62–70.

Rodríguez, J., Franco, J. y Castaño, D. 2016. Parámetros fisicoquímicos en el monitoreo de la calidad del agua en sistemas acuáticos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.

Rodríguez, M., Ospina, D., y Meza, M. 2019. Calidad del agua y carga contaminante en el complejo de ciénagas del bajo Magdalena. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 37–49.

Rodríguez-Castañeda, J. C., Pinilla-Agudelo, G., y Peña, M. 2020. Análisis multitemporal de parámetros físico-químicos y microbiológicos en humedales de la cuenca del Magdalena-Cauca. *Acta Biológica Colombiana*, 25(2), 181–191.

Rodríguez-López, C., Delgado-González, H., y Fernández-Sánchez, N. 2021. Evaluación de la demanda química de oxígeno (DQO) como indicador de contaminación en cuerpos de agua superficiales. *Ingeniería y Competitividad*, 23(2).

Rojas-Márquez, J., Parra, G., y Rodríguez, D. 2017. Evaluación de la calidad ecológica del agua en humedales andinos. *Rev. Ambiente & Agua*, 12(4), 644–657.

Roldan, G. 1992.- Fundamentos de Limnología Neotropical. Colección Ciencia y Tecnología Universidad de Antioquia. Medellín. Vol. 1. p. 128.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 166 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Universidad de Antioquia.

Roldán, G. y Ramírez, J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín: Universidad de Antioquia.

Sánchez, F., Arias, C. A., & Zapata, J. 2016. Calidad de agua y biodiversidad en humedales urbanos del Valle del Cauca. Actualidades Biológicas, 38(104), 191–201.

Sarma, S. S. S., Nandini, S., y Gulati, R. D. 2020. Microbial pollution indicators in freshwater ecosystems: ecological relevance and public health implications. Ecological Indicators, 113, 106215.

Stumm, W. y Morgan, J. J. 1996. Aquatic Chemistry. Wiley, Nueva York, Nueva York, EEUU. Unión Europea. 2016. Contenidos máximos en metales pesados en productos alimenticios. Recuperado de: <http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf>

Suárez, M. A., Cardona, C. J., y Morales, G. 2021. Dinámica de la conductividad eléctrica en humedales litorales tropicales. Ingeniería y Competitividad, 23(2), 1–12.

Talling, J. F., y Lemoalle, J. 1998. Ecology of Tropical Lakes. Cambridge University Press.

Talling, J.F. 2010. Water temperature and mixing depth in tropical African lakes. Freshwater Reviews, 3(2): 69–89.

Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., y Burton, F. L. 2014. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Timpano, A. J., Schoenholtz, S. H., Soucek, D. J., y Zipper, C. E. 2015. Salinization of headwater streams: Dispersal constraints on macroinvertebrate community recovery. Environmental Pollution, 203, 312–319.

Torres, M. C., Mejía, A. M., y Rojas, F. 2011. Efecto de la turbidez sobre organismos acuáticos en humedales tropicales. Ciencia y Cuidado, 8(1), 23–36.

Torres, M. C., Rojas, F., y Mejía, A. M. 2019. Contaminación microbiológica en humedales urbanos: Caso Humedal El Burro (Bogotá). Revista Ciencia y Cuidado, 16(2), 67–75.

Tundisi, J. G., Tundisi, T. M., y Matsumura-Tundisi, T. 2017. Limnology and hydrology of wetlands in tropical regions. In C. M. Finlayson et al. (Eds.), The Wetland Book (pp. 1–12). Springer.

Tundisi, J.G., & Tundisi, T.M. 2012. Limnología. São Paulo: Oficina de Textos. ISBN: 978-85-7975-052-5.

 Labormar	INFORME DE RESULTADOS Y ANÁLISIS EN MUESTRAS AMBIENTALES	FIMIC02-02
		Versión: 11
		2024-12-12
		Página 167 de 169

REPORTE No. 15337 - CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES– CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - CRA /
 NOVIEMBRE-2024

USEPA. 2006. Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen. EPA-822-R-06-003.

USEPA. 2013. Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen. U.S. Environmental Protection Agency.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3rd ed. Academic Press.

WHO (World Health Organization). 2017. Guidelines for drinking-water quality (4th ed.). Geneva: World Health Organization.

Wu, J., Long, S. C., Das, D., y Dorner, S. M. 2016. Are microbial indicators and pathogens correlated? A statistical analysis of 40 years of research. Journal of Water and Health, 14(4), 619–629.

Wu, Y., Zhou, J., Zhu, G., y Liu, L. 2022. Dissolved oxygen dynamics and ecological implications in freshwater systems: A global perspective. Water Research, 218, 118446.

Yáñez, C., Saavedra, M., y Rojas, D. 2011. Parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación en cuerpos de agua. Ciencia & Tecnología, 11(3), 105–113.

Yáñez, M. A., Gil, J., y Martínez, R. 2014. Impacto de coliformes fecales en ambientes acuáticos y su relación con la salud ambiental. Salud Ambiental, 14(2), 117–126.
<https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/prevencionControl/home.htm>

Zhang, W., Wang, S., Zhang, J., y Pan, B. 2010. Effects of sediment resuspension on phosphorus release from the sediment of shallow lakes under conditions of high suspended solids. Environmental Pollution, 158(5), 1478–1485

Zhou, Y., Jeppesen, E., Wang, B., Xu, J., Zhang, Y., Zhang, X., Liu, Z., y Wang, L. 2021. Impact of climate warming on lake thermal structure: implications for aquatic ecosystems. Water Research, 192, 116004.

11.EQUIPO DE TRABAJO

Para el logro de este servicio y el presente informe final Laboratorio Microbiológico Ortiz Martínez S.A.S., contó con personal idóneo y capacitado:

Gerente General

Nombre del gerente general

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO ORTIZ – MARTÍNEZ S.A.S.

Oficina principal y laboratorios:
Cra. 42 No. 76-157, Barranquilla – Colombia
Teléfono: (57) 60(5) 3161020

Jefe Área fisicoquímica

Nombre del jefe de área fisicoquímica

Monitoreo Fisicoquímico

Nombre del técnico de muestreo

silvana.gomez@labormar.com
flor.fonseca@labormar.com
laura.trespalacios@labormar.com
efrain.carcamo@labormar.com

Analistas

Nombre de los analistas que participaron en la ejecución de los ensayos analíticos.

FIN DEL REPORTE_____

Realizado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:

Nota 8: Este informe contiene 169 páginas sin incluir los anexos.

