



INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A

*Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial realizada
el día 27 de diciembre 2020.*

**BARRANQUILLA/ATLÁNTICO
DICIEMBRE 2020**





INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

Elaboró:

Valerie M. Gómez Domínguez

Revisó:

Ruiz Ana Milena Ariza Blanco

Aprobó:

Ángel Barrera Ibarra

El monitoreo fue desarrollado por SERAMBIENTE S.A.S, empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), a través de la Resolución 1013 de 2019, vigente hasta el 12 de septiembre de 2023, para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes, ubicada en la Carrera 41 # 73B – 72 en la ciudad de Barranquilla. El grupo de trabajo estuvo conformado por los siguientes profesionales de SERAMBIENTE S.A.S:

CARLOS SULBARAN VILFAFAÑE

Ingeniero de Campo

VALERIE M. GÓMEZ DOMÍNGUEZ

Analista técnico

ÁNGEL BARRERA IBARRA

Gerente





TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3. GENERALIDADES	10
3.1 ALCANCE	10
3.2 NORMATIVA DE REFERENCIA	10
3.3 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	10
3.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO	11
4. METODOLOGÍA.....	13
4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MONITOREO.....	13
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	14
4.3 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	16
4.4 PROCESO METODOLÓGICO	19
4.4.1. Etapa de preparación.....	19
4.4.2. Etapa de campo	20
4.4.3. Etapa de laboratorio.....	25
5. RESULTADOS	26
5.1 RESULTADOS EN LABORATORIO	26
6. CONCLUSIONES.....	34
7. REFERENCIAS.....	35
8. ANEXOS.....	36





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de las muestras para agua superficial	11
Tabla 2. Datos generales del estudio.....	11
Tabla 3. Identificación de las muestras para agua superficial Identificación de la muestra	12
Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio	14
Tabla 5. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo	16
Tabla 6. Registro fotográfico de soluciones Buffer empleadas y etiqueta de envases.	20
Tabla 7. Metodología de toma de muestras	20
Tabla 8. Tipo de envase y preserva	24
Tabla 9. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras.....	25
Tabla 10. Resultados de laboratorio de las muestras de agua superficial_ Ciénaga Mallorquín	26
Tabla 11. Resultados de laboratorio de las muestras de agua superficial_ Lago del Cisne.....	28
Tabla 12. Resultados de laboratorio de las muestras de agua superficial_ Balboa.....	29
Tabla 13. Anexos del informe técnico	36





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénaga mallorquín	17
Figura 2. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Lago del cisne	18
Figura 3. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Balboa.....	18
Figura 4. Actividades de la etapa de preparación.	19
Figura 5. Flujograma del proceso de remisión de muestras.....	23





ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comportamiento de ortofosfatos	30
Gráfica 2. Comportamiento de nitratos	31
Gráfica 3. Comportamiento de salinidad.....	32
Gráfica 4. Comportamiento de pseudomona.....	33





ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Punto 1. Ciénaga mallorquín.....	14
Fotografía 2. Punto. 2. Lago del cisne	14
Fotografía 3. Punto. 3. Balboa	15
Fotografía 4. Solución Buffer con pH de 4.00.....	20
Fotografía 5. Solución Buffer con pH de 7.00.....	20
Fotografía 6. Solución Buffer con pH de 10.00.....	20
Fotografía 7. Etiqueta para rotular muestras.....	20





1. INTRODUCCIÓN

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A., contrató los servicios de SERAMBIENTE S.A.S., para desarrollar una caracterización de agua superficial en dieciséis (16) puntos, ubicados en las ciénagas Mallorquín, Cisne y Balboa en el departamento del Atlántico; con el fin de verificar el estado de la calidad del agua para su programa de control y seguimiento ambiental.

El monitoreo se llevó a cabo el día 27 de diciembre de 2020. La toma de muestra fue puntual o simple, tomada por el laboratorio SERAMBIENTE S.A.S. y analizadas en conjunto por SGS COLOMBIA S.A.S, dichos laboratorios se encuentran acreditados por el IDEAM para la toma de muestras y análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

El presente informe presenta la etapa de campo y los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica de agua superficial. Los métodos de medición y análisis empleados, son los definidos en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed. 23 de 2017.





2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar la evaluación de la calidad del agua superficial en dieciséis (16) puntos, ubicados en las ciénagas Mallorquín, Cisne y Balboa en el departamento del Atlántico; con el fin de verificar el estado de la calidad del agua para su programa de control y seguimiento ambiental.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar la toma de muestra de agua superficial, ubicados en las ciénagas Mallorquín, Cisne y Balboa del departamento del Atlántico.
- Realizar la caracterización fisicoquímica de la calidad del agua superficial, ubicados en las ciénagas Mallorquín, Cisne y Balboa del departamento del Atlántico.
- Preparar un informe técnico, en el que se presentan los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada durante el periodo de monitoreo.





3. GENERALIDADES

3.1 Alcance

Análisis (físicoquímico y microbiológico) y toma de muestra de agua superficial en las ciénagas Mallorquín, Cisne y Balboa en el departamento del Atlántico; seleccionados por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

3.2 Normativa de referencia

Se actúa en relación a la caracterización del agua superficial, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos por el cliente, y reportar las concentraciones obtenidas en los parámetros analizados, desde el punto normativo no se presenta comparación.

3.3 Información de la empresa

Razón Social:	CORPORACIÓN AUTÓNOMA DREGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A
Ciudad:	Barranquilla
Departamento:	Atlántico
Dirección:	carrera 66 # 54 - 43
Actividad Económica:	Empresa encargada de ejecutar las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplimiento a las disposiciones legales vigentes.



3.4 Empresa responsable del estudio

El monitoreo fue realizado por el laboratorio de Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. Las empresas responsables de cada uno de los análisis se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de las muestras para agua superficial

Laboratorio	Parámetro	Resolución de Acreditación
SERAMBIENTE S.A.S	Nitratos por ISE	Resolución 1013 de 2019
	Ortofosfatos	
	Detergentes (SAAM)	
	Grasas y aceites	
	Hidrocarburos totales	
	Salinidad	
SGS COLOMBIA S.A.S	Arsénico total	Resolución 0180 de 2020
	Cadmio total	
	Cobre total	
	Mercurio total	
	Nitrógeno amoniacal	
	Plomo total	
	Pseudomona aeruginosa	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S y SGS COLOMBIA S.A.S., 2021.

Los datos generales del monitoreo, identificación de cada una de las muestras y los puntos de monitoreo, se detallan en la **Tabla 2 y Tabla 3**.

Tabla 2. Datos generales del estudio

Fecha de monitoreo	27 de diciembre de 2020		
Lugar de monitoreo	Entre las ciénagas de Mallorquín, Cisne y Balboa		
Duración del monitoreo	1 día		
Puntos de monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Punto 1. Ciénaga mallorquín ○ Punto 2. Ciénaga mallorquín ○ Punto 3. Ciénaga mallorquín ○ Punto 4. Ciénaga mallorquín ○ Punto 5. Ciénaga mallorquín ○ Punto 6. Ciénaga mallorquín ○ Punto 7. Ciénaga mallorquín 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Punto 1. Lago del cisne ○ Punto 2. Lago del cisne ○ Punto 3. Lago del cisne ○ Punto 4. Lago del cisne ○ Punto 5. Lago del cisne ○ Punto 6. Lago del cisne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Punto 1. Balboa ○ Punto 2. Balboa ○ Punto 3. Balboa
Tipo de estudio	Estudio de caracterización de agua superficial		

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.





Tabla 3. Identificación de las muestras para agua superficial Identificación de la muestra

Identificación de la muestra	No. de reporte	Laboratorio	Fecha	Puntos
125527	7167	SERAMBIENTE S.A.S	27/12/2020	Punto 1. Ciénaga mallorquín
125528				Punto 2. Ciénaga mallorquín
125529				Punto 3. Ciénaga mallorquín
125530				Punto 4. Ciénaga mallorquín
125531				Punto 5. Ciénaga mallorquín
125532				Punto 6. Ciénaga mallorquín
125533				Punto 7. Ciénaga mallorquín
125534				Punto 1. Lago del cisne
125535				Punto 2. Lago del cisne
125536				Punto 3. Lago del cisne
125537				Punto 4. Lago del cisne
125538				Punto 5. Lago del cisne
125539				Punto 6. Lago del cisne
125540				Punto 1. Balboa
125541				Punto 2. Balboa
125542				Punto 3. Balboa
BO2101812.001				BO2101812
BO2101812.002	Punto 2. Ciénaga mallorquín			
BO2101812.003	Punto 3. Ciénaga mallorquín			
BO2101867.001	BO2101867	Punto 4. Ciénaga mallorquín		
BO2101867.002		Punto 5. Ciénaga mallorquín		
BO2101867.003		Punto 6. Ciénaga mallorquín		
BO2101813.001	BO2101813	Punto 7. Ciénaga mallorquín		
BO2101813.002		Punto 1. Lago del cisne		
BO2101813.003		Punto 2. Lago del cisne		
BO2101816.001	BO2101816	Punto 3. Lago del cisne		
BO2101816.002		Punto 4. Lago del cisne		
BO2101816.003		Punto 5. Lago del cisne		
BO2101816.004		Punto 6. Lago del cisne		
BO2101811.002	BO2101811	Punto 1. Balboa		
BO2101811.003		Punto 2. Balboa		
BO2101811.001		Punto 3. Balboa		

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S y SGS COLOMBIA S.A.S., 2021.





4. METODOLOGÍA

4.1 Características del monitoreo

El monitoreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales fueron determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua superficial tomadas en tres (3) ciénagas, ubicadas en el departamento del Atlántico; seleccionados por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico.

La toma de muestra de agua superficial se realizó los el 27 de diciembre de 2021. Para la toma de las coordenadas se dejó registro en el formato de campo. Previo a la toma de muestras se prepararon los reactivos y materiales necesarios para la preservación, envasado y la refrigeración de las muestras, según lo indicado en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición 23 (2017).

La toma de muestras del agua superficial se realizó puntual, siguiendo lo establecido en el procedimiento para muestreo de aguas (PO-PSM-45).





4.2 Descripción de los puntos de monitoreo

A continuación, se presenta la descripción de los puntos de monitoreo, los cuales se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de *Campo (Plan de monitoreo – FO-PO-PSM-72-13)*, (*Planillas de campo – FO-PO-PSM-45-01*) y (*Cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03*).

Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo ubicados en el área de estudio

Agua superficial	
Descripción	Los puntos de monitoreo se llevaron a cabo en 3 ciénegas del departamento del Atlántico (mallorquín, cisne y balboa), las aguas se caracterizan por presentar una apariencia turbia, en esta zona se pudo presenciar altas temperaturas.
Registro fotográfico	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="text-align: center;"><p>Fotografía 1. Punto 1. Ciénaga mallorquín</p></div><div style="text-align: center;"><p>Fotografía 2. Punto 2. Lago del cisne</p></div></div>





Agua superficial



Fotografía 3. Punto. 3. Balboa

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



4.3 Ubicación de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación y las características de los puntos de monitoreo de agua superficial, tomadas en las ciénagas del departamento del Atlántico, seleccionadas por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico en la ciudad de Barranquilla.

Barranquilla se encuentra a 52 metros sobre el nivel del mar. Barranquilla tiene un clima tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. En Barranquilla, la temperatura media anual es de 27,8 °C. En un año, la precipitación es 767 mm. (www.es.climate-data.org/).

Los puntos de monitoreo se localizaron según el sistema Magna Sirgas origen WGS84, Bogotá y Nacional, las coordenadas se relacionan en la **Tabla 5** y en la **Figura 1** se puede observar la localización geográfica de los puntos de monitoreo.

Tabla 5. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

Características del monitoreo						
Tipo de muestreo				Simple		
Tipo de sistema				Lentico		
Fecha: 27 de diciembre de 2020				Georeferenciación		
Puntos de monitoreo	ID	Hora (hh:mm)	Cota de elevación (msnm)	Sistema magna sirgas	Coordenadas geográficas	Coordenadas Origen
				Origen Bogotá	WGS84	Nacional
Punto 1. Ciénaga mallorquín	125527	11:50	0	1713353,424N	11°02'42,91"N	2779181,418N
				913592,075E	74°52'05,71"W	4795984,014N
Punto 2. Ciénaga mallorquín	125528	11:55	0	1714041,783N	11°03'05,46"N	2779863,195N
				915344,178E	74°51'08,05"W	4797737,922E
Punto 3. Ciénaga mallorquín	125529	12:00	0	1713240,467N	11°02'39,42"N	2779060,620N
				915780,137E	74°50'53,62"W	4798170,823E
Punto 4. Ciénaga mallorquín	125530	12:05	0	1712609,996N	11°02'18,80"N	2778434,787N
				914560,306E	74°51'33,75"W	4796949,194E
Punto 5. Ciénaga mallorquín	125531	12:10	0	1712297,694N	11°02'08,78" N	2778116,489N
				916259,470E	74°50'37,75"W	4798646,572E
Punto 6. Ciénaga mallorquín	125532	12:15	0	1713072,770N	11°02'34,09"N	2778887,470N
				917311,772E	74°50'3,15"W	4799701,252E
Punto 7. Ciénaga mallorquín	125533	13:00	0	1714674,900N	11°03'26,15"N	2780492,328N
				916380,302E	74°50'33,97"W	4798775,925E
	125534	12:30	0	1710118,828N	11°00'57,44"N	2775956,699N





Punto 1. Lado del cisne				911189,118E	74°53'24,58"W	4793570,329E
Punto 2. Lado del cisne	125535	12:35	1	1709944,604N	11°00'51,75"N	2775783,371N
				910958,219E	74°53'32,17"W	4793338,891E
Punto 3. Lado del cisne	125536	12:40	0	1710185,364N	11°00'59,55"N	2776025,452N
				910565,420E	74°53'45,13"W	4792947,104E
Punto 4. Lado del cisne	125537	12:45	0	1710481,779N	11°01'09,22"N	2776320,787N
				910836,726E	74°53'36,22"W	4793218,160E
Punto 5. Lado del cisne	125538	12:50	0	1710214,399N	11°01'00,52"N	2776053,458N
				910848,749E	74°53'35,80" W	4793230,432E
Punto 6. Lado del cisne	125539	12:55	12	1710595,107N	11°01'12,99"N	2776430,718N
				911767,831E	74°53'05,56"W	4794150,535E
Punto 1. Balboa	125540	13:55	0	1706641,641N	10°59'03,52"N	2772510,607N
				902878,871E	74°57'57,97"W	4785250,629E
Punto 2. Balboa	125541	14:00	0	1706060,621N	10°58'44,50"N	2771933,967N
				901713,321E	74°58'36,30"W	4784083,405E
Punto 3. Balboa	125542	14:05	0	1705465,339N	10°58'24,96"N	2771345,052N
				899993,233E	74°59'32,89"W	4782361,780E

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



Figura 1. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénaga mallorquín

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2021.





Figura 2. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Lago del cisne

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2021.



Figura 3. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Balboa

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2021.





4.4 Proceso metodológico

Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos-U.S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua- AWWA- en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición 23 (2017), además de la norma técnica Colombiana NTC-ISO 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2005).

4.4.1. Etapa de preparación

Esta etapa es fundamental para el adecuado funcionamiento de los demás procesos, pues es aquí donde se lleva a cabo toda la planeación y programación para que la fase de campo se desarrolle sin ningún inconveniente. En la **Figura 4** se muestran los pasos que se siguieron, con la finalidad de determinar los puntos de monitoreo y las pruebas realizadas en ellos.

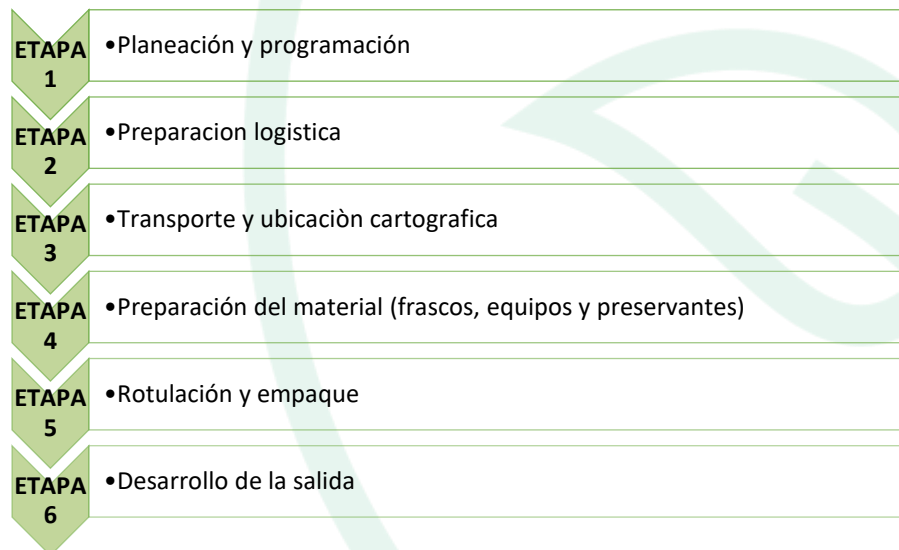






Figura 4. Actividades de la etapa de preparación.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.





Tabla 6. Registro fotográfico de soluciones Buffer empleadas y etiqueta de envases.

 <p>Fotografía 4. Solución Buffer con pH de 4.00</p>	 <p>Fotografía 5. Solución Buffer con pH de 7.00</p>
 <p>Fotografía 6. Solución Buffer con pH de 10.00</p>	 <p>Fotografía 7. Etiqueta para rotular muestras.</p>

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

4.4.2. Etapa de campo

Para la toma de muestras en campo se implementó la metodología descrita en la **Tabla 7** y lo establecido en los procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S, PO-PSM-01 Planeación y ejecución del servicio y PO-PSM-45 Muestreo de aguas. El tipo de muestra fue puntual y simple, el muestreo fue tipo “manual”; utilizando recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar, esto se detalla en la **Tabla 8**.

Tabla 7. Metodología de toma de muestras

Acción	Detalle
Verificar el plan de muestreo	Todos los muestreos realizados por el personal deben obedecer a un plan de muestreo, previamente elaborado y aprobado por el Ingeniero de Campo. El plan debe cumplir con los requerimientos del cliente y las condiciones del muestreo la información de interés debe ser relacionada en el formato de parámetros “In-situ”.



Acción	Detalle
Verificación de los implementos requeridos	Verificar que se dispone de todos los equipos, recipientes, materiales, reactivos y suministros necesarios para el muestreo, de acuerdo con el tipo de muestreo a realizar, los parámetros a medir en campo y el tipo de muestras a obtener. Dichos implementos deben haber sido preparados con la debida anterioridad en el laboratorio.
Rotulación de envases	De acuerdo al plan de muestreo los recipientes antes de realizar el muestreo deben estar apropiadamente rotulados de acuerdo al análisis a realizar. El rotulo contiene los siguientes datos: Número de muestra, sitio de muestreo, análisis a realizar y preservación. Este rótulo se fija con cinta transparente ancha que lo cubre en su totalidad.
Reconocer el sitio de muestreo y el sistema de agua	Realizar un reconocimiento de todo el sistema de agua a muestrear, para tener información del proceso y dar una ubicación acertada al sitio de muestreo, de ser posible contar con las coordenadas del punto.
Ubicar y limpiar el punto de muestreo	Una vez ubicado el punto de muestreo se debe realizar una limpieza de sus alrededores para garantizar la seguridad de las operaciones y evitar la contaminación de las muestras. Según sea el caso, se deben retirar objetos, maleza, residuos y/o sustancias que obstaculicen o afecten la representatividad del sistema de agua y permita de manera segura que la persona ejecute el muestreo.
Registrar la información del punto de muestreo	Después de obtener las muestras, se debe registrar en el formato de determinaciones in situ la información del cliente, lugar y fecha, equipos de medición, características del sitio de muestreo y sus alrededores y las observaciones a que haya lugar, incluyendo condiciones climáticas, temperatura ambiente, condiciones de monitoreo, tipo de sistema, etc.
Calibrar y/o verificar la calibración de equipos de medición	Después de registrar la información básica se debe calibrar y/o verificar la calibración de los equipos de medición de parámetros in situ requeridos (pH metro, conductímetro y/u oxímetro) con las soluciones patrón necesarias, que deben llevarse a la temperatura ambiente antes de ser utilizadas. Cuando los equipos han sido calibrados previamente en el Laboratorio o al inicio de la jornada, se debe solamente verificar su calibración.
Toma de Muestras análisis Microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ubicar el recipiente estéril con la etiqueta de análisis microbiológico y colocar en el rótulo del recipiente la identificación del punto de toma de muestra. ○ Sólo debe abrirse en el momento de la toma de muestra y no tocar la boca ni el interior de la tapa del recipiente para evitar contaminación. ○ Llenar el recipiente con la muestra dejando en la parte superior del envase un espacio de aire de por lo menos 3 cm de altura. ○ Tapar herméticamente el recipiente.





Acción	Detalle
Toma de muestra agua	<ul style="list-style-type: none">Colocar en el rótulo del recipiente la identificación del punto de toma de muestraSumergir el recipiente en el agua a muestrear sin ocasionar turbulencia.Cuando se presentan cambios en el flujo de agua:Llenar un balde con muestraLlenar el recipiente con muestra hasta que quede un espacio de aire de 1 a 2 cm (flujo de agua constante y homogéneo)Preservar la muestra tal como lo indica el rótulo del recipiente.
Medición de parámetros in situ	<ul style="list-style-type: none">Tan pronto se toma cada muestra se deben medir los parámetros in situ establecidos en el plan de muestreo.Las mediciones deben efectuarse lo más rápido posible (no más de 10 minutos) después de tomada la muestra siguiendo los procedimientos de análisis respectivos.Registrar los resultados en el formato determinaciones de campo.
Diligenciar el formato de cadena de custodia	<ul style="list-style-type: none">Una vez embaladas las muestras se diligencia la información solicitada en el formato de cadena de custodia.
Transportar las muestras al Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">Almacenar las muestras en una nevera de polietileno.Verificar que cada nevera contenga suficientes compresas de hielo para asegurar que la refrigeración se mantenga hasta la llegada al laboratorio. (temperatura cercana a 5°C)Verificar que la tapa de cada nevera quede bien cerrada y que no se salga de su sitio durante el viaje.Identificar cada nevera con el logo del laboratorio y el logo de la empresa del cliente o el nombre (rótulo sale del laboratorio). E identificar con “...manipúlese con cuidado. Este lado arriba...”Amarra con cinta de manera que se asegure que la nevera queda bien selladaManipular las neveras cuidadosamente, mantenerlas en posición horizontal, no golpearlas, no ubicarlas cerca de productos volátiles o corrosivos y mantenerlas alejadas de fuentes de calor.El procedimiento de transporte se detalla en la Figura 5.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.



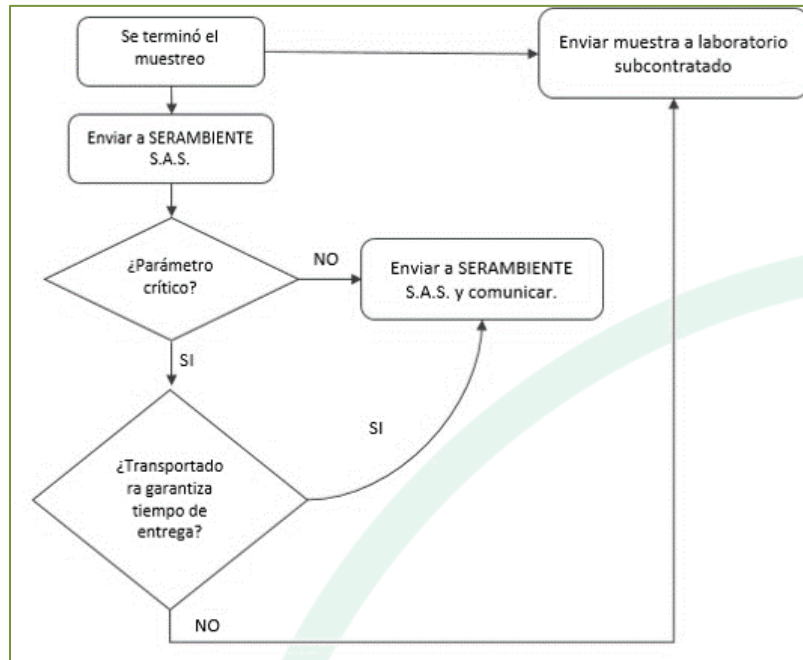


Figura 5. Flujograma del proceso de remisión de muestras.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Debe planificarse el procedimiento descrito anteriormente para asegurar su entrega oportuna al laboratorio; por ello también es necesario que las muestras se reciban oportunamente, por lo que el ingeniero de campo responsable del muestreo debe enviar la cadena de custodia para que el laboratorio asigne los códigos de identificación (ID). Las muestras son enviadas por vía aérea, para así poder asegurar que la muestra esté en el laboratorio cumpliendo con las condiciones de preservación y tiempo de almacenamiento antes del análisis.



Tabla 8. Tipo de envase y preserva

Parámetros	Preserva	Recipiente	Tiempo Máximo de Almacenamiento
Detergentes (SAAM)	Refrigeración $\leq 6^{\circ}\text{C}$	Plástico - Vidrio	2 días
Ortofosfatos	Enfriar $\leq 6^{\circ}\text{C}$	Vidrio	48 horas
Grasas y aceites	Acidificar a $\text{pH} \leq 2$ con HCl o H_2SO_4 . Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$.	Vidrio	28 días
Hidrocarburos totales	Acidificar a $\text{pH} \leq 2$ con HCl o H_2SO_4 . Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$	Vidrio lavado con solvente usado en la extracción.	28 días
Nitratos	Refrigerar a 4°C	Envase de vidrio con tapa de teflón	2 días
Salinidad	Refrigeración entre 1°C y 5°C	Vidrio	Análisis de inmediato
Nitrógeno amoniacal	Acidificar a $\text{pH} \leq 2$ con H_2SO_4 . Refrigerar a 4°C	Plástico – Vidrio	28 días
Metales			
Arsénico total	Acidificar a $\text{pH} \leq 2$ con HNO_3 . Refrigerar a 4°C	Plástico o vidrio lavado con solución de ácido nítrico	6 meses
Cadmio total			
Cobre total			
Mercurio total			
Plomo total			
Microbiológicos			
Pseudomonas aeruginosa	Debe tener espacio de aire, refrigerar a $\leq 8^{\circ}\text{C}$.	Vidrio	24 horas

Fuente: American Standard Methods Ed. 23, 2017.





4.4.3. Etapa de laboratorio

Los métodos empleados para los análisis se describen en la **Tabla 9**

Tabla 9. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras

Parámetro	Método Analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Detergentes (SAAM)	SM-5540 C	0,40	0,18
Ortofosfatos	S.M 4500 P,E	0,05	0,0623
Grasas y aceites	SM 5520 B Extracción líquido - líquido	10	0,0958
Hidrocarburos totales	S.M 5520 B,F	10	0,0958
Nitratos	S.M 4500 NO ₃ D, Método de electrodo selectivo	1,0000	0,0046
Salinidad	S.M 2520 B, Método de la conductividad electrónica	ND	0,0031
Nitrógeno amoniacal	SM 4500 NH ₃ B	1,000	NE
Metales			
Arsénico total	EPA 200.8	0,0030	NE
Cadmio total		0,0030	
Cobre total		0,0030	
Mercurio total		0,0004	
Plomo total		0,0030	
Microbiológicos			
Pseudomonas aeruginosa	SM 9213 F	1	NE

ND: No determinado, NE: No específica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A. y, SGS COLOMBIA S.A.S., 2021.



5. RESULTADOS

El análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas, se remite a la presentación de los resultados.

5.1 Resultados en laboratorio

A continuación, se presentan los valores obtenidos para cada una de las variables fisicoquímicas y microbiológicas analizadas en los puntos. Para el análisis de los resultados se realizó una revisión bibliográfica, con el objetivo de contrastar los valores obtenidos con la calidad del agua.

Tabla 10. Resultados de laboratorio de las muestras de agua superficial_ Ciénaga Mallorquín

Parámetro	Unidades	Puntos de monitoreo						
		Fecha: 27/12/2020						
		Punto 1. Ciénaga mallorquín	Punto 2. Ciénaga mallorquín	Punto 3. Ciénaga mallorquín	Punto 4. Ciénaga mallorquín	Punto 5. Ciénaga mallorquín	Punto 6. Ciénaga mallorquín	Punto 7. Ciénaga mallorquín
		ID 125527	ID 125528	ID 125529	ID 125530	ID 125531	ID 125532	ID 125533
Detergentes (SAAM)	mg/L	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	0,40	<0,40
Ortofosfatos	mg P-PO ₄ /L	0,06	0,09	0,10	0,38	0,43	0,41	0,10
Grasas y aceites	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Hidrocarburos totales	mg HT/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	5,4870	5,3239	5,4179	5,4554	5,4884	5,3996	1,8109
Salinidad	%	37,46	37,46	37,55	37,46	37,54	37,54	37,46



Parámetro	Unidades	Puntos de monitoreo						
		Fecha: 27/12/2020						
		Punto 1. Ciénaga mallorquín	Punto 2. Ciénaga mallorquín	Punto 3. Ciénaga mallorquín	Punto 4. Ciénaga mallorquín	Punto 5. Ciénaga mallorquín	Punto 6. Ciénaga mallorquín	Punto 7. Ciénaga mallorquín
		ID 125527	ID 125528	ID 125529	ID 125530	ID 125531	ID 125532	ID 125533
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH ₃ /L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Metales								
Arsénico total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Cadmio total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Cobre total	mg Metal/L	0,0040	0,0060	0,0060	<0,0030	0,0060	0,0080	<0,0030
Mercurio total	mg Metal/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plomo total	mg Metal/L	0,0030	0,0030	0,0040	<0,0030	0,0050	<0,0030	0,0030
Microbiológicos								
Pseudomonas aeruginosa	NMP/100mL	258	495	2420	210	34	120	476

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S y SGS COLOMBIA S.A.S 2021.



Tabla 11. Resultados de laboratorio de las muestras de agua superficial_ Lago del Cisne

Parámetro	Unidades	Puntos de monitoreo					
		Fecha: 27/12/2020					
		Punto 1. Lago del cisne	Punto 2. Lago del cisne	Punto 3. Lago del cisne	Punto 4. Lago del cisne	Punto 5. Lago del cisne	Punto 6. Lago del cisne
		ID 125534	ID 125535	ID 125536	ID 125537	ID 125538	ID 125539
Detergentes (SAAM)	mg/L	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Ortofosfatos	mg P-PO ₄ /L	0,11	0,09	0,19	0,21	0,20	0,24
Grasas y aceites	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Hidrocarburos totales	mg HT/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	1,7592	1,9051	1,8042	1,8114	1,6081	1,7612
Salinidad	%	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH ₃ /L	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000	<1,000
Metales							
Arsénico total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Cadmio total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Cobre total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,0040	0,0040	0,0050
Mercurio total	mg Metal/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plomo total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	0,0090	0,0080	0,0080	<0,0030
Microbiológicos							
Pseudomonas aeruginosa	NMP/100mL	24196	6867	83	4106	359	2420

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S y SGS COLOMBIA S.A.S 2021



Tabla 12. Resultados de laboratorio de las muestras de agua superficial_ Balboa

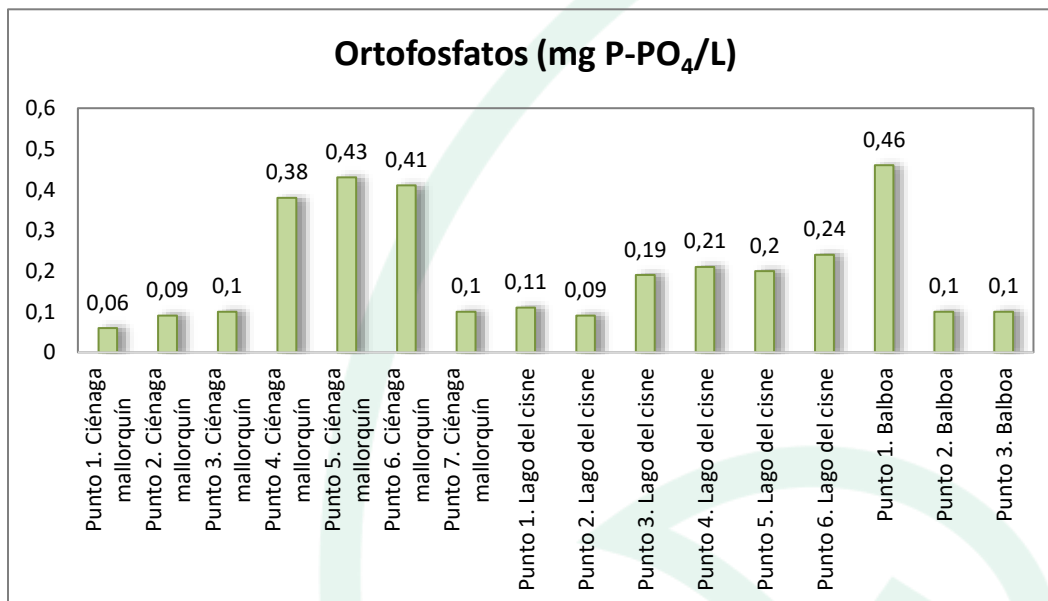
Parámetro	Unidades	Puntos de monitoreo		
		Fecha: 27/12/2020		
		Punto 1. Balboa	Punto 2. Balboa	Punto 3. Balboa
		ID 125540	ID 125541	ID 125542
Detergentes (SAAM)	mg/L	<0,40	<0,40	<0,40
Ortofosfatos	mg P-PO ₄ /L	0,46	0,10	0,10
Grasas y aceites	mg/L	<10	<10	<10
Hidrocarburos totales	mg HT/L	<10	<10	<10
Nitratos	mg N-NO ₃ /L	4,1382	4,0201	4,1175
Salinidad	%	0,03	0,01	0,02
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH ₃ /L	<1,000	<1,000	<1,000
Metales				
Arsénico total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Cadmio total	mg Metal/L	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Cobre total	mg Metal/L	0,0110	0,0050	<0,0030
Mercurio total	mg Metal/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plomo total	mg Metal/L	0,0070	0,0040	<0,0030
Microbiológicos				
Pseudomonas aeruginosa	NMP/100mL	305	485	212

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S y SGS COLOMBIA S.A.S 2021.





El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales. Actualmente se considera como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas, el fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro-, meta-, y otros poli fosfatos) y fosfatos orgánicos. En resumen, algunas aguas naturales contienen compuestos orgánicos de fosfato que son hidrolizados a ortofosfato (IDEAM, 2004). Las concentraciones más altas se presentaron en los puntos Punto 1. Balboa, Punto 4, 5 y 6 Ciénaga mallorquín.



Gráfica 1. Comportamiento de ortofosfatos

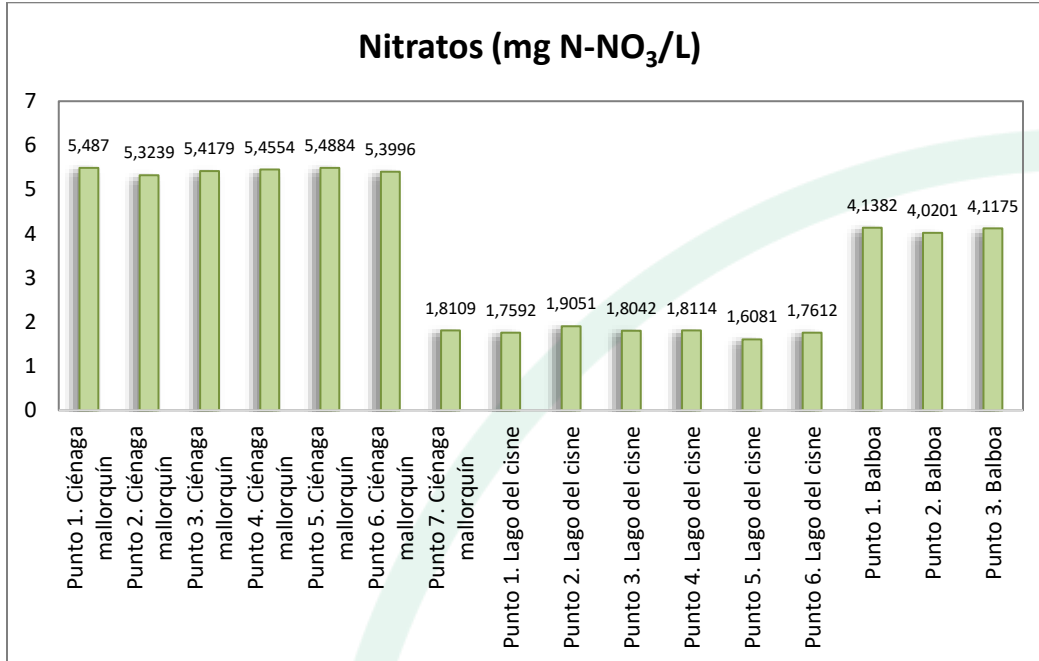
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los nitratos son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con una carga negativa (NO₃⁻), no tienen color ni sabor y se encuentran en la naturaleza disueltos en el agua. Su presencia natural en las aguas superficiales o subterráneas es consecuencia del ciclo natural del nitrógeno, sin embargo, en determinadas zonas ha habido una alteración de este ciclo en el sentido de que se ha producido un aumento en la concentración de nitratos, debido fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia o riego (el





agua, fuente de vida, s.f.). Las concentraciones más altas se presentaron en la ciénaga mallorquín y balboa.

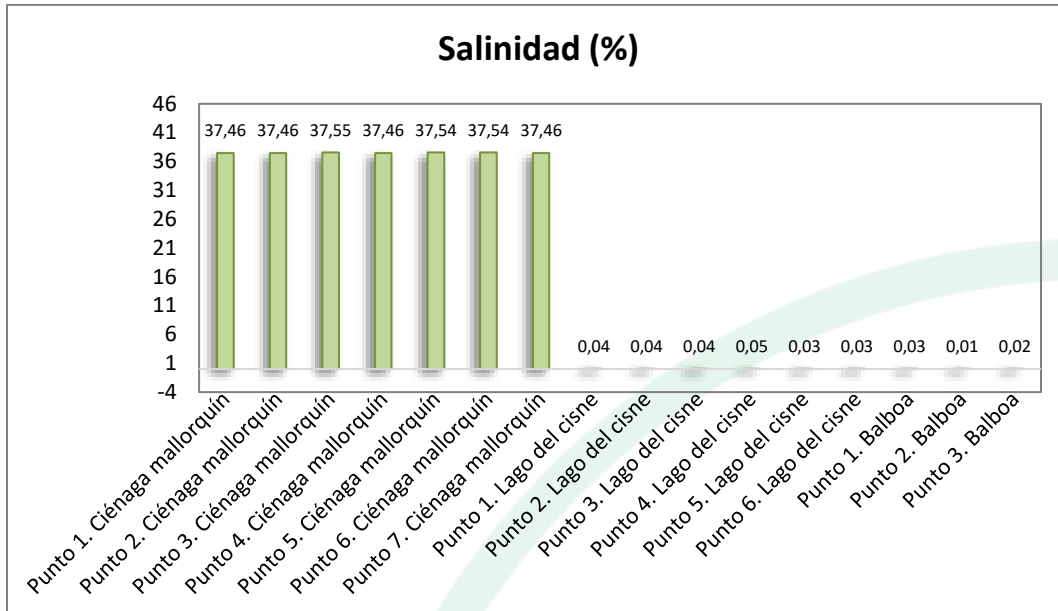


Gráfica 2. Comportamiento de nitratos

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La salinización de aguas superficiales es un problema que afecta a todo el mundo. El problema aumenta año tras año en las regiones áridas y semiáridas del mundo como consecuencia de una baja precipitación y un mal manejo del agua de riego y de los fertilizantes (Villavicenzo, 2011). Las concentraciones más altas se presentan en la ciénaga de mallorquín, sales se acumulan por la inundación en zonas bajas, por la evaporación elevada, la transpiración vegetal y la proximidad en muchos casos de las aguas subterráneas que pueden llegar a alcanzar la superficie y salinizarse (Real, s.f.).



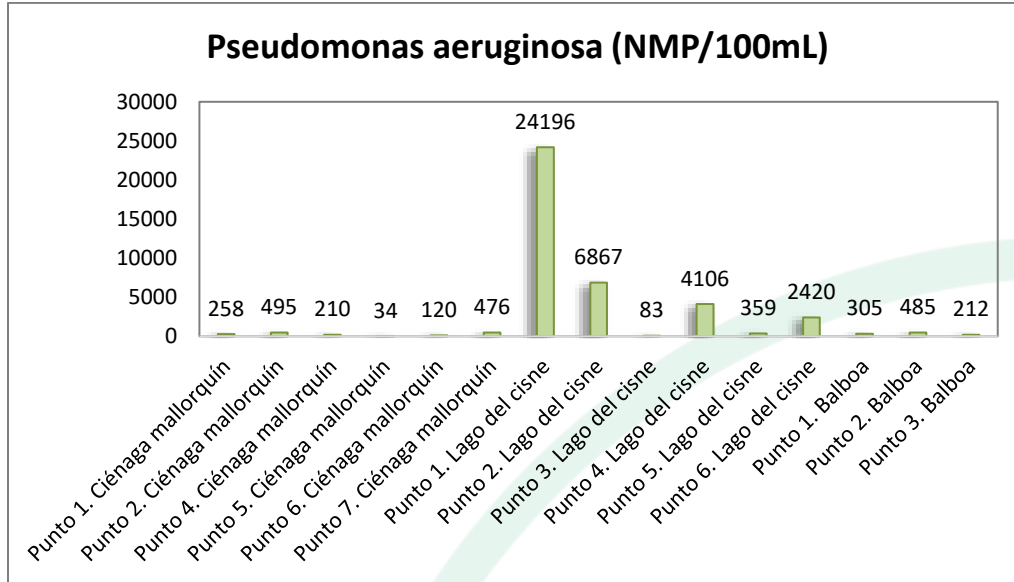


Gráfica 3. Comportamiento de salinidad

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

La presencia o aumento de bacterias, parásitos, virus y hongos en el agua surge usualmente por efecto directo o indirecto de cambios en el medio ambiente y en la población tales como urbanización no controlada, crecimiento industrial, pobreza, ocupación de regiones antes deshabitadas, y la disposición inadecuada de excretas humanas y animales. Las concentraciones mas altas de Pseunomonas aeruginosa se presentaron en los puntos: Punto 1. Lago del cisne, Punto 2. Lago del cisne y Punto 4 Lago del cisne.





Gráfica 4. Comportamiento de pseudomona

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.

Los siguientes parámetros presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio, grasas y aceites, detergentes, hidrocarburos totales y nitrógeno amoniacal lo que indica que no se presentan afectaciones en los cuerpos de agua por estos compuestos.

Los metales, generalmente se encuentran en concentraciones consideradas en los sistemas naturales y algunos de ellos son imprescindibles para el normal desarrollo de la vida, y la ausencia de cantidades suficientes de ellos podría limitar el crecimiento de las algas. No obstante, varios de estos metales como los que poseen un peso molecular muy alto, cuando sus concentraciones son muy elevadas pueden resultar perjudiciales para los organismos. Teniendo en cuenta lo anterior, las concentraciones obtenidas de los metales analizados presentaron por debajo de la técnica analítica empleada por el laboratorio, las concentraciones de cobre total y plomo total presentaron concentraciones que indican no presentan afectaciones en la muestra de agua analizada.





6. CONCLUSIONES

Tras la toma de la muestra en los puntos monitoreados de agua superficial y el análisis de los factores fisicoquímicos y microbiológicos, se puede concluir lo siguiente:

Los cuerpos de agua analizados presentaron concentraciones por debajo de la técnica analítica empleada por el laboratorio o muy cercanos a esta, para los siguientes parámetros: grasas y aceites, hidrocarburos totales, nitrógeno amoniacal, detergentes y metales lo que indica que no poseen niveles de contaminación por estos, las concentraciones de ortofosfatos, nitratos y salinidad presentaron concentraciones acordes al tipo de muestra analizada. Estos parámetros son utilizados como indicadores de calidad del agua.

En el caso de los microorganismos patógenos, las concentraciones de pseudomonas aeruginosa en los sistemas estudiados, en su mayoría presentaron concentraciones acordes al tipo de muestras analizadas, indicando que no presentan ningún tipo de contaminación, las concentraciones más altas de coliformes se presentaron en los puntos: Punto 1. Lago del cisne, Punto 2. Lago del cisne y Punto 4 Lago del cisne.

SERAMBIENTE S.A.S.
Barranquilla, Colombia
30 de marzo de 2021

INFORME VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S). LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DEBE HACERSE CON AUTORIZACIÓN EXPRESA DE SERAMBIENTE S.A.S. CUALQUIER TIPO DE OBSERVACIÓN REQUERIDA POR EL CLIENTE Y RELACIONADA CON LOS RESULTADOS EMITIDOS, SÓLO SERÁ ACEPTADA DENTRO DE LOS 4 DÍAS SIGUIENTES AL ENVÍO PARCIAL DE ESTE INFORME. SI NO SE RECIBE OBSERVACIÓN EN EL TIEMPO ESTABLECIDO, SE DA POR ACEPTADO EL INFORME Y SE PROCEDERÁ A SU IMPRESIÓN. FINALIZADO EL MONITOREO, LAS MUESTRAS SE CONSERVARÁN 10 DÍAS Y CUMPLIDO ESTE TÉRMINO EL LABORATORIO PROCEDERÁ A LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MUESTRAS. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.





7. REFERENCIAS

- American Public Health Association (APHA). 2017. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. 23th Edition. Amer. Pub. Heal. Assoc., Washington. EE. APHA-AWWA-WEF (2017) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th Edition.
- Análisis de aguas . (s.f.). Obtenido de http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf
- FIODMO. (s.f.). Obtenido de <https://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>
- HACH. (s.f.). Obtenido de file:///C:/Users/57301/Desktop/14795464_DOC043.61.30196.web.pdf
- <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cesar/becerril-53368/>. (2021). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cesar/becerril-53368/>: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cesar/becerril-53368/>





8. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 13** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 13. Anexos del informe técnico

Anexo	Laboratorio	Archivos	Páginas
Anexo 1. Reporte de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S	Reporte SERAMBIENTE S.A.S	3
	SGS COLOMBIA S.A.S	Reporte SGS COLOMBIA S.A.S	20
Anexo 2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S	Planilla de campo	4
		Plan de monitoreo	3
		Cadena de custodia	6
Anexo 3. Resolución de Acreditación del IDEAM	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 1013 de 2019	11
	SGS COLOMBIA S.A.S	Prorroga de vigencia	3
		Resolución 0180 de 2020	11

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S, 2021.

(FIN DEL INFORME)

